Vol. 8 Issue 3, 2026 E-ISSN: 2667-9760

Georgian Scientists

ქართველი მეცნიერები

ასოციაცია მეცნიერებისათვის

Association for Science

Journal DOI: https://doi.org/10.52340/gs

https://journals.4science.ge/index.php/GS/index

სარედაქციო საბჭო

თამარ ხახუტაშვილი: მთავარი რედაქტორი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი, ასოციაცია მეცნიერებისათვის პრეზიდენტი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბიბლიოთეკის დირექტორი https://orcid.org/0000-0003-0953-2073

ნინო ბერიანიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, მთავარი რედაქტორის მოადგილე, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

მარიეტა სულაბერიძე - რედაქტორი, თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, კომპიუტერული მეცნიერებების მაგისტრი

ომარ ლანჩავა - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ტექნიკური მეცნიერებების დოქტორი, პროფესორი ; https://orcid.org/0000-0003-4249-9404

მალხაზ წიქარიშვილი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

გელა ყიფიანი - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, რედაქტორი, პროფესორი

მარინა ქურდაძე - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, პროფესორი, ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

მარიამ კობერიძე - გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პროფესორი

გიორგი გოროშიძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი, https://orcid.org/0000-0002-6244-2942

ვახტანგ კვაჭაძე - ფიზიკის მეცნიერებათა დოქტორი, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ანდრონიკაშვილის სახელობის ფიზიკის ინსტიტუტის სამეცნიერო საბჭოს წევრი; https://orcid.org/0000-0002-3875-505X

ლელა ბახტაძე - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ასოცირებული პროფესორი

ავთანდილ ამირანაშვილი - მ. ნოდიას სახელობის გეოფიზიკის ინსტიტუტი, ივ. ჯავახიშვილის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ფიზიკა-მათემატიკის დოქტორი

აგაევ რაუფ მაგსუდ ოღლუ - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკადემიკოს მ. თოფჩუბაშევის სახელობის ქირურგიის სამეცნიერო ცენტრის დირექტორი, აზერბაიჯანის სამედიცინო უნივერსიტეტის ქირურგიული სნეულებათა დეპარტამენტის პროფესორი, კათედრის გამგე (ბაქო, აზერბაიჯანი)

ელი კაკიაშვილი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ქირურგი, გალილეის სამედიცინო ცენტრი, ნაჰარია, ისრაელი; მედიცინის ფაკულტეტი გალილეაში, ბარ ილანის უნივერსიტეტი, საფადი, (ისრაელი); https://orcid.org/0000-0002-8796-9724

ლუის მ. ალედორტი - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, მერი ვაინფელდი კლინიკური კვლევის პროფესორი ჰემოფილიაში, მოუნთ სინაის მედიცინის სკოლა, ნიუ იორკი

ნადეი ჰაკიმი - GCSJ, MD, PhD, FRCS, FRCSI, FACS, FICS(Hon), FASMBS, FIMSA(Hon) მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, ტრანსპლანტაციის ქირურგი, ლონდონის საიმპერატორო კოლეჯი, ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი; ზოგადი ქირურგი, კლივლენდის კლინიკა (ლონდონი, დიდი ბრიტანეთი); http://orcid.org/0000-0001-9442-7950

მამუკა ბოკუჩავა - პროფესორი, სისხლძარღვთა ქირურგი, ანგიოლოგი, მედიცინის დოქტორი, ნ. ბოხუას სახელობის სისხლძარღვთა და გულის დაავადებათა ცენტრის დირექტორის მოადგილე; https://orcid.org/0000-0002-6719-1302

მერაბ კილაძე - მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი. აშშ-ს, საერთაშორისო, ევროპის და რუსეთის ქირურგთა ასოციაციების წევრი, ქირურგი, კლინიკა გიდმედის ქირურგიული სამსახურის უფროსი

გოგი (გიორგი) ბოჭორიშვილი - პროფესორი, მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, უროლოგი, თბილისი, საქართველო

ნინო კიკნაძე - სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა დოქტორი, ქიმიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი, ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერ-თანამშრომელი. საქართველოს გარემოს დაცვის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი. ამერიკის ქიმიის საზოგადოების (ACS) წევრი, ბათუმი, საქართველო; https://orcid.org/0000-0001-7864-3899

ავთანდილ ბარდაველიძე - ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ტექსტის რედაქტორი:

მარიამ ჩაჩანიძე -თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

მიხეილ ერგემლიძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ინფორმატიკის ბაკალავრი

ვებ რედაქტორი:

გიორგი ბანეთიშვილი - თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ეროვნული სამეცნიერო ბიბლიოთეკა

სარჩევი

მარიამ კაჭარავა, მარინა დარახველიძე, ელზა ნიკოლეიშვილი - სათემო ფარმაცევტები გლობალური პანდემიების მზადყოფნისა და რეაგირებისთვის: ლიტერატურის მიმოხილვა---------- 1-20

ხათუნა ნოდია, თამარ სალაძე, გიორგი ბურკაძე, შოთა კეპულაძე - მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობა: კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებები და პროგრესიის პოტენციალის შეფასება---------- 21-34

Shorena Kopaliani, Natia Kvaratskhelia - Parental Attitudes Toward Exclusive Breastfeeding---------- 35-45

მარიამ ბოჭორიშვილი - ღია საჯარო სივრცეების ხელმისაწვდომობა და მოსახლეობის კეთილდღეობა: ინდუსტრიული დიზაინერების როლი ინკლუზიური ურბანული გარემოს ფორმირებაში---------- 46-49

Tamriko Bulia - Women, Power, and Cancer: A Public Health Review---------- 50-60

ირაკლი ბოჭორიშვილი, თინათინ კილაძე, ქეთევან კვესელავა, ედიშერ ჩქარეული - ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია: ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების როლი---------- 61-89

ომარ ლანჩავა, ნინო რატიანი, ნატალია ბულია, ალექსანდრე ბეჟანიშვილი - ჯანდაცვის 'ოქროს სამკუთხედის' თეორია და პრაქტიკა---------- 90-97

ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი - ბირთვული იარაღის გონივრული მართვის მნიშვნელობა საერთაშორისო მართლწესრიგის შენარჩუნების თვალსაზრისით---------- 98-110

ანზორ გოგიბერიძე, ჯულიეტა ლელაძე, ირაკლი გოგოლაძე, ნათია ნაროუშვილი, სოფიო ბაბუციძე, მარინა ფაილოძე, მანანა არაბული-ჭლიკაძე, ანა ბეჭვაია, ანა ბაბუციძე, ქეთევან ჯანგველაძე - მწვავე ინფექციური მიოკარდიტის კლინიკური შემთხვევა 28 წლის მამაკაცში---------- 111-118

Nona Magradze, Otar Vasadze - The Influence of Healthcare Accreditation on the Safety of Healthcare Personnel: A Systematic Review---------- 119-139

ნატალია ბულია - საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი---------- 140-150

ჯულიეტა ლელაძე, ანზორ გოგიბერიძე, ნინო ჩხიკვაძე, სოფიო ბაბუციძე, მარინა ფაილოძე, მანანა არაბული-ჭლიკაძე, სოფიკო კანდელაკი, ანა ბეჭვაია, ანა

ბაბუციძე, ქეთევან ჯანგველაძე - მაღალი დოზით ინტრავენური მეთილპრედნიზოლონის პულს-თერაპიით ინდუცირებული დიაბეტური კეტოაციდოზი დერმატომიოზიტის მქონე პაციენტში: კლინიკური შემთხვევა------- 151-160

ეკატერინე გობრონიძე - სტევიისა და ფერმენტ ამილაზას კომბინირებული გამოყენება ხორბლის ფქვილისგან დამზადებულ ფუნთუშებში---------- 161-167

ნინო სოზაშვილი, თეონა ძაგნიძე - ხმის ვოკალური ბიომარკერები გულის უკმარისობის მართვაში: პათოფიზიოლოგიური საფუძვლები, თანამედროვე მტკიცებულებები და მომავალი პერსპექტივები---------- 168-185

ნინო ქარქაშაძე, რუსუდანი ურიდია, ნონა ბოლქვაძე, ინგა აბდუშელიშვილი, ლიპარიტ დოლიძე, ნანა წეროძე, ლეილა ტატიაშვილი, რუსუდანი ცისკარიშვილი, სოფიო გვიდანი - ორგანული გამხსნელების გასუფთავება და რეგენერაცია: თანამედროვე მიდგომები და განვითარების პერსპექტივები---------- 186-194

მედეა თევდორაძე, ანა გერგაული - კვლევის მეთოდოლოგიის ჩამოყალიბება კადრების შეფასება/შერჩევის ამოცანის გადასაჭრელად მარკეტინგის სამსახურის მაგალითზე---------- 195-203

Medea Imnadze - Intercultural Communication: Factors of Success and Failure Conditions- 204-210

მედეა იმნაძე - კაპიტნის როლი საზღვაო იერარქიაში---------- 211-220

Mirian kalabegishvili, Marekhi Sadunishvili, Izolda Lekvinadze, Avtandil Gogoladze, Giorgi Noselidze - Seepage Loss from the Rioni HPP Power Channel and Its Influence on the Surrounding Area---------- 221-228

თამარ ტეტემაძე, იზოლდა მაჭუტაძე, ნათელა ტეტემაძე - მდინარე ჭოროხის ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის შემცველობის სეზონური კვლევა---------- 229-236

შორენა სიგუა - სქროლვიდან სიღრმემდე: ინტენსიური კითხვა ციფრულ აჩქარებულ ეპოქაში---------- 237-243

თინათინ მაჭარაშვილი, თეონა მატარაძე, ნათია სვანიძე - The Limits of Deliberation: TV Debate on Higher Education System Changes in Georgia---------- 244-264

ლაშა ჩინჩალაძე, თამარ სალაძე, გიორგი ბურკაძე, შოთა კეპულაძე - MT1 მელატონინის რეცეპტორის ექსპრესია სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის ხარისხის კოლორექტულ პოლიპებში---------- 265-278

გელა ღვინეფაძე - ენების წარმოშობის ახალი თეორია---------- 279-287

იავიჩი პავლე აბრამის ძე, კახეთელიძე მზია ბონდოს ას., კიკალიშვილი ბელა იურის ას. - კოსმეტიკური ნიღბის შესაქმნელად ზეთის შემცველი ნედლეულის, საქართველოში მოზარდი თხილის ნაყოფების (Corylus avellana L.) გამოყენება------- 288-302

გელა ღვინეფაძე - ლინგვისტიკური პრობლემების გადაწყვეტა კრეატიული აზროვნების მეთოდების გამოყენებით (ქაშუეთის ტაძრის ეტიმოლოგიის და მისი არქეტიპის დანიშნულების კვლევათა მაგალითზე)---------- 303-310

ავთანდილ ცინცქილაძე, რაული გოცირიძე, დარეჯან ჩიქოვანი, ნინო მხეიძე, ლელა სურმანიძე - საქართველოს გადამამუშავებელი წარმოებების მცენარეული ნარჩენების კვლევა და ოპტიმალური გადამუშავების რეკომენდაციები---------- 311-322

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.01

სათემო ფარმაცევტები გლობალური პანდემიების მზადყოფნისა და რეაგირებისთვის: ლიტერატურის მიმოხილვა

მარიამ კაჭარავა[1] მარინა დარახველიძე[2] ელზა ნიკოლეიშვილი[3]

[1]ფარმაცევტული ანალიზის მაგისტრი(MPharA), საზოგადოებრივი ჯანდაცვის დოქტორანტი (PhD(c)), ფარმაციის დეპარტამენტის ასისტენტი, მოწვეული ლექტორი, საქართველოს უნივერსიტეტი მობ: 591972327 E mail: m.katcharava@ug.edu.ge ORCID 0009-0003-7107-9166; [2](MD), საზოგადოებრივი ჯანდაცვის დოქტორანტი PhD(c), ფარმაციის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, მოწვეული ლექტორი, საქართველოს უნივერსიტეტი, მობ: 577722642 E mail m.darakhvelidze@ug.edu.ge; [3] (MD), მედიცინის დოქტორი (PhD), პროფესორი, მობ: 591006037 E mail e.nikoleishvili@ug.edu.ge ORCID 0000-0002-1132-2166

აბსტრაქტი

წინამდებარე ლიტერატურის სისტემატური მიმოხილვა მიზნად ისახავს COVID-19 პანდემიის პირობებში სათემო აფთიაქის ფარმაცევტების პროფესიული როლის შეფასებას საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვისა და ჯანდაცვის სისტემის მდგრადობის უზრუნველყოფის მიმართულებით. კვლევა ეფუძნება 2019–2025 წლებში გამოქვეყნებული 65 საერთაშორისო სამეცნიერო წყაროს ანალიზს, რაც საკითხის კომპლექსურ შეფასებას განაპირობებს. შედეგები მოწმობს, რომ ვაქცინაციის კამპანიებში ჩართულობა, მედიკამენტებზე უწყვეტი ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა, პაციენტთა დისტანციური და პირისპირ კონსულტირება, აგრეთვე, უწყვეტი პროფესიული განვითარება- კრიზისების მართვის პროცესში ფარმაცევტთა მზადყოფნის ძირითად დეტერმინანტებს წარმოადგენს. მიუხედავად ამისა, კვლევამ გამოავლინა, რომ ბევრ ქვეყანაში ფარმაცევტთა პოტენციალის სრულფასოვანი რეალიზება შეზღუდულია სტრუქტურული, საკანონმდებლო და სისტემური ბარიერებით. კერძოდ, გამოიკვეთა ციფრული ინფრასტრუქტურისა და ტელეფარმაციის განვითარების, ტექნოლოგიური ასიმეტრიისა და პერსონალური მონაცემების დაცვის პრობლემები. მიმოხილვის შედეგად ჩამოყალიბდა რეკომენდაციები ჯანდაცვის პოლიტიკის შემქმნელებისთვის, რომლებიც მიზნად ისახავს ჯანმრთელობის სერვისებზე ხელმისაწვდომობის, ეფექტიანობისა და ჯანდაცვის სისტემის მედეგობის გაუმჯობესებას როგორც მიმდინარე, ისე მომავალი გლობალური ჯანმრთელობის კრიზისების დროს.

საკვანძო სიტყვები: სათემო ფარმაცევტები, პანდემიისთვის მზადყოფნა, COVID-19, საზოგადოებრივი ჯანდაცვა, ვაქცინაცია.

შესავალი

სათემო აფთიაქის ფარმაცევტები მნიშვნელოვან ადგილს იკავებენ ჯანდაცვის სისტემაში, მათი როლი განსაკუთრებით გაიზარდა პანდემიებისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის კრიზისების დროს. ფარმაცევტების სამუშაო არეალის ფართო გეოგრაფიული გავრცელება და მოსახლეობასთან უშუალო კონტაქტი უზრუნველყოფს მათ ხელმისაწვდომობას, რის გამოც ისინი ხშირად არიან ჯანდაცვის პირველი ხაზის პროფესიონალები, რომლებსაც პაციენტები მიმართავენ ჯანმრთელობასთან დაკავშირებული პრობლემების შემთხვევაში. აღნიშნული გარემოება განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს იმ პირობებში, როდესაც ჯანდაცვის სისტემაზე დატვირთვა იზრდება და აუცილებელია სწრაფი და ეფექტიანი მომსახურების უზრუნველყოფა (Claire A. Cadogan & Carmel M. Hughes, 2020; Watson et al., 2019; Pantasri, 2022; WHO, 2020; FIP, 2020) გლობალური ჯანდაცვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევად რჩება ინფექციური დაავადებების გავრცელების კონტროლი და იმუნიზაციის ეფექტიანი განხორციელება. ვაქცინაცია წარმოადგენს დაავადებების პრევენციის ერთ-ერთ ყველაზე ეფექტურ მეთოდს, რომელიც მნიშვნელოვნად ამცირებს როგორც დაავადების გავრცელებას, ისე სიკვდილიანობას. თუმცა, ვაქცინაციის არასაკმარისი დაფარვა კვლავ პრობლემად რჩება, რაც დაკავშირებულია ინფორმაციის დეფიციტთან და საზოგადოების სკეპტიკურ დამოკიდებულებასთან. ამ კონტექსტში ფარმაცევტები აქტიურად მონაწილეობენ საზოგადოების ინფორმირებასა და ვაქცინაციისადმი ნდობის გაზრდაში (Bragazzi, 2019; Le et al., 2022).ჯანდაცვის გლობალური კრიზისების პირობებში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სისტემის მდგრადობასა და მოქნილობას, რაც გულისხმობს არსებული რესურსების ოპტიმალურ გამოყენებას და სხვადასხვა პროფესიონალის კოორდინირებულ თანამშრომლობას. ამ პროცესში სათემო აფთიაქები განიხილება, როგორც ერთ-ერთი ყველაზე ადაპტირებადი და ხელმისაწვდომი რგოლი. მათი ფართო ქსელი, გახანგრძლივებული სამუშაო საათები და საზოგადოებასთან მუდმივი კომუნიკაცია ხელს უწყობს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის საჭიროებებზე სწრაფ რეაგირებას. არსებული მტკიცებულებები ადასტურებს, რომ მათი ეფექტიანი ინტეგრაცია ამცირებს ჯანდაცვის დაწესებულებებზე დატვირთვას და აუმჯობესებს სერვისებზე წვდომას (Aruru et al., 2021; Pantasri, 2022; El Kalach et al., 2025).მიუხედავად აღნიშნული წვლილისა, ფარმაცევტების როლის სრულფასოვანი რეალიზება ბევრ ქვეყანაში კვლავ შეზღუდულია. არსებული მტკიცებულებები მიუთითებს, რომ მათ აქტიურ ჩართულობას აფერხებს სხვადასხვა ორგანიზაციული, საკანონმდებლო და რესურსული ფაქტორი, მათ შორის არასაკმარისი ტრენინგი, პროფესიული როლის არასწორი აღქმა და ჯანდაცვის სისტემასთან სუსტი ინტეგრაცია. აღნიშნული გარემოება მიუთითებს, რომ მათი როლის უფრო სიღრმისეული შესწავლა და ინტეგრაციის გაძლიერება აუცილებელია პანდემიებისთვის ეფექტიანი მზადყოფნის უზრუნველსაყოფად (Bahlol et al., 2024; Durand et al., 2022; Carpenter et al., 2022;)საქართველოს შემთხვევაში სათემო აფთიაქები მნიშვნელოვან როლს

ასრულებდნენ COVID-19 პანდემიის პერიოდში, განსაკუთრებით მედიკამენტების ხელმისაწვდომობის, პაციენტთა კონსულტაციისა და მოსახლეობის ინფორმირების მიმართულებით. კვლევის მიხედვით, პაციენტების 66.9% და ფარმაცევტების 77.1% მიიჩნევდა, რომ ფარმაცევტების მიერ გაცემული რეკომენდაციები მნიშვნელოვან როლს ასრულებდა COVID-19-ის პრევენციაში. (Pruidze et al., 2021).ასევე, შეზღუდულია მონაცემები განვითარებული და დაბალი/საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნების შედარებითი ანალიზის შესახებ, ხოლო საქართველოს მიმართებით ადგილობრივი კვლევები განსაკუთრებით მწირია. წინამდებარე ლიტერატურის მიმოხილვა მიზნად ისახავს სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების როლის ანალიზს გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების პროცესში, მათი ფუნქციების, შესაძლებლობებისა და არსებული გამოწვევების შეფასებას. აღნიშნული საკითხების შესწავლა მნიშვნელოვანია ჯანდაცვის სისტემის მდგრადობის გასაძლიერებლად და მომავალი პანდემიებისთვის ეფექტიანი მზადყოფნის უზრუნველსაყოფად.

მეთოდოლოგია

კვლევა წარმოადგენს ლიტერატურის სისტემატიზებულ მიმოხილვას, რომელიც ეფუძნება 2019–2025 წლებში გამოქვეყნებული საერთაშორისო სამეცნიერო ნაშრომების ანალიზს. ლიტერატურის ძიება განხორციელდა საერთაშორისო მონაცემთა ბაზებში შესაბამისი საკვანძო სიტყვების გამოყენებით. შერჩევა განხორციელდა ჩართვისა და გამორიცხვის წინასწარ განსაზღვრული კრიტერიუმების საფუძველზე, ხოლო მიღებული მონაცემები გაანალიზდა თემატური სინთეზის მეთოდით, რაც უზრუნველყოფდა ფარმაცევტების როლის კომპლექსურ შეფასებას პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების კონტექსტში.

ძიების სტრატეგია

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში განხორციელდა საერთაშორისო სამეცნიერო ლიტერატურის სისტემური ძიება და შერჩეული წყაროების სისტემატიზებული ანალიზი, რომლის მიზანი იყო სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების როლის შეფასება გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების პროცესში. ლიტერატურული ძიება ჩატარდა ოთხ ძირითად ელექტრონულ მონაცემთა ბაზაში: PubMed, Scopus, Web of Science და Google Scholar. აღნიშნული მონაცემთა ბაზები შეირჩა მათი მაღალი აკადემიური სანდოობისა და ჯანდაცვის სფეროში ფართო სამეცნიერო მოცვის გამო. დამატებით გამოყენებულ იქნა საერთაშორისო ორგანიზაციების ოფიციალური ანგარიშები და პოლიტიკის დოკუმენტები, მათ შორის World Health Organization (WHO), International Pharmaceutical Federation (FIP) და Centers for Disease Control and Prevention (CDC), რაც უზრუნველყოფდა კვლევის თემასთან დაკავშირებული გლობალური რეკომენდაციების გათვალისწინებას. ძიება მოიცავდა 2019 წლის იანვრიდან 2026 წლამდე გამოქვეყნებულ ნაშრომებს. საძიებო სტრატეგია ეფუძნებოდა

საკვანძო სიტყვების კომბინაციას Boolean ოპერატორების (AND, OR) გამოყენებით. გამოყენებული საკვანძო სიტყვები მოიცავდა: „community pharmacy“, „pharmacist role“, „public health pharmacy“, „pandemic preparedness“, „COVID-19 response“, „vaccination“, „immunization campaigns“ და „health system resilience“. საჭიროების შემთხვევაში გამოყენებულ იქნა შესაბამისი MeSH ტერმინები.

შერჩევის კრიტერიუმები

ლიტერატურის მიმოხილვაში ჩართული იქნა კვლევები, რომლებიც აკმაყოფილებდნენ შემდეგ კრიტერიუმებს: რეცენზირებული სამეცნიერო სტატიები;

მასალის გამოქვეყნების წლები 2019–2025 ;ინგლისურ ენაზე წარმოდგენილი გამოქვეყნებული მასალები;ფოკუსირებული ფარმაცევტების პროფესიულ როლზე პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების კონტექსტში; მოიცავდა ემპირიულ კვლევებს, სისტემურ მიმოხილვებს, მეტაანალიზებს ან ჯანდაცვის პოლიტიკის ანალიზს;გამორიცხული იქნა კვლევები, რომლებიც:არ იყო რეცენზირებული; ეხებოდა მხოლოდ ლაბორატორიულ ან ტექნოლოგიურ საკითხებს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის კომპონენტის გარეშე; არ მოიცავდა ფარმაცევტების ჩართულობას;წარმოადგენდა მხოლოდ აბსტრაქტს სრული ტექსტის გარეშე.

კვლევების შერჩევა და მონაცემთა ამოკრეფვა

იდენტიფიცირებული კვლევების შერჩევა განხორციელდა ეტაპობრივად. პირველ ეტაპზე შეფასდა ნაშრომების სათაურები და გამოირიცხა თემასთან შეუსაბამო პუბლიკაციები. მეორე ეტაპზე განხორციელდა ანოტაციების (abstract) ანალიზი, ხოლო საბოლოო ეტაპზე შეფასდა სრული ტექსტები შესაბამისობის კრიტერიუმების მიხედვით. ლიტერატურის შერჩევა განხორციელდა სისტემური მიმოხილვებისა და მეტაანალიზებისთვის სასურველი ანგარიშგების პუნქტების- PRISMA-ს (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) პრინციპების შესაბამისად. საწყის ეტაპზე სხვადასხვა მონაცემთა ბაზიდან გამოიკვეთა დაახლოებით 80 სამეცნიერო წყარო. დუბლირებული ჩანაწერების ამოღებისა და სათაურებისა და ანოტაციების პირველადი შეფასების შემდეგ გამოირიცხა თემასთან შეუსაბამო და ჩართვის კრიტერიუმებთან შეუსაბამო კვლევები. დარჩენილი ნაშრომების სრული ტექსტების შეფასების საფუძველზე საბოლოოდ შერჩეული იქნა 65 სამეცნიერო ნაშრომი, რომლებიც აკმაყოფილებდნენ წინასწარ განსაზღვრულ ჩართვის კრიტერიუმებს და გამოყენებულ იქნა წინამდებარე ლიტერატურის მიმოხილვაში. საბოლოოდ შერჩეული კვლევები განისაზღვრა მათი თემატური შესაბამისობისა და მეთოდოლოგიური ხარისხის მიხედვით.მონაცემთა ამოღება განხორციელდა სტრუქტურირებულად და მოიცავდა შემდეგ ინფორმაციას: კვლევის ავტორი, გამოქვეყნების წელი, კვლევის დიზაინი, გეოგრაფიული ლოკაცია, ფარმაცევტების როლი პანდემიის დროს, ვაქცინაციის პროცესში ჩართულობა და ძირითადი მიგნებები. მიღებული მონაცემები გაანალიზდა

თემატურად, რაც პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების კონტექსტში ფარმაცევტების როლის მრავალმხრივი შეფასების საშუალებას იძლეოდა. შერჩეული კვლევები მოიცავდა სხვადასხვა გეოგრაფიულ რეგიონებს, მათ შორის განვითარებულ და განვითარებად ქვეყნებს, რაც უზრუნველყოფდა ფარმაცევტების როლის გლობალურ შეფასებას.

მონაცემთა სინთეზი

შერჩეული ლიტერატურის ანალიზი განხორციელდა თემატური სინთეზის მეთოდის გამოყენებით. მონაცემები დაჯგუფდა ძირითადი თემების მიხედვით, რაც მოიცავდა სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების როლს პანდემიების დროს, მათ ჩართულობას ვაქცინაციის პროგრამებში, საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერას და ჯანდაცვის სისტემის მდგრადობაზე გავლენას.სინთეზის პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო სხვადასხვა ქვეყნის გამოცდილების შედარებით ანალიზს, რაც ფარმაცევტების როლის მრავალმხრივი შეფასების საშუალებას იძლეოდა გლობალურ კონტექსტში. მიღებული შედეგების ინტერპრეტაცია ნარატიული სინთეზის საფუძველზე განვახორციელეთ, რაც უზრუნველყოფდა სხვადასხვა კვლევაში წარმოდგენილი მიგნებების ინტეგრირებულ გააზრებას.მონაცემთა სინთეზის პროცესში ასევე შეფასდა კვლევებს შორის არსებული მსგავსებები და განსხვავებები, რაც ხელს უწყობდა ძირითადი ტენდენციების, გამოწვევებისა და შესაძლებლობების იდენტიფიცირებას პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების კონტექსტში.

ეთიკური საკითხები

წინამდებარე კვლევა წარმოადგენს ლიტერატურის მიმოხილვას და ეფუძნება უკვე გამოქვეყნებული სამეცნიერო ნაშრომებისა და საჯაროდ ხელმისაწვდომი მონაცემების ანალიზს. შესაბამისად, კვლევის ფარგლებში ადამიანის მონაწილეობით კვლევა არ განხორციელებულა და არ გამოყენებულა პერსონალური ან იდენტიფიცირებადი მონაცემები. ზემოაღიშნულის გამო, ეთიკური კომიტეტის მხრიდან, დამატებითი ნებართვა არ იყო საჭირო. მიუხედავად ამისა, კვლევის პროცესში დაცული იყო აკადემიური კეთილსინდისიერების პრინციპები, მათ შორის გამოყენებული ლიტერატურის სწორი ციტირება და ავტორების ინტელექტუალური საკუთრების პატივისცემა.

შედეგები:წინამდებარე ლიტერატურის მიმოხილვამ გამოავლინა, რომ სათემო ფარმაცევტები მნიშვნელოვან და მრავალმხრივ ფუნქციებს ასრულებენ გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების პროცესში. გაანალიზებული კვლევები აჩვენებს, რომ მათი საქმიანობა მოიცავს როგორც ტრადიციულ ფარმაცევტულ მომსახურებას, ისე გაფართოებულ საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ფუნქციებს, რაც მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ჯანდაცვის სისტემის ფუნქციონირებასა და სერვისებზე წვდომაზე.

მედიკამენტების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა

ლიტერატურის ანალიზმა აჩვენა, რომ პანდემიის პერიოდში ფარმაცევტების ერთ-ერთი მთავარი ფუნქცია იყო მედიკამენტების უწყვეტი მიწოდების უზრუნველყოფა. COVID-19 პანდემიის დროს მნიშვნელოვნად გაიზარდა მედიკამენტებზე მოთხოვნა, რაც რიგ შემთხვევებში იწვევდა დეფიციტს, განსაკუთრებით ტკივილგამაყუჩებლების, ანტიბიოტიკებისა და გაციების საწინააღმდეგო პრეპარატების მიმართულებით (Zaidi & Hasan, 2021; Visacri et al., 2021; Aburas & Alshammari, 2020)ფარმაცევტები აქტიურად იყვნენ ჩართული მედიკამენტების მარაგის მართვაში, პაციენტების ინფორმირებაში და არასაჭირო მარაგების დაგროვების პრევენციაში, რაც ხელს უწყობდა რესურსების უფრო ეფექტიან განაწილებას კრიზისულ პირობებში (Cadogan & Hughes, 2020). განსაკუთრებული მნიშვნელობა ჰქონდა ქრონიკული დაავადებების მქონე პაციენტებისთვის მედიკამენტების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფას, რაც უზრუნველყოფდა მათი ჯანმრთელობის მდგომარეობის სტაბილურობას (Zaidi & Hasan, 2021; Aruru et al., 2021; Watson et al., 2019; Pantasri, 2022; WHO, 2020) ირლანდიასა და პორტუგალიაში ფარმაცევტები აქტიურად იყვნენ ჩართული მედიკამენტების მარაგის მართვაში, პაციენტების ინფორმირებაში და არასაჭირო მარაგების დაგროვების პრევენციაში, რაც ხელს უწყობდა რესურსების უფრო ეფექტიან განაწილებას კრიზისულ პირობებში (Cadogan & Hughes, 2020; Costa et al., 2022).

აშშ-სა და კანადაში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობოდა ქრონიკული დაავადებების მქონე პაციენტებისთვის მედიკამენტების უწყვეტ მიწოდებას, რადგან მკურნალობის შეწყვეტა ზრდიდა ჰოსპიტალიზაციისა და გართულებების რისკს. ამ პროცესში ფარმაცევტები უზრუნველყოფდნენ როგორც მედიკამენტების ხელმისაწვდომობას, ისე პაციენტების მდგომარეობის მონიტორინგს (Watson et al., 2019; Bullen et al., 2021).აზიის ქვეყნებში, მათ შორის მალაიზიასა და ტაილანდში, ფარმაცევტების როლი განსაკუთრებით გამოიკვეთა პირველადი ჯანდაცვის გადატვირთვის ფონზე, როდესაც სათემო აფთიაქები ხშირად წარმოადგენდნენ მოსახლეობისათვის ყველაზე ხელმისაწვდომ ჯანდაცვის წერტილს. ისინი აქტიურად მონაწილეობდნენ მედიკამენტების მიწოდების უწყვეტობის უზრუნველყოფასა და პაციენტების პირველადი კონსულტაციის პროცესში (Pantasri, 2022; Kua & Lee, 2021; Tan et al., 2022). დაბალი და საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნებში, განსაკუთრებით აფრიკის რეგიონში, მედიკამენტების ხელმისაწვდომობის პრობლემა უფრო მწვავედ გამოვლინდა. ამ პირობებში ფარმაცევტების ჩართულობა მნიშვნელოვანი იყო როგორც აუცილებელი პრეპარატების ხელმისაწვდომობის, ისე საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის მიმართულებით, განსაკუთრებით რესურსებით შეზღუდულ გარემოში (Hedima & Okoro, 2025; Aruru et al., 2021; WHO, 2020). გარდა ამისა, ტაილანდსა და მალაიზიაშიფარმაცევტებმა აქტიურად გამოიყენეს ციფრული პლატფორმები, ტელეფარმაცია და მედიკამენტების სახლში მიწოდების სერვისები, რაც განსაკუთრებით

მნიშვნელოვანი იყო ქრონიკული დაავადებების მქონე და იზოლაციაში მყოფი პაციენტებისთვის. აღნიშნული მიდგომა ხელს უწყობდა როგორც მკურნალობის უწყვეტობას, ისე ჯანდაცვის სისტემაზე არსებული დატვირთვის შემცირებას (Pantasri, 2022; Visacri et al., 2021;)

პაციენტთა კონსულტაცია და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერა კვლევების მიხედვით, სათემო აფთიაქები ხშირად წარმოადგენდნენ პაციენტებისთვის პირველ საკონტაქტო წერტილს. ფარმაცევტები აქტიურად მონაწილეობდნენ პაციენტთა კონსულტაციაში, სიმპტომების შეფასებასა და საჭიროების შემთხვევაში პაციენტების შესაბამის სამედიცინო დაწესებულებებში გადამისამართებაში (Aruru et al., 2021., Pantasri, 2022)მათ ასევე მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერაში, მათ შორის ჰიგიენური რეკომენდაციების გავრცელებასა და ინფექციის პრევენციის ღონისძიებების პოპულარიზაციაში. გარდა ამისა, ფარმაცევტები უზრუნველყოფდნენ სანდო ინფორმაციის მიწოდებას, რაც ამცირებდა დეზინფორმაციის გავრცელებას პანდემიის პერიოდში (Mashuri et al., 2022; Pantasri, 2022; Visacri et al., 2021; Hoti et al., 2020) განსაკუთრებით აღსანიშნავია International Pharmaceutical Federation (FIP)-ის რეკომენდაციები, რომლებიც პანდემიის პერიოდში საერთაშორისო დონეზე ფარმაცევტების საქმიანობის ერთ-ერთ ძირითად სახელმძღვანელოს წარმოადგენდა. FIP ხაზს უსვამდა ფარმაცევტების როლს მოსახლეობის ინფორმირებაში, პრევენციული ღონისძიებების მხარდაჭერაში, საეჭვო შემთხვევების იდენტიფიცირებასა და შესაბამის სამედიცინო დაწესებულებებში დროულ გადამისამართებაში. ამასთანავე, რეკომენდაციები მოიცავდა აუცილებელი სამედიცინო პროდუქტების მარაგის ეფექტიან მართვას, ინფექციის პრევენციის ღონისძიებების დაცვასა და საზოგადოებაში პანიკის შემცირებას სანდო ინფორმაციის გავრცელების გზით (FIP, 2020; Song et al., 2022).WHO-ისა და CDC-ის რეკომენდაციების თანახმად, პანდემიის პირობებში, ფარმაცევტების ჩართულობა განსაკუთრებით იზრდება გადატვირთული ჯანდაცვის სისტემების ფონზე. ისინი უზრუნველყოფენ პაციენტთა კონსულტაციას, სიმპტომების შეფასებასა და იძლევიან რეკომენდაციებს შესაბამისი მოქმედებების ჩასატარებლად. ვაქცინაციის პროცესში აქტიური მონაწილეობით ხელს უწყობენ ინფექციის პრევენციას.

ვაქცინაციის პროცესში ჩართულობა

ლიტერატურის მიმოხილვამ აჩვენა, რომ ფარმაცევტები აქტიურად იყვნენ ჩართული ვაქცინაციის პროგრამებში და მათი მონაწილეობა მნიშვნელოვნად უკავშირდებოდა ვაქცინაციის მაჩვენებლების ზრდას, იმუნიზაციის სერვისებზე ხელმისაწვდომობის გაუმჯობესებასა და მოსახლეობის ვაქცინაციისადმი ნდობის გაძლიერებას (Le et al., 2022; Rahim et al., 2024). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო სათემო აფთიაქების როლი აშშ-ში, კანადასა და ავსტრალიაში სადაც პირველადი ჯანდაცვის სხვა სერვისები შეზღუდული იყო, რადგან აფთიაქები მოსახლეობისთვის ყველაზე ხელმისაწვდომ

ჯანდაცვის წერტილს წარმოადგენდნენ.COVID-19 პანდემიის პერიოდში სათემო აფთიაქები მნიშვნელოვან როლს ასრულებდნენ როგორც ვაქცინაციის უშუალო განხორციელებაში, ისე მოსახლეობის ინფორმირებაში, ვაქცინაციისადმი სკეპტიციზმის შემცირებასა და დეზინფორმაციის წინააღმდეგ ბრძოლაში. კვლევები მიუთითებს, რომ ფარმაცევტების ჩართულობა განსაკუთრებით ეფექტური იყო ხანდაზმულ მოსახლეობასა და ქრონიკული დაავადებების მქონე პაციენტებში, სადაც ვაქცინაციის დაბალი მაჩვენებლები მნიშვნელოვან რისკს ქმნიდა (Skoy et al., 2023; Amare et al., 2025; Doherty & Privor-Dumm, 2024).ამასთანავე, ფარმაცევტების მონაწილეობა ხელს უწყობდა ვაქცინაციის პროცესის დეცენტრალიზაციას, ამცირებდა ჰოსპიტალურ დაწესებულებებზე დატვირთვას და ზრდიდა იმუნიზაციის პროგრამების ეფექტიანობას. თუმცა, რიგ ქვეყნებში, იორდანიაში, საუდის არაბეთსა და იტალიაში მათი ჩართულობა კვლავ შეზღუდული იყო საკანონმდებლო ბარიერებით, არასაკმარისი ტრენინგით, ვაქცინაციის სერვისების ადმინისტრირების უფლებების ნაკლებობითა და სისტემური მხარდაჭერის არასაკმარისი დონით (Carpenter et al., 2022; Alnahar et al., 2022; Bacci et al., 2023).

ფარმაცევტული სერვისების გაფართოება და ინოვაცია

COVID-19 პანდემიის პერიოდში ონლაინ აფთიაქები და დისტანციური ფარმაცევტული სერვისები მოსახლეობისთვის მედიკამენტებსა და პროფესიულ კონსულტაციაზე ხელმისაწვდომობის მნიშვნელოვან საშუალებად ჩამოყალიბდა. საზოგადოებრივმა აფთიაქებმა აქტიურად დანერგეს ინოვაციური სერვისები, მათ შორის დისტანციური კონსულტაციები, ტელეფარმაცია, ელექტრონული რეცეპტების მართვა და მედიკამენტების სახლში მიწოდება, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი იყო ქრონიკული დაავადებების მქონე, ხანდაზმული და იზოლაციაში მყოფი პაციენტებისთვის. აღნიშნულმა სერვისებმა შეამცირა ჯანდაცვის დაწესებულებებზე დატვირთვა და გააუმჯობესა პაციენტთა უსაფრთხოება (Costa et al., 2022; Visacri et al., 2021; Pantasri, 2022; Cadogan & Hughes, 2020).ამასთანავე, ფართოდ დაინერგა ინფექციის პრევენციის ღონისძიებები, მათ შორის დამცავი ბარიერები, მომხმარებელთა ნაკადის კონტროლი და რეგულარული დეზინფექცია, რამაც კიდევ უფრო გააძლიერა ფარმაცევტული მომსახურების ეფექტიანობა (Hayden & Parkin, 2020; Hoti et al., 2020; Zaidi & Hasan, 2021).

ფარმაცევტების ცოდნა და პროფესიული მზადყოფნა

კვლევების მიხედვით, სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების უმრავლესობას ჰქონდა საკმარისი ცოდნა COVID-19-ის გადაცემის გზების, პრევენციული ღონისძიებებისა და ინფექციის კონტროლის შესახებ, რაც მნიშვნელოვანი იყო პანდემიის პერიოდში ეფექტიანი მომსახურების უზრუნველსაყოფად (Chen et al., 2024; Basheti et al., 2020). მათ აქტიურად გამოიყენეს პერსონალური დამცავი საშუალებები, ინფექციის პრევენციის

პრაქტიკა და პაციენტთა სწორი ინფორმირების მექანიზმები, რაც ხელს უწყობდა როგორც საკუთარი, ისე მოსახლეობის უსაფრთხოების დაცვას.თუმცა, ლიტერატურა მიუთითებს განსხვავებაზე თეორიულ ცოდნასა და პრაქტიკულ ჩართულობას შორის, განსაკუთრებით ვაქცინაციის პროცესში, გადაუდებელი მართვისა და კრიზისულ სიტუაციებში გადაწყვეტილების მიღების მიმართულებით. აღნიშნული გარემოება ხაზს უსვამს დამატებითი ტრენინგების, უწყვეტი პროფესიული განათლების (CPD) და პრაქტიკული გამოცდილების აუცილებლობას (Bahlol et al., 2024; Suleiman et al., 2022; FIP, 2020).

გამოწვევები და ბარიერები

მიუხედავად ფარმაცევტების აქტიური ჩართულობისა, პანდემიის პერიოდში მათი საქმიანობა მნიშვნელოვნად შეზღუდული იყო სხვადასხვა სისტემური და ორგანიზაციული ბარიერებით. კვლევები მიუთითებს რესურსების დეფიციტზე, მედიკამენტებისა და პერსონალური დამცავი საშუალებების არასაკმარის ხელმისაწვდომობაზე, რაც აფერხებდა უსაფრთხო და ეფექტიანი მომსახურების მიწოდებას (Mashuri et al., 2022; Zaidi & Hasan, 2021). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი პრობლემა იყო ინსტიტუციური მხარდაჭერის დაბალი დონე, არასაკმარისი საკანონმდებლო ჩართულობა და ფარმაცევტების როლის არასრულფასოვანი აღიარება ჯანდაცვის სისტემაში, რაც ზღუდავდა მათი პროფესიული შესაძლებლობების სრულ გამოყენებას (Durand et al., 2022; Bahlol et al., 2024). ასევე მნიშვნელოვანი გამოწვევა იყო სამუშაო დატვირთვის მკვეთრი ზრდა, ხანგრძლივი სამუშაო საათები და პროფესიული სტრესი, რაც უარყოფითად აისახებოდა ფარმაცევტების ფსიქოლოგიურ კეთილდღეობასა და სამუშაო ეფექტიანობაზე (Jovičić-Bata et al., 2021; Moustafa et al., 2025). დამატებით სირთულეს წარმოადგენდა სწრაფად ცვალებადი გაიდლაინები, არასაკმარისი კომუნიკაცია ჯანდაცვის სხვა რგოლებთან და გადაუდებელი სიტუაციების მართვისთვის შეზღუდული პრაქტიკული მზადყოფნა, რაც კიდევ ერთხელ უსვამს ხაზს ძლიერი ინსტიტუციური მხარდაჭერის, პროფესიული ტრენინგებისა და ჯანდაცვის სისტემასთან უკეთესი ინტეგრაციის აუცილებლობას (Durand et al., 2022; FIP, 2020; WHO, 2020)COVID-19 პანდემიის დასრულების შემდეგ, ტელეფარმაციისა და ონლაინ ფარმაცევტული სერვისების გამოყენება მრავალ ქვეყანაში, მათ შორის აშშ-ში, კანადაში, ავსტრალიასა და ტაილანდში ნაწილობრივ შენარჩუნდა, განსაკუთრებით ქრონიკული დაავადებების მქონე, ხანდაზმული და გეოგრაფიულად იზოლირებული პაციენტების მომსახურების მიმართულებით. კვლევები მიუთითებს, რომ დისტანციური ფარმაცევტული კონსულტაციები და მედიკამენტების სახლში მიწოდების სერვისები პაციენტებისთვის უფრო მოსახერხებელ და ხელმისაწვდომ მოდელად ჩამოყალიბდა, რამაც ხელი შეუწყო ფარმაცევტული მომსახურების ციფრულ ტრანსფორმაციას. თუმცა, post-COVID პერიოდში მათი ფართო ინტეგრაცია რიგ ქვეყნებში კვლავ შეზღუდულია სამართლებრივი რეგულაციების, ციფრული

ინფრასტრუქტურის, პერსონალური მონაცემების დაცვის საკითხებისა და ტექნოლოგიური ხელმისაწვდომობის პრობლემების გამო (Warr et al., 2023; Muscat et al., 2024; Pantasri, 2022). ასევე, იორდანიაში, ნიგერიასა და მალაიზიაში ჩატარებული კვლევები მიუთითებს, რომ პანდემიის დასრულების შემდეგ ტელეფარმაციის გამოყენების ინტენსივობა ნაწილობრივ შემცირდა, განსაკუთრებით იმ ქვეყნებში, სადაც ჯანდაცვის სისტემა კვლავ ტრადიციულ პირისპირ მომსახურებაზეა ორიენტირებული. მიუხედავად ამისა, საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, რომ ტელეფარმაცია და ჰიბრიდული ფარმაცევტული მომსახურება მნიშვნელოვან რესურსად რჩება მომავალი საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის კრიზისებისა და პანდემიური მზადყოფნისათვის (Tan et al., 2022; Itani et al., 2021; Jegede et al., 2025).

გლობალური გამოცდილება და სისტემური მნიშვნელობა

საერთაშორისო ორგანიზაციებიც, მათ შორის WHO და FIP, ხაზს უსვამენ სათემო აფთიაქების სისტემურ მნიშვნელობას და მათ ინტეგრაციას განიხილავენ როგორც ჯანდაცვის მდგრადობისა და მომავალი პანდემიებისთვის მზადყოფნის მნიშვნელოვან სტრატეგიულ მიმართულებას, რასაც ასევე ადასტურებს თანამედროვე ლიტერატურა ფარმაცევტების გაფართოებული როლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერის შესახებ (WHO, 2020; FIP, 2020; Muscat et al., 2024; Warr et al., 2023)ირლანდიის, პორტუგალიის, აშშ-ისა და ტაილანდის ქვეყნის გამოცდილება აჩვენებს, რომ სათემო აფთიაქები წარმოადგენს ჯანდაცვის სისტემის ერთ-ერთ ყველაზე მოქნილ, ადაპტირებად და ხელმისაწვდომ კომპონენტს, განსაკუთრებით პანდემიური კრიზისების პერიოდში. განვითარებულ ქვეყნებში ფარმაცევტები აქტიურად მონაწილეობენ არა მხოლოდ მედიკამენტების მიწოდებაში, არამედ ვაქცინაციის პროგრამებში, პაციენტთა კონსულტაციაში, დაავადებების პრევენციასა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერაში (Costa et al., 2022; Le et al., 2022). განსაკუთრებით დაბალი და საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნებში სათემო აფთიაქები ხშირად წარმოადგენს პირველადი ჯანდაცვის ყველაზე ხელმისაწვდომ წერტილს, სადაც მოსახლეობა იღებს როგორც ფარმაცევტულ, ისე პირველადი ჯანმრთელობის დაცვის მომსახურებას (Hedima & Okoro, 2025; Pantasri, 2022). გაანალიზებული კვლევები მიუთითებს, რომ ფარმაცევტების უფრო აქტიური ინტეგრაცია ჯანდაცვის სისტემაში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს პანდემიებისთვის მზადყოფნას, ამცირებს ჰოსპიტალურ სექტორზე დატვირთვას და ზრდის კრიზისულ სიტუაციებში რეაგირების ეფექტიანობას (Aruru et al., 2021; El Kalach et al., 2025).

განხილვა

ლიტერატურა მიუთითებს, რომ სათემო აფთიაქის პრაქტიკაში მიმდინარე ცვლილებები წარმოადგენს ერთგვარ პარადიგმულ გარდაქმნას, სადაც ფარმაცევტები განიხილებიან არა მხოლოდ როგორც მედიკამენტების გამცემი სპეციალისტები, არამედ როგორც

საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის აქტიური მონაწილეები. წინამდებარე ლიტერატურის მიმოხილვის შედეგები ნათლად აჩვენებს, რომ სათემო აფთიაქების ფარმაცევტები ასრულებენ მრავალმხრივ და სტრატეგიულ როლს გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების პროცესში. მიღებული მიგნებები ადასტურებს, რომ მათი საქმიანობა მნიშვნელოვნად სცდება ტრადიციულ ფარმაცევტულ მომსახურებას და მოიცავს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერის, პრევენციული ღონისძიებების განხორციელებისა და ჯანდაცვის სისტემის ფუნქციონირების უზრუნველყოფის ფართო სპექტრს.

ლიტერატურაში წარმოდგენილი მიგნებების შედარებითი ანალიზი

ლიტერატურის ანალიზი მიუთითებს, რომ მიუხედავად ფარმაცევტების როლის ფართო აღიარებისა პანდემიური რეაგირების პროცესში, მათი ჩართულობის მასშტაბი და ხასიათი მნიშვნელოვნად ვარირებს სხვადასხვა კვლევაში. რიგი კვლევები ხაზს უსვამს მათ მნიშვნელოვან გავლენას ვაქცინაციის მაჩვენებლების ზრდასა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერაზე (Le et al., 2022; Pantasri, 2022), მაშინ როდესაც სხვა ნაშრომები მიუთითებს, რომ მათი პრაქტიკული ჩართულობა ხშირად შეზღუდულია სისტემური და ორგანიზაციული ბარიერებით (Bahlol et al., 2024; Durand et al., 2022). ქვეყნებს შორის აღნიშნული განსხვავება ძირითადად განპირობებულია ჯანდაცვის სისტემის სტრუქტურით, საკანონმდებლო ჩარჩოთი და პროფესიული ავტონომიის დონით. განვითარებულ ქვეყნებში ფარმაცევტებს ხშირად აქვთ გაფართოებული პროფესიული უფლებამოსილება, მათ შორის ვაქცინაციის ჩატარების უფლება, ქრონიკული დაავადებების მონიტორინგი და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის პროგრამებში აქტიური მონაწილეობა. დაბალი და საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნებში მათი საქმიანობა ხშირად უფრო მეტად მედიკამენტების მიწოდებითა და პირველადი კონსულტაციით შემოიფარგლება, რაც რესურსების სიმწირესა და სისტემურ შეზღუდვებთან არის დაკავშირებული (Watson et al., 2019; Bullen et al., 2021; Kua & Lee, 2021).საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, რომ ფარმაცევტების სრულფასოვანი ინტეგრაცია ვაქცინაციის პროგრამებში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის შედეგებს და წარმოადგენს პანდემიური მზადყოფნის მნიშვნელოვან კომპონენტს, განსაკუთრებით რესურსებით შეზღუდულ გარემოში (Bragazzi, 2019; FIP, 2020; WHO, 2020; Carpenter et al., 2022).მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოში COVID-19 პანდემიის პერიოდში ფარმაცევტების როლის შესახებ გარკვეული მონაცემები არსებობს, განსაკუთრებით სათემო აფთიაქების პრაქტიკული გამოცდილებისა და პაციენტთა დამოკიდებულებების მიმართულებით, მსგავსი კვლევები მაინც შეზღუდულია. შესაბამისად, მნიშვნელოვანია მომავალში განხორციელდეს უფრო ფართომასშტაბიანი ადგილობრივი კვლევები, რომლებიც შეაფასებს ფარმაცევტების როლს ეროვნულ დონეზე და მათ ინტეგრაციას საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის სისტემაში (Pruidze et al., 2021).

საქართველოს კონტექსტი და არსებული გამოწვევები

მიუხედავად იმისა, რომ საქართველოს შესახებ ფარმაცევტებზე ფოკუსირებული კვლევები საერთაშორისო სამეცნიერო მონაცემთა ბაზებში შეზღუდულად არის წარმოდგენილი, ადგილობრივი ორგანიზაციებისა და კვლევითი ინსტიტუტების, მათ შორის „ფონდი კურაციოს“, ანგარიშები და პოლიტიკის დოკუმენტები მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა COVID-19-ის პერიოდში ჯანდაცვის სისტემის გამოწვევებისა და პირველადი ჯანდაცვის სერვისების ფუნქციონირების შესახებ. აღნიშნული მასალები მნიშვნელოვანია საქართველოს კონტექსტის უფრო სრულყოფილი ანალიზისა და საერთაშორისო გამოცდილებასთან შედარებისთვის.საქართველოში სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების ჩართულობა ვაქცინაციის პროცესში კვლავ შეზღუდულია, რადგან მოქმედი საკანონმდებლო ჩარჩო მათ ვაქცინაციის დამოუკიდებლად ჩატარების უფლებას არ ანიჭებს. მათი როლი ძირითადად პაციენტების ინფორმირებითა და შესაბამის სამედიცინო დაწესებულებებში გადამისამართებით შემოიფარგლება, მაშინ როცა მრავალ ქვეყანაში ფარმაცევტები უშუალოდ მონაწილეობენ იმუნიზაციის პროგრამებში (Carpenter et al., 2022; Le et al., 2022).ასევე, პრობლემად რჩება პროფესიული ავტონომიის დაბალი დონე, რადგან ფარმაცევტები ხშირად მხოლოდ მედიკამენტების გამცემ სპეციალისტებად აღიქმებიან და არა საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის აქტიურ მონაწილეებად. ეს ზღუდავს მათ უფრო ფართო კლინიკურ ჩართულობას.

COVID-19 პანდემიის პერიოდში საქართველოში მნიშვნელოვნად გაიზარდა დისტანციური ჯანდაცვისა და ონლაინ ფარმაცევტული სერვისების საჭიროება. მიუხედავად იმისა, რომ ტელეფარმაცია და ონლაინ ფარმაცია ქვეყანაში ჯერ კიდევ განვითარების საწყის ეტაპზეა, პანდემიამ ცხადყო მათი მნიშვნელობა ქრონიკული დაავადებების მქონე, იზოლაციაში მყოფი და გეოგრაფიულად დაშორებული პაციენტებისთვის. ადგილობრივი ანგარიშები და ჯანდაცვის სექტორის შეფასებები მიუთითებს, რომ მსგავსი სერვისების განვითარება მომავალში მნიშვნელოვან როლს გშეასრულებს ჯანდაცვის სერვისებზე ხელმისაწვდომობისა და პანდემიური მზადყოფნის გაუმჯობესებაში. მნიშვნელოვან გამოწვევას წარმოადგენს უწყვეტი პროფესიული განათლების (CPD) სისტემაც, რომელიც საქართველოში ჯერ კიდევ არასაკმარისად არის განვითარებული პრაქტიკული უნარების მიმართულებით. განსაკუთრებით საჭიროა ვაქცინაციის, გადაუდებელი მართვისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მიმართულებით უფრო ძლიერი და პრაქტიკაზე ორიენტირებული ტრენინგები, რაც ფარმაცევტების პანდემიური მზადყოფნის ხარისხს მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს (Bahlol et al., 2024; Suleiman et al., 2022; FIP, 2020).საქართველოში ჩატარებული კვლევის მიხედვით, COVID-19 პანდემიის პერიოდში აფთიაქში გაციებისა და გრიპის სიმპტომებით მისული 50 პაციენტიდან 41-ს მხოლოდ მსუბუქი სიმპტომები აღენიშნებოდა, ხოლო 9 პაციენტს სავარაუდოდ ჰქონდა COVID-19-ის ნიშნები და ისინი ექიმთან გადაამისამართეს. კვლევამ აჩვენა, რომ ფარმაცევტები მნიშვნელოვან როლს

ასრულებდნენ არა მხოლოდ მედიკამენტების გაცემაში, არამედ პაციენტის პირველადი შეფასების, რისკ-ფაქტორების გამოვლენისა და დროული გადამისამართების პროცესში, რაც კიდევ უფრო აძლიერებს სათემო აფთიაქების მნიშვნელობას პანდემიური მზადყოფნის სისტემაში (Nemsitsveridze et al., 2020).ეს მიუთითებს, რომ საქართველოში ფარმაცევტების პროფესიული როლი ჯერ კიდევ სრულად არ არის ინტეგრირებული საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის სისტემაში, რაც მნიშვნელოვნად ზღუდავს მათი პოტენციალის გამოყენებას პანდემიური მზადყოფნის პროცესში. დამატებით, ადგილობრივი კვლევების სიმწირე ართულებს ფარმაცევტების რეალური როლისა და მათი პანდემიური მზადყოფნის ობიექტურ შეფასებას ეროვნულ დონეზე. შესაბამისად, აუცილებელია როგორც საკანონმდებლო რეფორმები, ისე პრაქტიკაზე ორიენტირებული უწყვეტი პროფესიული განათლების გაძლიერება, რათა ფარმაცევტების პროფესიული შესაძლებლობები სრულად იქნას გამოყენებული საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვისა და პანდემიური მზადყოფნის სისტემაში.

პოლიტიკის ცვლილებების აუცილებლობა

საქართველოს შემთხვევაში ფარმაცევტების ეფექტიანი ინტეგრაციისთვის აუცილებელია საკანონმდებლო და ინსტიტუციური ცვლილებები. მნიშვნელოვანია ვაქცინაციის პროგრამებში მათი უფრო აქტიური ჩართვა, შესაბამისი სერტიფიცირებული ტრენინგების დანერგვა და უწყვეტი პროფესიული განათლების (CPD) სისტემის გაძლიერება. ასევე საჭიროა ტელეფარმაციის სამართლებრივი რეგულირება და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის პოლიტიკაში ფარმაცევტების უფრო მკაფიო როლის განსაზღვრა. მსგავსი ცვლილებები მნიშვნელოვნად გააძლიერებს როგორც პანდემიური მზადყოფნის სისტემას, ისე ჯანდაცვის სექტორის საერთო მდგრადობას (WHO, 2020; FIP, 2020; Muscat et al., 2024).COVID-19 პანდემიამ ნათლად აჩვენა, რომ ფარმაცევტები მხოლოდ მედიკამენტების გამცემი სპეციალისტები არ არიან. ისინი წარმოადგენენ საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მნიშვნელოვან სტრატეგიულ რესურსს, რომელსაც შეუძლია შეამციროს ჯანდაცვის სისტემაზე დატვირთვა, გააუმჯობესოს ვაქცინაციის მოცვა და უზრუნველყოს მოსახლეობის სწრაფი წვდომა სანდო სამედიცინო დახმარებაზე. ამიტომ მათი უფრო ძლიერი ინტეგრაცია არა მხოლოდ მიმდინარე, არამედ მომავალი გლობალური ჯანმრთელობის კრიზისებისთვისაც აუცილებელია (Warr et al., 2023; Muscat et al., 2024).საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, რომ ფარმაცევტების გაფართოებული პროფესიული ჩართულობა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ჯანდაცვის სისტემის მდგრადობას, რის გამოც საქართველოსთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ამ მიმართულებით სისტემური რეფორმების განხორციელება. გარდა ტრადიციული ფარმაცევტული ფუნქციებისა, პანდემიის პერიოდში სათემო აფთიაქების ფარმაცევტებმა შეასრულეს არაერთი დამატებითი საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ფუნქცია, რაც კიდევ უფრო უსვამს ხაზს მათი პროფესიული როლის გაფართოებას. მათ მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს მცირე

სიმპტომების მქონე პაციენტების პირველადი მართვის პროცესში, ქრონიკული დაავადებების მქონე პაციენტებისთვის მედიკამენტების განახლების უზრუნველყოფაში და მოსახლეობისათვის ხელმისაწვდომი კონსულტაციების მიწოდებაში. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მათი როლი ჯანდაცვის თანასწორობის უზრუნველყოფაში, რადგან სათემო აფთიაქები ხშირად წარმოადგენს ყველაზე ხელმისაწვდომ ჯანდაცვის წერტილს სოციალურად დაუცველი, გეოგრაფიულად იზოლირებული და ეთნიკური უმცირესობების წარმომადგენელი მოსახლეობისთვის. საერთაშორისო გამოცდილება ასევე აჩვენებს, რომ ფარმაცევტები აქტიურად მონაწილეობდნენ პერსონალური დამცავი საშუალებების (PPE) განაწილებაში, საზოგადოებრივი განათლების პროცესში და ვაქცინაციასთან დაკავშირებული დეზინფორმაციის შემცირებაში, რაც კიდევ უფრო აძლიერებს მათ მნიშვნელობას პანდემიური მზადყოფნის სისტემაში.სათემო აფთიაქების ფარმაცევტების აქტიური ჩართულობა საზოგადოებრივ ჯანდაცვაში მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს ჯანდაცვის სისტემის ეფექტიანობას, ხელმისაწვდომობასა და მდგრადობას. ისინი უზრუნველყოფენ მედიკამენტების უწყვეტ მიწოდებას, პაციენტთა პირველადი კონსულტაციას, სიმპტომების შეფასებასა და საჭიროების შემთხვევაში შესაბამის სამედიცინო დაწესებულებებში დროულ გადამისამართებას. ასევე, ფარმაცევტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ვაქცინაციის პროგრამებში, დეზინფორმაციის შემცირებასა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის განათლებაში.განსაკუთრებით პანდემიის პერიოდში სათემო აფთიაქები ხშირად წარმოადგენდნენ ყველაზე ხელმისაწვდომ ჯანდაცვის წერტილს, რაც ამცირებდა ჯანდაცვის სისტემაზე დატვირთვას და აუმჯობესებდა სერვისებზე წვდომას. შესაბამისად, მათი ეფექტიანი ინტეგრაცია არა მხოლოდ აძლიერებს პანდემიურ მზადყოფნას, არამედ ხელს უწყობს ჯანდაცვის სისტემის გრძელვადიან მდგრადობასა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის დაცვის ხარისხის გაუმჯობესებას.

რეკომენდაციები საზოგადოებრივი ჯამრთლობის პოლიტიკის შექმნელებისათვის:

1.1.1. *სათემო ფარმაცევტების როლის ოფიციალური აღიარება პანდემიური მზადყოფნისა და რეაგირების პოლიტიკაშისაჭიროა სათემო ფარმაცევტების ფუნქციების მკაფიო განსაზღვრა საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნულ სტრატეგიებსა და პანდემიური მზადყოფნის გეგმებში, რათა ისინი აღიარებულნი იყვნენ როგორც ჯანდაცვის სისტემის მნიშვნელოვანი სტრატეგიული რესურსი და არა მხოლოდ მედიკამენტების გამცემი სპეციალისტები.*

1.1.2. ***საკანონმდებლო და ინსტიტუციური ცვლილებების განხორციელება***

აუცილებელია ისეთი სამართლებრივი და ინსტიტუციური, საგანამანათლებლო (განგრძობითი პროფესიული სწავლება) მექანიზმების შექმნა, რომლებიც ფარმაცევტებს შესაძლებლობას მისცემს უფრო აქტიურად ჩაერთონ პირველადი კონსულტაციის,

სიმპტომების შეფასების, პაციენტთა გადამისამართებისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის სხვა სერვისებში.

ფარმაცევტების ინტეგრაცია ვაქცინაციის პროგრამებში

მნიშვნელოვანია სათემო ფარმაცევტების უფრო აქტიური ჩართვა ვაქცინაციის პროგრამებში, მათ შორის ვაქცინაციის შესახებ კონსულტირებაში, დეზინფორმაციის შემცირებასა და საჭიროების შემთხვევაში ვაქცინაციის სერვისების მიწოდებაში შესაბამისი რეგულაციებისა და უსაფრთხოების სტანდარტების დაცვით.

1.1.3. *სერტიფიცირებული ტრენინგებისა და უწყვეტი პროფესიული განათლების გაძლიერება*

საჭიროა ფარმაცევტებისთვის სერტიფიცირებული ტრენინგების დანერგვა პანდემიური მზადყოფნის, ვაქცინაციის, ინფექციის პრევენციის, რისკ-კომუნიკაციის, ტელეფარმაციისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის საკითხებში. ასევე აუცილებელია უწყვეტი პროფესიული განათლების სისტემის გაძლიერება.

1.1.4. *ტელეფარმაციის სამართლებრივი რეგულირება და სერვისების განვითარება*

მნიშვნელოვანია ტელეფარმაციის სამართლებრივი ჩარჩოს შექმნა, რათა ფარმაცევტებმა შეძლონ მოსახლეობისთვის დისტანციური კონსულტაციების, მედიკამენტების უსაფრთხო გამოყენების შესახებ რჩევებისა და ქრონიკული დაავადებების მქონე პაციენტების მხარდაჭერის მიწოდება, განსაკუთრებით პანდემიისა და სხვა კრიზისების პერიოდში.

კვლევის სიახლე

წინამდებარე ნაშრომის მთავარი სიახლე მდგომარეობს იმაში, რომ სათემო აფთიაქის ფარმაცევტების როლი განხილულია არა მხოლოდ COVID-19 პანდემიის ფარგლებში, არამედ გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და ჯანდაცვის სისტემის მდგრადობის კონტექსტში. კვლევა აერთიანებს ფარმაცევტების ფუნქციებს მედიკამენტების ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფაში, პაციენტთა კონსულტაციაში, ვაქცინაციის პროგრამებში ჩართულობასა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის მხარდაჭერაში.ნაშრომის მნიშვნელოვანი ნაწილი არის განვითარებული და დაბალი/საშუალო შემოსავლის მქონე ქვეყნების შედარებითი ანალიზი, რაც აჩვენებს ფარმაცევტების განსხვავებულ როლს სხვადასხვა ჯანდაცვის სისტემაში. ასევე, საქართველოს კონტექსტის ინტეგრაცია საერთაშორისო ლიტერატურასთან ზრდის კვლევის პრაქტიკულ მნიშვნელობას. კვლევა ხაზს უსვამს, რომ ფარმაცევტები უნდა განიხილებოდნენ არა მხოლოდ როგორც მედიკამენტების გამცემი სპეციალისტები,

არამედ როგორც საზოგადოებრივი ჯანმრთელობისა და პანდემიური მზადყოფნის მნიშვნელოვანი სტრატეგიული ნაწილი

დასკვნა

წინამდებარე ლიტერატურის მიმოხილვამ აჩვენა, რომ სათემო ფარმაცევტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ გლობალური პანდემიებისთვის მზადყოფნისა და რეაგირების პროცესში. მათი საქმიანობა მოიცავს მედიკამენტებზე ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფას, პაციენტთა კონსულტირებას, ვაქცინაციის პროგრამების მხარდაჭერასა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ხელშეწყობას. მიუხედავად ამისა, მათი პროფესიული პოტენციალის სრულფასოვან რეალიზებას კვლავ აფერხებს საკანონმდებლო, ორგანიზაციული და სისტემური ბარიერები. ლიტერატურის ანალიზი მიუთითებს, რომ სათემო ფარმაცევტების უფრო აქტიური ინტეგრაცია ჯანდაცვის სისტემაში, უწყვეტი პროფესიული განათლების განვითარება და შესაბამისი სამართლებრივი მხარდაჭერა ხელს შეუწყობს ჯანდაცვის სისტემის ეფექტიანობის, ხელმისაწვდომობისა და მდგრადობის გაძლიერებას როგორც მიმდინარე, ისე მომავალი გლობალური ჯანმრთელობის კრიზისების პირობებში.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1) Bahlol, M., & Dewey, R. S. (2021). Pandemic preparedness of community pharmacies for COVID-19. Research in Social and Administrative Pharmacy, 17(11), 1888–1896.
2) Aruru, M., Truong, H.-A., & Clark, S. (2021). Pharmacy emergency preparedness and response (PEPR): A proposed framework for expanding pharmacy professionals' roles and contributions to emergency preparedness and response during the COVID-19 pandemic and beyond. Research in Social and Administrative Pharmacy, 17(11), 1967–1977.
3) Carpenter, D. M., Hastings, T., Westrick, S., Rosenthal, M., Mashburn, P., Kiser, S., Shepherd, J. G., & Curran, G. (2021). Rural community pharmacies' preparedness for and responses to COVID-19. Research in Social and Administrative Pharmacy, 17(7), 1327–1331.
4) Mercer, J., Burns, C., Guirguis, L., & Kreling, D. (2022). COVID-19 pandemic vaccination preparedness strategies for independent community pharmacies. Journal of the American Pharmacists Association, 62(4), 1327–1334. https://doi.org/10.
5) Alnahar, S., Al-Nimr, A., Al-Mahayni, M., & Al-Azzam, S. (2022). Community pharmacists' workforce readiness to deliver vaccination services: A cross-sectional study. Pharmacology Research Perspectives, 10(5), e00954.
6) Warr, H., Gandhi, A., Hussain, S., & Greenwood, D. (2023). Community pharmacy services during the COVID-19 pandemic: Insights from providers and policy makers. Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy, 12, 100344. https://doi.org/10.1016/j.rcsop.2023.100344

7) Muscat, N. A., Sinclair, P., Zapata, T., Connolly, D., Sousa Pinto, G., & Kniazkov, S. (2024). Embracing pharmacists' roles in health-care delivery. The Lancet Regional Health – Europe, 46, 101088.
8) Pantasri, T. (2022). Expanded roles of community pharmacists in COVID-19: A scoping literature review. Journal of the American Pharmacists Association, 62(2), 649–657.
9) Tan, Y. X., Wong, L. P., & Wong, P. F. (2022). Emergency preparedness for the COVID-19 pandemic: Social determinants predicting the community pharmacists' preparedness and perceived response in Malaysia. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(14), 8762.
10) Skoy, E. T., Rubinstein, E. B., Nagel, L., Preugschas, A. H., & Larson, M. (2023). Preparedness for a pandemic: Independent community pharmacists' experiences delivering COVID-19 vaccines. *Journal of the American Pharmacists Association, 63*(4), 1049–1056. https://doi.org/10.1016/j.japh.2023.03.008
11) El Kalach, R., Jones-Jack, N. H., Grabenstein, J. D., et al. (2025). *Pharmacists' answer to the COVID-19 pandemic: Contribution of the Federal Retail Pharmacy Program to COVID-19 vaccination across sociodemographic characteristics—United States.* Journal of the American Pharmacists Association, 65, 102305.
12) Doherty, T. M., & Privor-Dumm, L. (2024). *Role of new vaccinators/pharmacists in life-course vaccination*. **Annals of Medicine**, 56(1), 2411603. https://doi.org/10.1080/07853890.2024.2411603
13) Jegede AO, Quadri AA, Olabanji KT. Frontline perceptions, practices and experiences of community pharmacists in Nigeria during the COVID-19 pandemic. Discover Public Health. 2025;22:407.
14) Amare, S. N., Yee, K. C., Leung, M., Naunton, M., & Bushell, M. (2025). Impact of pharmacist-led interventions on COVID-19, herpes zoster, influenza, pneumococcal, and respiratory syncytial virus vaccines uptake in people aged 60 years and older: Systematic review and meta-analysis. Research in Social and Administrative Pharmacy, 21, 857–871. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2025.06.110
15) Le, L. M., Veettil, S. K., Donaldson, D., Kategeaw, W., Hutubessy, R., Lambach, P., & Chaiyakunapruk, N. (2022). The impact of pharmacist involvement on immunization uptake and other outcomes: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Pharmacists Association*, 62(5), 1499–1513.
16) Rahim, M. H. A., Mahamad Dom, S. H., Hamzah, M. S. R., Azman, S. H., Zaharuddin, Z., & Fahrni, M. L. (2024). Impact of pharmacist interventions on immunisation uptake: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 17*(1), 2285955. https://doi.org/10.1080/20523211.2023.2285955
17) Hedima, E. W., & Okoro, R. N. (2025). Primary healthcare roles of community pharmacists in low- and middle-income countries: A mixed methods systematic review. *BMC Health Services Research, 25*, 1269.

18) Faller, E. M., Hernandez, M. T., Hernandez, A. M., & San Gabriel, J. R. (2020). Emerging roles of pharmacist in global health: An exploratory study on their knowledge, perception and competency. Archives of Pharmacy Practice, 11(1), 40–46.
19) **Visacri, M. B., Figueiredo, I. V., & Lima, T. M. (2021).** Role of pharmacist during the COVID-19 pandemic: A scoping review. *Research in Social and Administrative Pharmacy, 17*(10), 1799–1806.
20) **Hayden, J. C., & Parkin, R. (2020).** The challenges of COVID-19 for community pharmacists and opportunities for the future. *Irish Journal of Psychological Medicine, 37*(3), 198–203.
21) **Zaidi, S. T. R., & Hasan, S. S. (2021).** Personal protective practices and pharmacy services delivery by community pharmacists during COVID-19 pandemic: Results from a national survey. *Research in Social and Administrative Pharmacy, 17*(10), 1832–1837. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2020.07.006
22) **Hoti, K., Jakupi, A., Hetemi, D., Raka, D., Hughes, J., & Desselle, S. (2020).** Provision of community pharmacy services during COVID-19 pandemic: A cross-sectional study of community pharmacists' experiences with preventative measures and sources of information. *International Journal of Clinical Pharmacy, 42*(5), 1197–1206.
23) Costa, S., Romão, M., Mendes, M., Horta, M. R., Rodrigues, A. T., Carneiro, A. V., Martins, A. P., Mallarini, E., Naci, H., & Babar, Z. U. D. (2022). Pharmacy interventions on COVID-19 in Europe: Mapping current practices and a scoping review. *Research in Social and Administrative Pharmacy, 18*(5), 3338–3349. https://doi.org/10.1016/j.sapharm.2021.12.003
24) **Watson, K. E., Singleton, J. A., Tippett, V., & Nissen, L. M. (2019).** Defining pharmacists' roles in disasters: A Delphi study. *PLOS ONE, 14*(12), e0227132
25) **Cadogan, C. A., & Hughes, C. M. (2020).** On the frontline against COVID-19: Community pharmacists' contribution during a public health crisis. *Research in Social and Administrative Pharmacy, 17*(11), 2032–2035.
26) **Yang, D. W., & Son, K. B. (2023).** Impact of the COVID-19 pandemic on the public perceptions of the roles and functions of community pharmacies in South Korea: Updated cross-sectional self-reported web-based survey. *JMIR Public Health and Surveillance, 9*, e46723. https://doi.org/10.2196/46723
27) Bacci JL, Shah PD, Arnold J, Atkins DL, Weiner BJ. **Readying community pharmacies to participate in COVID-19 testing and vaccination.** *Disaster Medicine and Public Health Preparedness*. 2023;17:e424. doi:10.1017/dmp.2023.84.
28) **Song, Z., Hu, Y., Zheng, S., Yang, L., & Zhao, R. (2022).** Optimal management of the public and patients by pharmacists in the era of COVID-19: An evidence-based review and practical recommendations. *Frontiers in Public Health, 9*, 758325.

29) Basheti, I. A., Nassar, R., Barakat, M., Alqudah, R., Abufarha, R., Mukattash, T. L., & Saini, B. (2020). Pharmacists' readiness to deal with the coronavirus pandemic: Assessing awareness and perception of roles. *Research in Social and Administrative Pharmacy, 17*(3), 514–522.
30) Sum, Z. Z., & Ow, C. J. W. (2020). Community pharmacy response to infection control during COVID-19: A cross-sectional survey. Research in Social and Administrative Pharmacy, 17(10), 1845–1852.
31) Goode, J. V., Owen, J., Page, A., & Gatewood, S. (2019). Community-based pharmacy practice innovation and the role of the community-based pharmacist practitioner in the United States. *Pharmacy, 7*(3), 106. https://doi.org/10.3390/pharmacy7030106
32) Aburas, W., & Alshammari, T. M. (2020). Pharmacists' roles in emergency and disasters: COVID-19 as an example. Saudi Pharmaceutical Journal, 28(12), 1797–1816. https://doi.org/10.1016/j.jsps.2020.11.006
33) **Bahlol, M., Aliekperova, N., Elkhatib, W. F., & Dewey, R. S. (2024).** Pandemic preparedness of Egyptian community pharmacists and potential facilitators to the successful implementation of a community pharmacy COVID-19 referral service.*International Journal of Pharmacy Practice, 32*(6), 478–489.
34) **Suleiman, M. A., Magaji, M. G., & Mohammed, S. (2022).**Evaluation of pharmacists' knowledge in emergency preparedness and disaster management.*International Journal of Pharmacy Practice, 30*(4), 348–353. https://doi.org/10.1093/ijpp/riac049
35) Mashuri, Y. A., Wulandari, L. P. L., Khan, M., Ferdiana, A., Probandari, A., Wibawa, T., Batura, N., Liverani, M., Day, R., Jan, S., Schierhout, G., Wahyono, D., Yulianto, P., Kaldor, J., Guy, R., Law, M., Yeung, S., & Wiseman, V. (2022).The response to COVID-19 among drug retail outlets in Indonesia: A cross-sectional survey of knowledge, attitudes, and practices.The Lancet Regional Health – Western Pacific, 22, 100420.https://doi.org/10.1016/j.lanwpc.2022.100420
36) **Carpenter, D. M., Hastings, T., Westrick, S., Mashburn, P., Rosenthal, M., Smith, M., Kiser, S., Gamble, A., Brewer, N. T., & Curran, G. (2022).**Rural community pharmacists' ability and interest in administering COVID-19 vaccines in the Southern United States.*Journal of the American Pharmacists Association, 62*(4), 1379–1383. https://doi.org/10.1016/j.japh.2022.01.013
37) Durand, C., Douriez, E., Chappuis, A., Poulain, F., Yazdanpanah, Y., Lariven, S., Lescure, F.-X., & Peiffer-Smadja, N. (2022).Contributions and challenges of community pharmacists during the COVID-19 pandemic: A qualitative study.Journal of Pharmaceutical Policy and Practice, 15(1), 43.https://doi.org/10.1186/s40545-022-00438-8
38) **Bragazzi, N. L. (2019).**Pharmacists as immunizers: The role of pharmacies in promoting immunization campaigns and counteracting vaccine hesitancy.*Pharmacy, 7*(4), 166.
39) International Pharmaceutical Federation (FIP). (2020). COVID-19: Guidelines for pharmacists and the pharmacy workforce. https://www.fip.org

40) World Health Organization (WHO). (2020). *Strengthening the health system response to COVID-19: Community pharmacy. Technical working guidance #4*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe.
41) Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2021). *Guidance for pharmacists and pharmacies in the COVID-19 response*. https://www.cdc.gov
42) Pruidze, E., Chumburidze, T., Nemsitsveradze, N., Chikviladze, T., & Chrdileli, M. (2021). A Study of Attitudes toward Pharmaceutical Care during COVID-19 Pandemic in Tbilisi (Georgia). Journal of Pharmacy and Pharmacology, 9(5), 205–209. https://doi.org/10.17265/2328-2150/2021.05.003
43) Nemsitsveridze, N., Tchumburidze, T., Pruidze, E., Nikuradze, N., Zarkua, T., & Gelashvili, M. (2020). Pharmaceutical Care in Times of COVID-19 Pandemic. Tbilisi State Medical University, Department of Social and Clinical Pharmacy. Abstract / Summary.

Community Pharmacists in Global Pandemic Preparedness and Response: A Literature Review

Mariam Katcharava; Marina Darakhvelidze;Elza Nikoleishvili

Abstract

This systematic literature review aims to evaluate the professional role of community pharmacists during the COVID-19 pandemic, focusing on public health support and healthcare system sustainability. The study is based on an analysis of 65 international scientific sources published between 2019 and 2025, ensuring a comprehensive assessment of the issue. The findings indicate that involvement in vaccination campaigns, ensuring provision of uninterrupted access to medicines, remote and in-person patient counseling, and continuous professional development serve as key determinants of pharmacists' readiness in crisis management. Nevertheless, the study reveals that in many countries, the full realization of pharmacists' potential is constrained by structural, legislative, and systemic barriers. Specifically, challenges emerged regarding digital infrastructure, the development of telepharmacy, technological asymmetry, and personal data protection. The review resulted in the formulation of recommendations for health policy-makers aimed at improving access to health services, health system effectiveness, and resilience in the context of both current and future global health crises.

Keywords: Community pharmacists, Pandemic preparedness, COVID-19, Public health, Vaccination

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.02

მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობა: კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებები და პროგრესიის პოტენციალის შეფასება

ხათუნა ნოდია[1]; თამარ სალაძე[2]; გიორგი ბურკაძე[3]; შოთა კეპულაძე[4]

[1]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი; ექიმი; დერმატო-ვენეროლოგი; პოდოლოგი; [2]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი, პათოლოგანატომი; [3]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი; პროფესორი; ექიმი პათოლოგანატომი; [4]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი; პათოლოგანატომი; თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

აბსტრაქტი

მელანოციტური ნევუსები წარმოადგენს კანის ყველაზე გავრცელებულ კეთილთვისებიან მელანოციტურ დაზიანებებს, რომლებიც გამოირჩევიან მნიშვნელოვანი ჰისტომორფოლოგიური მრავალფეროვნებით. სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის ნევუსების არქიტექტურული, ციტოლოგიური და სტრომული თავისებურებების შეფასება კრიტიკულად მნიშვნელოვანია, როგორც დიფერენციალურ დიაგნოსტიკაში, ასევე მათი ბიოლოგიური ქცევის უკეთ გააზრებაში.

კვლევის მიზანს შეადგენდა სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობის შეფასება, მათი კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებების შედარება და პროგრესიასთან ასოცირებული მორფოლოგიური ნიშნების გამოვლენა. რეტროსპექტულ კვლევაში ჩართული იყო 52 პაციენტის ჰისტოლოგიური მასალა, რომელშიდაც დიაგნოსტირებული იყო სხვადასხვა ტიპის მელანოციტური ნევუსი. ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შეღებილ პრეპარატებზე შეფასდა ნევუსის ჰისტოლოგიური ტიპი, სიმეტრიულობა, შემოსაზღვრულობა, მომწიფება, მოსაზღვრე კომპონენტი, პეჯეტოიდური გავრცელება, ციტოლოგიური ატიპია, ანთებითი ინფილტრატი, ფიბროზი, მზისმიერი ელასტოზი, პიგმენტაცია, წყლულოვანი ცვლილებები და რეზექციის კიდეების სტატუსი. მონაცემები დამუშავდა IBM SPSS Statistics 29.0 პროგრამის გამოყენებით.

კვლევამ აჩვენა, რომ სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ არქიტექტურული და სტრომული მახასიათებლებით. მოსაზღვრე, ინტრადერმული, შედგენილი და ლურჯი ნევუსები უმეტესად სიმეტრიული და მკაფიოდ შემოსაზღვრული იყო, ხოლო დისპლაზიური და სპიცის ნევუსები უფრო ხშირად ხასიათდებოდა ასიმეტრიული არქიტექტურით, ნაწილობრივი მომწიფებით, ციტოლოგიური ატიპიითა და ანთებითი ცვლილებებით. რეციდივირებული შემთხვევები ძირითადად დაკავშირებული იყო დისპლაზიური ნევუსების ჯგუფთან და უფრო ხშირად აღენიშნებოდა დადებითი ქირურგიული რეზექციის კიდეების მქონე შემთხვევებში.
მელანოციტური ნევუსები ხასიათდებიან გამოხატული ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობით, რომელიც დამოკიდებულია მათ ჰისტოლოგიურ ტიპზე. რუტინული ჰისტომორფოლოგიური შეფასება მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებებისა და პროგრესიასთან ასოცირებული მორფოლოგიური ნიშნების შესახებ და წარმოადგენს საფუძველს შემდგომი იმუნოჰისტოქიმიური და ციფრული პათოლოგიის კვლევებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: მელანოციტური ნევუსი; ჰეტეროგენულობა; დისპლაზიური ნევუსი; სპიცის ნევუსი; რეციდივი; კლინიკოპათოლოგიური კორელაცია.

შესავალი

მელანოციტური ნევუსები წარმოადგენს მელანოციტური წარმოშობის ყველაზე გავრცელებულ კეთილთვისებიან კანის წარმონაქმნებს და ყოველდღიური დერმატოლოგიური და პათოლოგიური პრაქტიკის მნიშვნელოვან ნაწილს. მათი უმრავლესობა სიცოცხლის განმავლობაში სტაბილურ ბიოლოგიურ ქცევას ავლენს, თუმცა ცალკეულ შემთხვევებში შესაძლოა აღინიშნოს რეციდივი, გამოხატული მორფოლოგიური მრავალფეროვნება ან ისეთი ცვლილებები, რომლებიც დიფერენციალურ დიაგნოსტიკას მნიშვნელოვნად ართულებს.[1] მიუხედავად იმისა, რომ მელანოციტური ნევუსები ტრადიციულად კეთილთვისებიან წარმონაქმნებად განიხილება, მათი ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობა კვლავ წარმოადგენს აქტიური კვლევის საგანს.[2]
მელანოციტური ნევუსების კლასიფიკაცია ძირითადად ეფუძნება მელანოციტების ანატომიურ ლოკალიზაციასა და ზრდის არქიტექტურას. პრაქტიკაში ყველაზე ხშირად გვხვდება საზღვრის (Junctional), შედგენილი (Compound) და ინტრადერმული ნევუსები, თუმცა მნიშვნელოვან ჯგუფებს წარმოადგენენ დისპლაზიური, სპიცისა და ლურჯი ნევუსებიც. თითოეული მათგანი ხასიათდება განსხვავებული არქიტექტურული ორგანიზაციით, უჯრედული მახასიათებლებითა და სტრომული ცვლილებებით, რაც ასახავს მათ ბიოლოგიურ მრავალფეროვნებას.[3]

რუტინულ ჰისტოპათოლოგიურ პრაქტიკაში ნევუსების შეფასება ეფუძნება ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შეღებილ პრეპარატებში არქიტექტურული და ციტოლოგიური ნიშნების კომპლექსურ ანალიზს. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა დაზიანების სიმეტრიულობას, შემოსაზღვრულობას, მელანოციტების მომწიფებას, სასაზღვრო კომპონენტის არსებობას, პეჯეტოიდურ გავრცელებას, ციტოლოგიური ატიპიის ხარისხს, ანთებით ინფილტრატს, ფიბროზსა და სხვა სტრომულ ცვლილებებს. აღნიშნული ნიშნები არა მხოლოდ ჰისტოლოგიური ტიპის განსაზღვრაში, არამედ დიფერენციალურ დიაგნოსტიკასა და დაზიანების ბიოლოგიური ქცევის შეფასებაშიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს.[4,5]

უკანასკნელ წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა მელანოციტური ნევუსების ჰეტეროგენულობის შესწავლას. თანამედროვე კვლევებმა აჩვენა, რომ სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპი განსხვავდება როგორც არქიტექტურული აგებულებით, ასევე ციტოლოგიური და სტრომული მახასიათებლებით. განსაკუთრებით საყურადღებოა დისპლაზიური და სპიცის ნევუსები, რომელთაც შესაძლოა გამოხატული ატიპიური ნიშნები ჰქონდეთ და რიგ შემთხვევებში მნიშვნელოვანი დიაგნოსტიკური სირთულე შექმნან ავთვისებიან მელანომასთან დიფერენციაციის დროს.[6,7] ანალოგიურად, ლურჯი ნევუსისა და მისი უჯრედული ვარიანტის მორფოლოგიურმა თავისებურებებმა შესაძლოა მელანომის სიმულაცია მოახდინოს, რაც ჰისტოპათოლოგიური შეფასების მაღალ სიზუსტეს მოითხოვს.

განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა ენიჭება იმ მორფოლოგიური ნიშნების შეფასებას, რომლებიც შესაძლოა დაკავშირებული იყოს რეციდივთან ან უფრო აქტიურ ბიოლოგიურ ქცევასთან. არასრული ექსციზია, რეზექციის დაზიანებული კიდეები, გამოხატული სასაზღვრო კომპონენტი, ფიბროზული ცვლილებები და ანთებითი ინფილტრატი ხშირად გვხვდება რეციდივირებულ ნევუსებში. მიუხედავად ამისა, დღემდე არ არსებობს ერთიანი მიდგომა, რომელიც ამ მორფოლოგიურ ნიშნებს სისტემურად შეაფასებდა სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ტიპში და განსაზღვრავდა მათ კლინიკურ მნიშვნელობას.

იმუნოჰისტოქიმიური და მოლეკულური მეთოდების ფართო დანერგვის მიუხედავად, რუტინული ჰისტომორფოლოგიური შეფასება კვლავ რჩება მელანოციტური ნევუსების დიაგნოსტიკის ძირითად საფუძვლად. სწორედ ამიტომ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმ არქიტექტურული, ციტოლოგიური და სტრომული ნიშნების სტანდარტიზებულ შეფასებას, რომლებიც ყოველდღიურ პრაქტიკაში ხელმისაწვდომია და შესაძლოა მნიშვნელოვანი ინფორმაცია მოგვცეს დაზიანების ბიოლოგიური თავისებურებების შესახებ.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, წინამდებარე კვლევის მიზანია სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობის შეფასება, მათი კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებების შედარება და იმ მორფოლოგიური ნიშნების გამოვლენა, რომლებიც შესაძლოა

დაკავშირებული იყოს აგრესიული ბიოლოგიური ქცევისა და რეციდივის პოტენციალთან.

მასალა და მეთოდები

კვლევის დიზაინი: წინამდებარე კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტულ კლინიკოპათოლოგიურ კვლევას, რომლის მიზანი იყო სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობის შეფასება, მათი კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებების შედარება და რეციდივთან ასოცირებული მორფოლოგიური ნიშნების გამოვლენა.

კვლევაში გამოყენებული იქნა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის სასწავლო-სამეცნიერო და დიაგნოსტიკური ლაბორატორიის არქივში დაცული ფორმალინში ფიქსირებული და პარაფინში ჩაყალიბებული (FFPE) ქსოვილოვანი მასალები. კვლევაში ჩართული იყო 52 პაციენტის ჰისტოლოგიური მასალა, რომლებშიც დიაგნოსტირებული იყო სხვადასხვა ტიპის მელანოციტური ნევუსი. ყველა შემთხვევა ანალიზისთვის შეირჩა ანონიმიზებული ფორმით, პაციენტთა პერსონალური მონაცემების გამოყენების გარეშე.

კვლევაში ჩართული იქნა მხოლოდ ის შემთხვევები, რომლებშიც ხელმისაწვდომი იყო ადეკვატური ხარისხის ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შეღებილი პრეპარატები, პარაფინის ბლოკები და შესაბამისი კლინიკური ინფორმაცია. კვლევიდან გამოირიცხა არასაკმარისი მოცულობის, ცუდად ფიქსირებული ან გამოხატული არტეფაქტების მქონე პრეპარატები, აგრეთვე შემთხვევები, რომლებშიც საბოლოო ჰისტოლოგიური დიაგნოზის დაზუსტება შეუძლებელი იყო.

ჰისტოპათოლოგიური შეფასება: ყველა შემთხვევა შეფასდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შეღებილ ჰისტოლოგიურ პრეპარატებზე სინათლის მიკროსკოპის გამოყენებით. პრეპარატების შეფასება განხორციელდა ორი კლინიკური პათოლოგის მიერ დამოუკიდებლად, ხოლო განსხვავებული შეფასების შემთხვევაში საბოლოო დასკვნა მიღებულ იქნა ერთობლივი განხილვის საფუძველზე.

ჰისტომორფოლოგიური ანალიზის ფარგლებში შეფასდა ნევუსის ჰისტოლოგიური ტიპი, დაზიანების სიმეტრიულობა, შემოსაზღვრულობის ხარისხი, მელანოციტების მომწიფების ხარისხი, სასაზღვრო კომპონენტის არსებობა, პეჯეტოიდური გავრცელება, ციტოლოგიური ატიპიის ხარისხი, ანთებითი ინფილტრატის ინტენსივობა და განაწილება, ფიბროზის არსებობა, მზისმიერი ელასტოზი, პიგმენტაციის ხარისხი, წყლულოვანი ცვლილებების არსებობა და ქირურგიული რეზექციის კიდეების სტატუსი. ნევუსების კლასიფიკაცია განხორციელდა თანამედროვე საერთაშორისო ჰისტოპათოლოგიური კრიტერიუმების შესაბამისად და მოიცავდა მოსაზღვრე (Junctional), ინტრადერმულ, შედგენილ (Compound) დისპლაზიურ, სპიცისა და ლურჯ ნევუსებს.

თითოეული პაციენტისათვის შეგროვდა დემოგრაფიული და კლინიკური მონაცემები, მათ შორის ასაკი, სქესი, დაზიანების ზომა, Fitzpatrick-ის კანის ფოტოტიპი, ოჯახური ანამნეზი, რეციდივის არსებობა და შემდგომი კლინიკური დაკვირვების (Follow-up) ხანგრძლივობა.

სტატისტიკური ანალიზი: მონაცემების სტატისტიკური დამუშავება განხორციელდა IBM SPSS Statistics-ის 29.0 ვერსიის გამოყენებით. რაოდენობრივი მონაცემები წარმოდგენილია საშუალო მნიშვნელობისა და სტანდარტული გადახრის (Mean ± SD) ან მედიანისა და ინტერკვარტილური დიაპაზონის (IQR) სახით, მონაცემთა განაწილების შესაბამისად, ხოლო კატეგორიული მონაცემები წარმოდგენილია აბსოლუტური რაოდენობებითა და პროცენტული მაჩვენებლებით.
ჰისტოლოგიურ ჯგუფებს შორის კატეგორიული ცვლადების შედარება განხორციელდა χ^2 (Chi-square) ტესტის გამოყენებით, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში გამოყენებული იქნა Fisher-ის ზუსტი ტესტი. რაოდენობრივი პარამეტრების შედარება რამდენიმე დამოუკიდებელ ჯგუფს შორის შესრულდა Kruskal–Wallis-ის ტესტით, ხოლო ორი ჯგუფის შედარებისას გამოყენებული იქნა Mann–Whitney-ის U-ტესტი. ყველა სტატისტიკური ტესტი ორმხრივი იყო და $p<0.05$ მიიჩნეოდა სტატისტიკურად სარწმუნო მნიშვნელობად.

კვლევა განხორციელდა ჰელსინკის დეკლარაციის პრინციპების დაცვით. გამოყენებული იყო საარქივო ანონიმიზებული ჰისტოლოგიური მასალა, რის შედეგადაც პაციენტების იდენტიფიცირება შეუძლებელი იყო. კვლევის ფარგლებში მიღებული ინფორმაცია გამოყენებულ იქნა მხოლოდ სამეცნიერო მიზნებისთვის კონფიდენციალურობის სრული დაცვით. კვლევა მხარდაჭერილია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ეთიკის კომისიის მიერ.

შედეგები

კლინიკოპათოლოგიური მახასიათებლები: კვლევაში ჩართული იყო 52 პაციენტი, რომელთაც ჰისტოპათოლოგიური კვლევის საფუძველზე დაუდგინდათ სხვადასხვა ტიპის მელანოციტური ნევუსი. შეფასდა პაციენტების დემოგრაფიული მონაცემები, კლინიკური მახასიათებლები და ნევუსების ძირითადი ჰისტომორფოლოგიური თავისებურებები.
საკვლევ პოპულაციაში წარმოდგენილი იყო როგორც მამაკაცები, ასევე ქალები. პაციენტთა ასაკი მერყეობდა 25-დან 52 წლამდე. ყველაზე ხშირი ჰისტოლოგიური ტიპები იყო მოსაზღვრე, ინტრადერმული, შედგენილი, დისპლაზიური, სპიცისა და ლურჯი ნევუსები. რეციდივი დაფიქსირდა მხოლოდ დისპლაზიური ნევუსების ნაწილში, ხოლო დანარჩენ ჰისტოლოგიურ ჯგუფებში კვლევის პერიოდში რეციდივი არ გამოვლენილა.

პაციენტთა კლინიკური და დემოგრაფიული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრილში 1-შ.

მაჩვენებელი	მნიშვნელობა
პაციენტთა რაოდენობა	52
ასაკი (წლები), საშუალო ± SD	38.7 ± 7.7*
მამაკაცი, n (%)	26 (50.0%)
ქალი, n (%)	26 (50.0%)
Fitzpatrick I, n (%)	39 (75.0%)
Fitzpatrick II, n (%)	13 (25.0%)
დაზიანების ფართობი (მმ²), საშუალო ± SD	32.8 ± 10.5*
მოსაზღვრე ნევუსი, n (%)	9 (17.3%)
ინტრადერმული ნევუსი, n (%)	8 (15.4%)
შედგენილი ნევუსი, n (%)	8 (15.4%)
დისპლაზიური ნევუსი, n (%)	10 (19.2%)
სპიცის ნევუსი, n (%)	8 (15.4%)
ლურჯი ნევუსი, n (%)	9 (17.3%)
რეციდივი, n (%)	4 (7.7%)
R0 რეზექცია, n (%)	46 (88.5%)
R1 რეზექცია, n (%)	6 (11.5%)

ცხრილი 1. საკვლევი პოპულაციის კლინიკოპათოლოგიური მახასიათებლები;

მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობა: ჰისტომორფოლოგიურმა შეფასებამ აჩვენა, რომ სხვადასხვა ტიპის მელანოციტური ნევუსები მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდნენ არქიტექტურული და ციტოლოგიური მახასიათებლებით.

მოსაზღვრე, ინტრადერმული, შედგენილი და ლურჯი ნევუსების უმრავლესობა ხასიათდებოდა სიმეტრიული აგებულებითა და მკაფიო შემოსაზღვრულობით, მაშინ როდესაც დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში უფრო ხშირად აღინიშნებოდა ასიმეტრიული არქიტექტურა და არასრულად შემოსაზღვრული კონტურები.

მელანოციტების მომწიფება სრულად იყო შენარჩუნებული ინტრადერმულ, შედგენილ, მოსაზღვრე, სპიცისა და ლურჯ ნევუსებში, ხოლო დისპლაზიურ ნევუსებში უფრო ხშირად აღინიშნებოდა ნაწილობრივი მომწიფება.

სპიცის ნევუსებში აღინიშნებოდა კეროვანი მოსაზღვრე აქტივობა, მაშინ როდესაც ინტრადერმულ და ლურჯ ნევუსებში მოსაზღვრე კომპონენტი, როგორც წესი, არ ფიქსირდებოდა. პეჯეტოიდური გავრცელება არცერთ შესწავლილ შემთხვევაში არ გამოვლენილა.

ჰისტომორფოლოგიური პარამეტრების განაწილება სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ჯგუფში წარმოდგენილია ცხრილში 2-ში.

ჰისტომორფოლოგიური ნიშანი	მოსაზღვრე	ინტრადერმული	შედგენილი	დისპლაზიური	სპიცის	ლურჯი	p
სიმეტრიული არქიტექტურა	9 (100%)	8 (100%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	
მკაფიო შემოსაზღვრულობა	9 (100%)	8 (100%)	8 (100%)	0 (0%)	0 (0%)	9 (100%)	
სრული მომწიფება	9 (100%)	8 (100%)	8 (100%)	2 (20%)	8 (100%)	9 (100%)	
მოსაზღვრე კომპონენტი	9 (100%)	0	0	10 (100%)	8 (100%)†	0	
პეჯეტოიდური გავრცელება	0	0	0	0	0	0	—
მსუბუქი/ზომიერი ატიპია	0	0	0	10 (100%)	8 (100%)	0	
ანთებითი ინფილტრატი	0	0	0	10 (100%)	8 (100%)	0	
ფიბროზი	0	0	0	2 (20%)	8 (100%)	9 (100%)	
მზისმიერი ელასტოზი	9 (100%)	0	0	10 (100%)	8 (100%)	0	
პიგმენტაცია (ზომიერი/გამოხატული)	9 (100%)	0	0	10 (100%)	8 (100%)	9 (100%)	
წყლულოვანი ცვლილებები	0	0	0	0	0	0	—

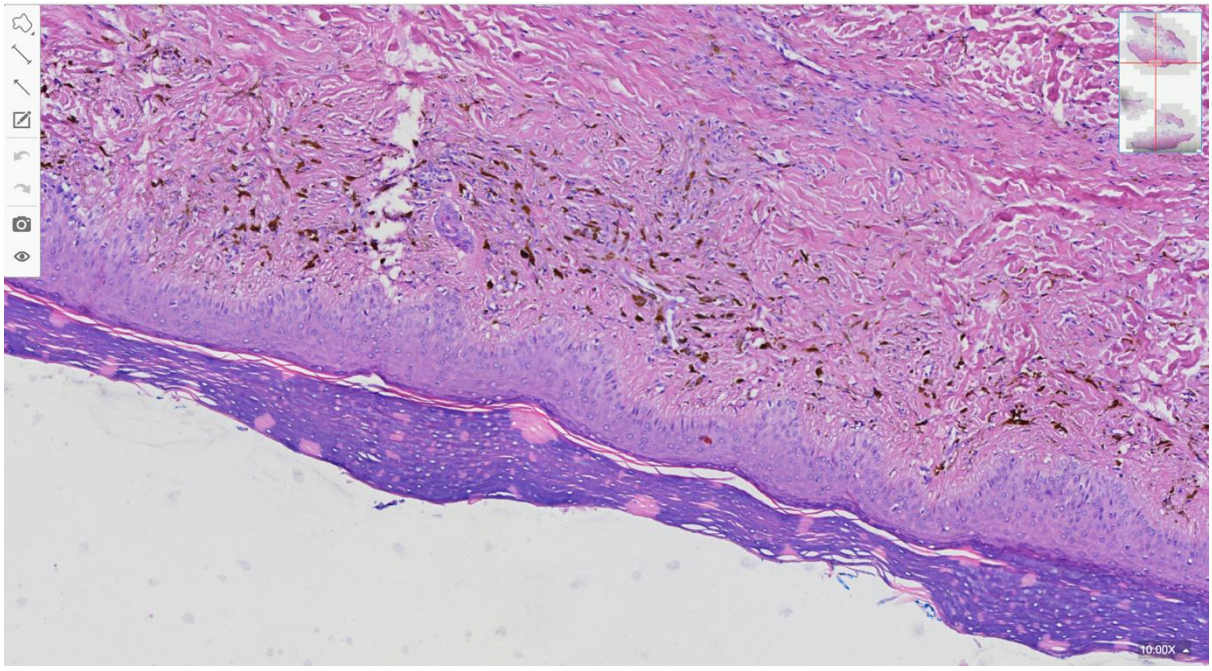
ცხრილი 2. სხვადასხვა ტიპის მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური თავისებურებების შედარება;

ციტოლოგიური და სტრომული თავისებურებები: ციტოლოგიური ატიპია უმეტეს შემთხვევაში არ გამოვლენილა ან მინიმალური ხარისხით იყო წარმოდგენილი. დისპლაზიური ნევუსები შედარებით უფრო ხშირად ხასიათდებოდა მსუბუქი ან საშუალო ხარისხის ატიპიით, მაშინ როდესაც ინტრადერმულ, შედგენილ, მოსაზღვრე და ლურჯ ნევუსებში ატიპია პრაქტიკულად არ აღინიშნებოდა.

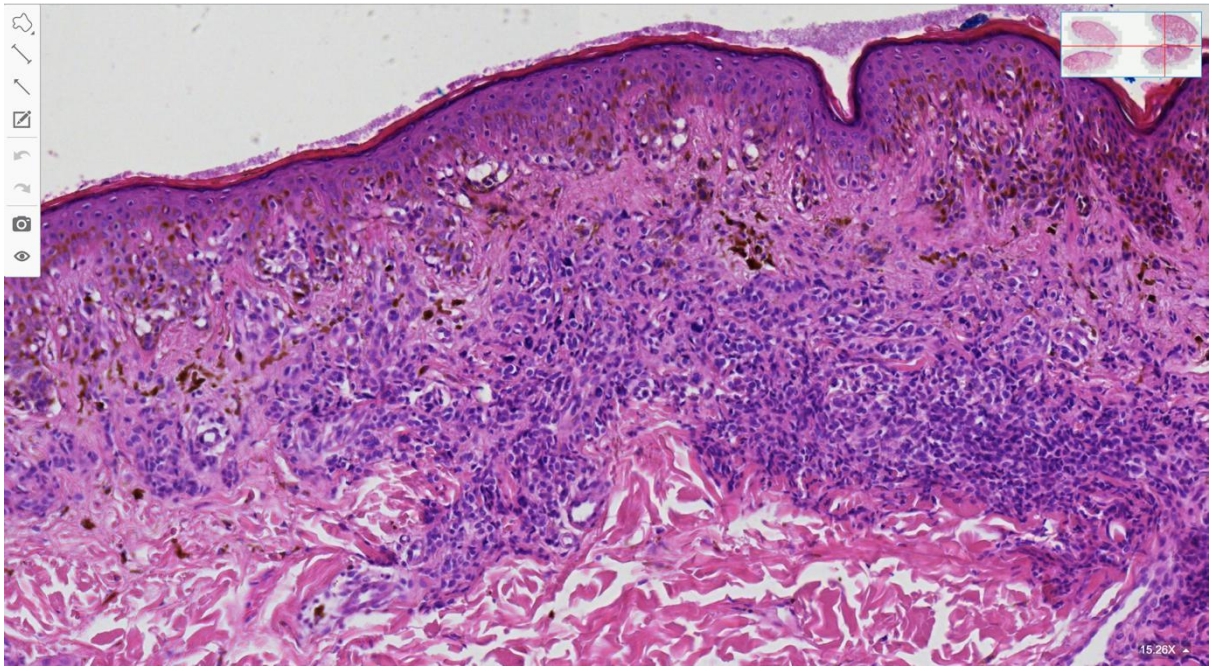
ანთებითი ინფილტრატის ინტენსივობა განსხვავდებოდა ჰისტოლოგიური ტიპების მიხედვით. ინტრადერმულ, შედგენილ და მოსაზღვრე ნევუსებში ანთებითი რეაქცია უმეტესად არ აღინიშნებოდა ან მინიმალურად იყო გამოხატული, ხოლო დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში უფრო ხშირად გამოვლინდა მსუბუქი ან ზომიერი ანთებითი ინფილტრატი. ლურჯ ნევუსებში ანთებითი ცვლილებები, როგორც წესი, არ იყო გამოხატული.

ფიბროზი ძირითადად არ აღინიშნებოდა, თუმცა დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში ცალკეულ შემთხვევებში გამოვლინდა მსუბუქი ხარისხის ფიბროზული ცვლილებები.

მზისმიერი ელასტოზი უფრო ხშირად აღინიშნებოდა ლურჯი ნევუსების ჯგუფში, მაშინ როდესაც დანარჩენ ჰისტოლოგიურ ტიპებში იგი შედარებით იშვიათად ფიქსირდებოდა.



სურათი 1. სურათზე ნაჩვენებია კვლევაში ჩართული ლურჯი/ცისფერი ნევუსის შემთხვევა, გამოხატულია ჭარბი პიგმენტაცია დერმაში განთავსებით. ჰემატოქსილინ&ეოზინის ტექნოლოგია 100X;



სურათი 2. სურათზე ნაჩვენებია კვლევაში ჩართული დისპლაზიური ნევუსის შემთხვევა, გამოხატულია ჭარბი პიგმენტაცია დერმაში განთავსებით. დერმო-ეპიდერმულად განთავსებული ნევოციტების ატიპური ჯგუფები. ჰემატოქსილინ&ეოზინის ტექნოლოგია 100X;

რეციდივთან ასოცირებული მორფოლოგიური ნიშნები

რეციდივი დაფიქსირდა მხოლოდ დისპლაზიური ნევუსების ჯგუფში. აღნიშნული შემთხვევები უფრო ხშირად ხასიათდებოდა ასიმეტრიული არქიტექტურით, არასრულად შემოსაზღვრული კონტურებით, ნაწილობრივ შენარჩუნებული მომწიფებით, ზომიერი ციტოლოგიური ატიპიით, დიფუზური ანთებითი ინფილტრატითა და ფიბროზული ცვლილებებით. ამავე ჯგუფში უფრო ხშირად აღინიშნებოდა დადებითი ქირურგიული რეზექციის კიდეები (R1).

რეციდივის მქონე და არარეციდივირებული შემთხვევების შედარებითი ანალიზი წარმოდგენილია ცხრილში 3-ში.

მაჩვენებელი	რეციდივი (n=4)	რეციდივის გარეშე (n=48)	p
საშუალო ასაკი (წლები)			
მამაკაცი, n (%)			
დისპლაზიური ნევუსი, n (%)	4 (100%)	6 (12.5%)	
ასიმეტრიული არქიტექტურა	4 (100%)	14 (29.2%)	
არასრულად შემოსაზღვრული დაზიანება	4 (100%)	14 (29.2%)	
ნაწილობრივი მომწიფება	2 (50%)	8 (16.7%)	
ზომიერი ციტოლოგიური ატიპია	4 (100%)	0	
დიფუზური ანთებითი ინფილტრატი	4 (100%)	0	
ფიბროზი	4 (100%)	14 (29.2%)	
R1 რეზექცია	4 (100%)	2 (4.2%)	

ცხრილი 3. რეციდივთან ასოცირებული კლინიკოპათოლოგიური მახასიათებლები;

კვლევის შედეგების განხილვა

წინამდებარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსების ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობის შეფასება, მათი კლინიკოპათოლოგიური თავისებურებების შედარება და რეციდივთან ასოცირებული მორფოლოგიური ნიშნების ანალიზი. მიღებულმა შედეგებმა დაადასტურა, რომ მელანოციტური ნევუსები არ წარმოადგენენ მორფოლოგიურად ერთგვაროვან ჯგუფს. პირიქით, თითოეული ჰისტოლოგიური ტიპი ხასიათდება სპეციფიკური არქიტექტურული, ციტოლოგიური და სტრომული თავისებურებებით, რაც ასახავს მათ განსხვავებულ ბიოლოგიურ ორგანიზაციას.

ჩვენი კვლევის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან შედეგს წარმოადგენს სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ტიპს შორის დაფიქსირებული არქიტექტურული განსხვავებების არსებობა. მოსაზღვრე, ინტრადერმული, შედგენილი და ლურჯი ნევუსების უმრავლესობა ხასიათდებოდა სიმეტრიული აგებულებითა და მკაფიო შემოსაზღვრულობით, მაშინ როდესაც დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში შედარებით ხშირად აღინიშნებოდა ასიმეტრიული არქიტექტურა და არასრულად შემოსაზღვრული კონტურები. აღნიშნული შედეგები შეესაბამება თანამედროვე ჰისტოპათოლოგიურ წარმოდგენებს, რომლის მიხედვითაც სწორედ არქიტექტურული ორგანიზაცია

წარმოადგენს მელანოციტური ნევუსების შეფასების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან კრიტერიუმს.[7–10]

მელანოციტების მომწიფების ხარისხი ტრადიციულად მიიჩნევა კეთილთვისებიანი მელანოციტური წარმონაქმნების მნიშვნელოვან მახასიათებლად. ჩვენს კვლევაში სრული მომწიფება აღინიშნებოდა მოსაზღვრე, ინტრადერმულ, შედგენილ, სპიცისა და ლურჯ ნევუსებში, მაშინ როდესაც დისპლაზიური ნევუსების ნაწილში გამოვლინდა მხოლოდ ნაწილობრივი მომწიფება. აღნიშნული შედეგები შესაძლოა მიუთითებდეს, რომ დისპლაზიური ნევუსები არქიტექტურული ორგანიზაციის მხრივ უფრო ჰეტეროგენულ ჯგუფს წარმოადგენენ, ვიდრე სხვა კეთილთვისებიანი მელანოციტური დაზიანებები. მიუხედავად ამისა, მიღებული შედეგები არ უნდა იქნეს ინტერპრეტირებული როგორც ავთვისებიანი ტრანსფორმაციის პირდაპირი მაჩვენებელი, რადგან მომწიფების ხარისხი მხოლოდ ერთ-ერთ მორფოლოგიურ კრიტერიუმს წარმოადგენს და მისი შეფასება ყოველთვის უნდა მოხდეს სხვა ჰისტოლოგიურ ნიშნებთან ერთად.

ციტოლოგიური ატიპიის ანალიზმა აჩვენა, რომ მსუბუქი და ზომიერი ატიპია ძირითადად დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში ფიქსირდებოდა, ხოლო დანარჩენ ჰისტოლოგიურ ტიპებში ატიპიური ცვლილებები პრაქტიკულად არ გამოვლენილა. ეს შედეგი თანხვედრაშია არსებული კვლევების შედეგად არსებულ მონაცემებთან, სადაც აღნიშნულია, რომ დისპლაზიური და სპიცის ნევუსები ხშირად შეიცავენ ისეთ ციტოლოგიურ თავისებურებებს, რომლებიც გამოცდილ პათოლოგსაც კი უქმნის დიფერენციალური დიაგნოზის სირთულეს. სწორედ ამიტომ მსგავსი შემთხვევების შეფასება ყოველთვის უნდა ეფუძნებოდეს როგორც ციტოლოგიური, ასევე არქიტექტურული ნიშნების კომპლექსურ ანალიზს.[11]

სტრომული ცვლილებების შეფასებამ ასევე გამოავლინა განსხვავებები სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ ტიპს შორის. დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში შედარებით ხშირად აღინიშნებოდა ანთებითი ინფილტრატი და ფიბროზული ცვლილებები, მაშინ როდესაც ინტრადერმულ და შედგენილ ნევუსებში სტრომული რეაქცია უმეტესად მინიმალური იყო. აღსანიშნავია, რომ ანთებითი მიკროგარემო მელანოციტურ დაზიანებებში ბოლო წლებში განსაკუთრებული ინტერესის საგანია, თუმცა მისი ბიოლოგიური მნიშვნელობა კეთილთვისებიან ნევუსებში ჯერ კიდევ სრულად შესწავლილი არ არის. ჩვენი შედეგები მიუთითებს, რომ ანთებითი რეაქციის ინტენსივობა შესაძლოა დაკავშირებული იყოს დაზიანების ჰისტოლოგიურ ტიპთან და ქსოვილურ რემოდელირებასთან.

კვლევის კიდევ ერთ მნიშვნელოვან შედეგს წარმოადგენს რეციდივირებულ შემთხვევებში გამოვლენილი მორფოლოგიური თავისებურებები. ჩვენს მასალაში რეციდივი აღინიშნებოდა მხოლოდ დისპლაზიური ნევუსების ნაწილში და ხასიათდებოდა ასიმეტრიული არქიტექტურით, ნაწილობრივი მომწიფებით, ზომიერი ციტოლოგიური ატიპიით, უფრო გამოხატული ანთებითი ინფილტრატით, ფიბროზითა და დადებითი ქირურგიული რეზექციის კიდეებით. მიუხედავად იმისა, რომ შემთხვევათა რაოდენობა შეზღუდული იყო, მიღებული მონაცემები ადასტურებს, რომ

არასრული ექსციზია და შესაბამისი ქსოვილოვანი ცვლილებები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ რეციდივირებული ნევუსების ფორმირებაში. აღნიშნული მიგნება პრაქტიკულად მნიშვნელოვანია, რადგან რეციდივირებული ნევუსები ხშირად ქმნიან დიაგნოსტიკურ სირთულეს და შესაძლოა კლინიკურად ან ჰისტოლოგიურად მელანომის იმიტაცია მოახდინონ.[12]

სამომავლო კვლევებში მიზანშეწონილია მელანოციტური ნევუსების მორფოლოგიური მახასიათებლების ინტეგრირება იმუნოჰისტოქიმიურ მარკერებთან, ციფრული პათოლოგიის რაოდენობრივ პარამეტრებთან და დერმატოსკოპიულ მონაცემებთან. ასეთი ინტეგრირებული მიდგომა საშუალებას მოგვცემს უფრო სრულყოფილად შევაფასოთ მელანოციტური დაზიანებების ბიოლოგიური თავისებურებები და უკეთ განვსაზღვროთ ის ფაქტორები, რომლებიც შესაძლოა დაკავშირებული იყოს მათ კლინიკურ ქცევასთან.

დასკვნა

სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის მელანოციტური ნევუსები ხასიათდებიან გამოხატული ჰისტომორფოლოგიური ჰეტეროგენულობით, რაც ვლინდება როგორც არქიტექტურულ, ისე ციტოლოგიურ და სტრომულ მახასიათებლებში.

მოსაზღვრე, ინტრადერმული, შედგენილი და ლურჯი ნევუსები უმეტეს შემთხვევაში ინარჩუნებენ სიმეტრიულ არქიტექტურას, მკაფიო შემოსაზღვრულობასა და სრულ მომწიფებას, მაშინ როდესაც დისპლაზიური და სპიცის ნევუსები უფრო ხშირად ხასიათდებიან ასიმეტრიით, არასრულად შემოსაზღვრული კონტურებითა და რიგ შემთხვევებში ატიპური ციტოლოგიური ცვლილებებით.

ანთებითი ინფილტრატის ინტენსივობა, ფიბროზული ცვლილებები და ციტოლოგიური ატიპია უფრო ხშირად აღინიშნება დისპლაზიურ და სპიცის ნევუსებში, რაც ადასტურებს მათი ჰისტომორფოლოგიური პროფილის განსხვავებულობას სხვა კეთილთვისებიანი მელანოციტური ნევუსებისგან.

რეციდივირებული შემთხვევები ძირითადად ასოცირდებოდა დისპლაზიური ნევუსის მორფოლოგიურ პროფილთან და ხასიათდებოდა არქიტექტურული დეზორგანიზაციით, ნაწილობრივი მომწიფებით, გამოხატული ანთებითი ცვლილებებით, ფიბროზითა და დადებითი ქირურგიული რეზექციის კიდეებით.

რუტინული ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შესრულებული ჰისტომორფოლოგიური შეფასება წარმოადგენს მელანოციტური ნევუსების დიაგნოსტიკისა და კლინიკოპათოლოგიური შეფასების მნიშვნელოვან საფუძველს, ხოლო მისი ინტეგრირება იმუნოჰისტოქიმიურ, დერმოსკოპიულ და ციფრული პათოლოგიის მონაცემებთან მომავალში ხელს შეუწყობს მელანოციტური დაზიანებების ბიოლოგიური თავისებურებების უფრო სრულყოფილ შეფასებას.

გამოყენებული ლიტერატურა

[1] Daltro LR, Freitas RA, Souza C da S, Yaegashi LB, Fantini B de C. Atypical cellular blue nevus or malignant blue nevus? An Bras Dermatol 2017;92:110. https://doi.org/10.1590/ABD1806-4841.20174502.

[2] Zalaudek I, Conforti C, Guarneri F, Vezzoni R, Deinlein T, Hofmann-Wellenhof R, et al. Clinical and dermoscopic characteristics of congenital and noncongenital nevus-associated melanomas. J Am Acad Dermatol 2020;83:1080–7. https://doi.org/10.1016/J.JAAD.2020.04.120.

[3] Yeh I, Busam KJ. Spitz melanocytic tumours – a review. Histopathology 2022;80:122–34. https://doi.org/10.1111/HIS.14583.

[4] Mccarthy JM, Rootman J, Horsman D, White VA. Conjunctival and uveal melanoma in the dysplastic nevus syndrome. Surv Ophthalmol 1993;37:377–86. https://doi.org/10.1016/0039-6257(93)90068-I.

[5] Seregard S, Trampe E af, Månsson-Brahme E, Kock E, Bergenmar M, Ringborg U. Prevalence of Primary Acquired Melanosis and Nevi of the Conjunctiva and Uvea in the Dysplastic Nevus Syndrome: A Case-control Study. Ophthalmology 1995;102:1524–9. https://doi.org/10.1016/S0161-6420(95)30836-6 .

[6] Li WJ, Venkateswaran N, Antonietti M, Qureshi S, Galor A, Karp CL. Emerging Techniques in the Treatment of Conjunctival Melanoma. Curr Ophthalmol Rep 2025;13:7. https://doi.org/10.1007/s40135-025-00334-9.

[7] Shain AH, Bastian BC. From melanocytes to melanomas. Nat Rev Cancer 2016;16:345–58. https://doi.org/10.1038/NRC.2016.37.

[8] Salvati L, Palmieri G, De Giorgi V, Cossu A, Mandalà M, Massi D. Melanoma: Pathology and genetics. Encyclopedia of Cancer 2018:414–25. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.65095-X.

[9] de la Fouchardière A, Boivin F, Etchevers HC, Macagno N. Cutaneous Melanomas Arising during Childhood: An Overview of the Main Entities. Dermatopathology 2021;8:301–14. https://doi.org/10.3390/DERMATOPATHOLOGY8030036.

[10] Zalaudek I, Conforti C, Guarneri F, Vezzoni R, Deinlein T, Hofmann-Wellenhof R, et al. Clinical and dermoscopic characteristics of congenital and noncongenital nevus-associated melanomas. J Am Acad Dermatol 2020;83:1080–7. https://doi.org/10.1016/J.JAAD.2020.04.120.

[11] Pampena R, Lai M, Piana S, Lallas A, Pellacani G, Longo C. Nevus-associated melanoma: Facts and controversies. Giornale Italiano Di Dermatologia e Venereologia 2020;155:65–75. https://doi.org/10.23736/S0392-0488.19.06534-9.

[12] Dessinioti C, Geller AC, Stratigos AJ. A review of nevus-associated melanoma: What is the evidence? Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology 2022;36:1927–36. https://doi.org/10.1111/jdv.18453.

Histomorphological heterogeneity of melanocytic nevi: clinicopathological features and assessment of progression potential

Khatuna Nodia[1]; Tamar Saladze[2]; Giorgi Burkadze[3]; Shota Kepuladze[4];

[1]PhD student at Tbilisi State Medical University; Doctor; Dermatovenereologist; [2]Associate Professor of the Department of Pathological Anatomy, Tbilisi State Medical University; Doctor, Pathologist; [3]Head of the Department of Molecular Pathology, Tbilisi State Medical University; Professor; Doctor, Pathologist; [4]Associate Professor of the Department of Molecular Pathology, Tbilisi State Medical University; Doctor; Pathologist

Abstract

Melanocytic nevi are the most common benign melanocytic lesions of the skin, which are characterised by significant histomorphological diversity. The assessment of architectural, cytological and stromal features of different histological types of nevi is critically important, both in differential diagnosis and in better understanding their biological behaviour.

The study aimed to assess the histomorphological heterogeneity of different histological types of melanocytic nevi, compare their clinicopathological features and identify morphological signs associated with progression. The retrospective study included histological material from 52 patients diagnosed with different types of melanocytic nevi. Hematoxylin-eosin (H&E) stained slides were used to assess the histological type of nevus, symmetry, circumscription, maturation, bordering component, Pagetoid spread, cytological atypia, inflammatory infiltrate, fibrosis, solar elastosis, pigmentation, ulcerative changes, and resection margin status. Data were analysed using IBM SPSS Statistics 29.0.

The study showed that melanocytic nevi of different histological types differed significantly in architectural and stromal characteristics. Bordering, intradermal, compound, and blue nevi were mostly symmetrical and well-circumscribed. In contrast, dysplastic and Spitz nevi were more often characterised by asymmetrical architecture, partial maturation, cytological atypia, and inflammatory changes. Recurrences were mainly associated with the dysplastic nevus group and were more common in cases with positive surgical resection margins.

Melanocytic nevi are characterised by marked histomorphological heterogeneity, which depends on their histological type. Routine histomorphological evaluation provides important information on clinicopathological features and morphological signs of progression and serves as a basis for subsequent immunohistochemical and digital pathology studies.
Keywords: Melanocytic nevus; heterogeneity; dysplastic nevus; Spitz nevus; recurrence; clinicopathological correlation.

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია:
ხათუნა ნოდია - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი; ექიმი; დერმატო-ვენეროლოგი; პოდოლოგი;
Khatuna Nodia – PhD Student at Tbilisi State Medical University; MD; Dermatologist;
Email: linkedin.com/in/khatuna-nodia-865895359
khatuna_nodia@yahoo.com

თამარ სალაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი, პათოლოგანატომი;
Tamar Saladze – Associate Professor at TSMU Pathology Department; MD, Pathologist;
Email: t.saladze@tsmu.edu

გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;
George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Department of Molecular Pathology;
E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu
Phone Number: 599578833
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5028-4537

შოთა კეპულაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი პათოლოგანატომი;
Shota Kepuladze – Associate Professor at Tbilisi State Medical University Molecular Pathology Department, MD, Clinical Pathologist;
E-mail: shota.kepuladze@gmail.com Sh.kepuladze@tsmu.edu
Phone Number: +995 598297600
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5919-5581

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.03



Parental Attitudes Toward Exclusive Breastfeeding

Shorena Kopaliani, MPH[1], Natia Kvaratskhelia, MD, MPH, PhD[2]

School of Health Sciences and Public Health, University of Georgia

Abstract

Globally 45% of infants under six months of age are exclusively breastfed (EBF), while malnutrition accounts for approximately 45% of all child deaths (United Nations Children's Fund)[1]. In low and middle-income countries 4% of infants are never breastfed, whereas in high-income countries this figure rises to 21% [2]. The study explores attitudes of mothers toward exclusive breastfeeding in Georgia's two big cities: Tbilisi and Batumi. Using a mixed-methods approach that included focus groups with pediatricians and a self-administered survey of 200 mothers in Tbilisi 92.9% of mothers reported practicing EBF, while in Batumi the rate was 95%. 86.5% believed they were exclusively breastfeeding even when providing other foods. Analysis demonstrated positive correlations between EBF and infant health (r = .667), maternal health (r = .236), and formula use (r = .224). Insights from focus groups underscored persistent challenges, such as the impact of aggressive formula marketing and systemic barriers.

Keywords

Exclusive breastfeeding, infants, dominant breastfeeding, formula feeding, breast milk

Introduction

Exclusive breastfeeding (EBF) is defined as feeding an infant only breast milk for the first six months of life, without the addition of any other food, water, or liquids.[3, 4] EBF is widely recognized as the optimal method for infant nutrition[5], with the potential to prevent over 820,000 child deaths annually.[6]

EBF for the full six months significantly reduces the incidence of gastrointestinal and respiratory infections among newborns.[7] Moreover, breastfeeding is associated with long-term health benefits for mothers, including a decreased risk of breast and ovarian cancers, type 2 diabetes, and hypertension.[8] The World Health Organization and UNICEF recommend initiating

exclusive breastfeeding within the first hour after birth to help protect newborns from infections such as diarrhea, pneumonia, and meningitis.[9]

Despite this benefit, health condition of the infant or mother may justify discontinuation or absence of breastfeeding.[10] Studies show that factors like postnatal depression,[11] maternal knowledge,[12] socio-economic status, delivery method and support services affect breastfeeding behavior. Philosophical perspectives have also been studied to understand and promote EBF.[13] Social and demographic factors continue to influence decisions of mothers, which indicates the need for focused public health efforts.[14] Lack of breastfeeding-friendly environments and strong marketing of formula still impact global breastfeeding rates.[15] However, programs offering breastfeeding support and professional advice have been effective in addressing issues like nipple pain and low milk supply.[16, 17, 18] WHO continues to stress the importance of enforcing policies and protecting breastfeeding from unethical marketing practices.[19, 20] The global rate of exclusive breastfeeding in 2018 was at 33%.[21]

Georgia has a longstanding cultural and public health commitment to breastfeeding. The country initiated its exclusive breastfeeding (EBF) programs in 1994. In 1999, Georgia enacted legislation aimed at protection and promotion of natural infant feeding practices.[22] However, institutional continuity was disrupted in 2006 with the dissolution of the National Breastfeeding Committee, presenting a significant challenge to coordinated policy implementation.[23] According to the 2018 Multiple Indicator Cluster Survey (MICS), only 20.4% of infants in Georgia were exclusively breastfed during the first six months of life. Regional disparities were also observed: the median duration of exclusive breastfeeding was reported as four months in Tbilisi and six months in Adjara.[24]

Methods

To ensure a comprehensive understanding of the research topic, a mixed-methods approach was employed, incorporating both, qualitative and quantitative methodologies. The study was conducted in July 2024 in two major urban centers of Georgia: Tbilisi and Batumi.

As part of the qualitative component, two focus group discussions were organized with a total of 11 pediatricians from primary healthcare facilities—one group in each city. Pediatricians were purposively selected based on their high levels of patient interaction and were invited to respond to five pre-formulated questions related to exclusive breastfeeding (EBF).

In parallel, a quantitative survey was administered among mothers residing in Tbilisi and Batumi who had infants under the age of one year. The questionnaire was designed to assess trust in available information and its role in influencing decisions of mothers regarding EBF. The survey comprised several thematic sections: (a) socio-demographic characteristics; (b) awareness and understanding of exclusive breastfeeding; (c) factors influencing breastfeeding decisions; (d) sources of information on EBF; (e) support received in developing breastfeeding skills; (f) beliefs and perceptions about breastfeeding, and (g) available support during the breastfeeding period.

The survey was conducted remotely via social media platforms, allowing broad access across the target population. Eligibility criteria for participation required that respondents had given birth at any gestational age and did not have any medical contraindications - either maternal or neonatal - that could hinder exclusive breastfeeding. Such conditions included, but were not limited to, neonatal hypoglycemia, birth weight under 1500 grams, maternal mastitis, HIV, hepatitis B/C, or herpes simplex virus type 1.

Quantitative data were analyzed using SPSS statistical software. The questionnaire was developed in Georgian and received approval from the Ethics Committee for Biomedical Research. Prior to participation, all respondents were informed about the purpose, procedures, and significance of the study.

Results

A total of 200 mothers participated in the study. Among them, 93.5% reported practicing exclusive breastfeeding (EBF), while 6.5% indicated that they did not. Of the total sample, 140 mothers resided in Tbilisi, where 92.9% reported practicing EBF and 7.1% did not. In Batumi, 60 mothers took part in the survey; among them, 95% practiced EBF, 5% did not, and 2% reported being unable to exclusively breastfeed due to health-related reasons - 1% due to the infant's medical condition and 1% due to the mother's own health concerns.

Regarding the age distribution of respondents, 6.5% were under the age of 18, 51.5% were between 18 and 29 years old, 39% between 30 and 40, and 3% were older than 41.

In the Tbilisi cohort, the highest rate of exclusive breastfeeding was observed among mothers aged 18–29 years (48.6%), while the lowest rate was recorded in the 41+ age group (2.1%). In Batumi, the highest rate of exclusive breastfeeding was among mothers aged 30–40 years (38.3%), with the lowest also in the 41+ age group (3.3%).

Regarding maternal education, in Tbilisi, the highest proportion of mothers practicing exclusive breastfeeding held a bachelor's degree (49.3%), while the lowest proportion had only secondary education (4.3%). Similarly, in Batumi, the majority of breastfeeding mothers had a bachelor's degree (41.7%), followed by those with secondary education (26.7%), and the lowest percentage held a doctoral degree (1.7%).

Across both cities, 91% of mothers who practiced exclusive breastfeeding were married, indicating a consistent trend across study locations. In terms of employment status, 47.5% of all surveyed mothers were employed, while 52.5% were temporarily unemployed. Among those practicing exclusive breastfeeding, 45% were employed and 55% unemployed, with a similar distribution observed in both Tbilisi and Batumi.

The majority of respondents (64%) were first-time mothers, of whom 59.5% practiced exclusive breastfeeding, while 41.5% did not. Among multiparous mothers (36%), 34% practiced exclusive breastfeeding and only 2% did not.

Knowledge levels regarding exclusive breastfeeding varied by location. In Tbilisi, among mothers practicing exclusive breastfeeding, 40% rated their knowledge as good, 17.1% as average, 35.7% as very good, and 7.2% reported having no information. In Batumi, 50% rated their knowledge as good, 13.3% as average, and 31.7% as very good.

Among the mothers surveyed, 86.5% believed they were practicing exclusive breastfeeding (EBF) even while providing their infants with liquids or solid foods, indicating a significant gap between perceived and medically defined EBF. Only 13.5% responded that they were not practicing EBF.

In terms of reasons for discontinuing EBF, 5% of mothers in Tbilisi cited the infant's health condition, while an equal percentage in Batumi attributed it to their own health condition.

The most frequently cited factor influencing the decision to breastfeed in both cities was personal motivation—reported by 57.9% in Tbilisi and 48.3% in Batumi. The least influential factors were advice from friends and having no influence at all.

Among mothers in Tbilisi practicing EBF, 92.9% believed it was beneficial for the health of the infant. However, 5.7% disagreed with its benefit to maternal health. In Batumi, 28.3% of mothers lacked knowledge about the maternal health benefits of breastfeeding—the highest proportion among the surveyed.

Regarding information sources, social media was the most commonly used in both cities (Tbilisi: 38.6%; Batumi: 45%), while scientific articles were the least accessed (10% overall). More mothers in Batumi relied on pediatricians (23.3%) compared to Tbilisi (15%), while fewer consulted scientific literature.

When asked about support for developing breastfeeding skills, most mothers reported receiving no professional help. In Batumi, 65% of mothers indicated a lack of support the highest figure compared to 44.3% in Tbilisi. The lowest reported sources of support were friends in Tbilisi (5%) and family members in Batumi (6.7%). Assistance from doctors was nearly identical across both cities (Tbilisi: 8.6%, Batumi: 8.3%), although other medical staff provided more support in Tbilisi (25%) than in Batumi (11.7%).

Among all mothers practicing EBF, 62% believed that breast milk cannot be fully replaced by formula, while 29.4% believed full replacement was possible, and 8.6% were unsure. In Tbilisi, 60.7% supported the irreplaceability of breast milk, 24.3% believed otherwise, and 15% were uncertain. In contrast, 35% of mothers in Batumi agreed that formula could fully substitute breast milk.

In total, 65.5% of breastfeeding mothers found information from pediatricians to be clear and understandable, while 35.5% did not—reflecting a similar trend in both cities.

Regarding pediatric visits, 65% of breastfeeding mothers in Tbilisi followed routine check-ups, 20.7% visited due to health concerns, and 14.3% did not respond. In Batumi, 46.7% adhered to routine schedules, while 41.3% visited out of concern; 12% did not answer.

Overall, 80.5% of mothers agreed that awareness of breastfeeding benefits increases motivation to breastfeed; 18.5% partially agreed, and only 1% disagreed. When asked whether formula poses a risk to child development, 34% believed it did not. In Tbilisi, 32.9% agreed, 48.5% partially agreed, and 18.6% disagreed. In Batumi, 28.3% agreed, 35% partially agreed, and 36.7% disagreed.

A small percentage (3%) of breastfeeding mothers reported using formula due to discomfort, while 58% continued breastfeeding despite discomfort, 13% sought medical consultation, and 29% selected "other".

Statistical analysis revealed:

- A strong positive correlation between belief in health benefits of breastfeeding for the infant and actual practice ($r = .667$).
- A moderate correlation between maternal health benefit awareness and breastfeeding practice ($r = .236$).
- A positive correlation between belief that breast milk cannot be replaced and EBF practice ($r = .224$).

As for qualitative data analysis, two online focus group discussions were held via Microsoft Teams with 11 pediatricians (7 in Tbilisi, 4 in Batumi), selected for their high patient engagement. Conversations addressed EBF-related knowledge, training, barriers, and patient communication.

Batumi pediatricians reported a complete lack of clinic-level guidelines and printed materials on EBF. They relied on self-directed learning through literature and seminars—often attended at their own expense. They expressed frustration over the absence of structured state support and highlighted difficulties in communicating with first-time mothers who often held misconceptions or distrust.

In contrast, Tbilisi pediatricians focused on systemic challenges within maternity hospitals, particularly the early introduction of formula. They noted that postpartum mothers are often discouraged from breastfeeding due to assumptions about insufficient milk supply, making it difficult to re-establish EBF later. The absence of lactation consultants and the delayed first pediatric visit—typically occurring a month after birth—were cited as critical missed opportunities for early intervention. Participants recommended integrating EBF education into antenatal care to mitigate early misinformation.

Qualitative data from the focus group conducted in Batumi identified several influential factors shaping exclusive breastfeeding (EBF) practices. These included the marketing and sponsorship

activities of artificial infant food manufacturers, the attitudes of hospital personnel, and maternal willingness to adopt EBF as a means of improving child health. Participants noted that infant formula companies are actively engaged in training and distributing informational materials related to EBF and infant nutrition. However, the content provided by these companies was often described as inconsistent or misleading, potentially creating confusion among healthcare providers and mothers. Notably, there were no government-sponsored seminars or training sessions reported, while commercial entities in the infant nutrition sector were found to be organizing awareness-raising events under the guise of supporting breastfeeding.

Pediatricians reported that mixed feeding was commonly introduced when infants failed to demonstrate sufficient weight gain during the first six months. In such cases, pediatricians typically informed mothers of the growth concern and recommended supplementary formula feeding. Additional accounts revealed that hospital staff occasionally introduced artificial feeding in response to non-medical concerns, such as infant crying or sleep difficulties, further complicating adherence to EBF recommendations. These practices point to structural weaknesses within the healthcare system that require attention.

Both focus groups—Tbilisi and Batumi—expressed concern over the influence of infant formula manufacturers on clinical practice and professional development. Pediatricians in Batumi spoke candidly about company-sponsored events and incentive structures that encouraged the indirect promotion of formula feeding, often at the expense of accurate breastfeeding guidance. Their counterparts in Tbilisi echoed these concerns, noting that although such companies claim to support breastfeeding, their events often subtly promote formula products. There was a shared perception that professional development opportunities disproportionately favor providers aligned with commercial interests in the infant nutrition industry.

Despite these challenges, pediatricians from both cities emphasized the need to provide mothers with accessible, reliable, and evidence-based information on EBF. They unanimously agreed that a mother's awareness and understanding of benefits of breastfeeding significantly influence both the initiation and continuation of EBF. To address existing gaps, participants proposed several strategies: the development of national breastfeeding guidelines, integration of lactation consultants into maternity hospital settings, early postnatal follow-up to support breastfeeding initiation, and the establishment of structured educational initiatives, such as parenting schools and SMS-based support systems for new mothers.

Discussion

The study findings highlight a significant gap in the source and clarity of information on exclusive breastfeeding (EBF) received by mothers. The majority of participants reported obtaining information on EBF primarily through social media platforms, rather than from healthcare professionals. Notably, among those who received information from pediatricians, nearly one-third indicated that the information was unclear or insufficiently detailed.

This issue is particularly important, as quantitative analysis using the chi-square statistical test identified that the decision to practice exclusive breastfeeding was significantly associated with several key variables:

- Level of awareness of mothers;
- The influence of a reliable source;
- Awareness of health benefits for both the infant and the mother;
- Maternal motivation;
- Support in developing early breastfeeding skills.

Despite these associations, 86.5% of mothers believed they were practicing exclusive breastfeeding even when also giving their infants additional liquids or solid foods, suggesting widespread misconceptions about the definition of EBF.

Insights from the Tbilisi focus group further revealed that primary healthcare providers lack printed guidelines or structured educational materials on EBF. In addition, there are no state-supported training initiatives or clinical meetings aimed at promoting breastfeeding. Pediatricians reported that retraining is not provided, and that physicians largely depend on independent self-education. In contrast, infant formula manufacturers are actively organizing conferences and promotional events, often framing them as educational seminars, which may contribute to the spread of commercially biased information.

Quantitative results also identified statistically significant correlations between exclusive breastfeeding practices and perceived health benefits for the infant, maternal health benefits, belief that breast milk cannot be fully replaced by artificial formula.

Findings suggest that focusing on growing willingness of mothers to practice exclusive breastfeeding is critical, and they need to be provided with evidence-based and clear information. Pediatricians also emphasized the value of early, accurate, and coordinated communication, which play a critical role in the decision to breastfeed. This includes defining key terms such as exclusive breastfeeding, mixed feeding, and predominant breastfeeding, while also explaining the long-term health and economic benefits of EBF.

Equally critical to improving EBF practices is the motivation and preparedness of medical personnel, which requires that healthcare providers be equipped with accurate, up-to-date information. It is essential that the government establish a structured system to facilitate the dissemination and public promotion of EBF, ensuring that educational initiatives are grounded in public health priorities and free from commercial influence. More specifically, organization of training sessions and professional seminars under the auspices of the public healthcare sector—rather than industry-sponsored events—is necessary to uphold the integrity of breastfeeding guidance.

At present, physicians and healthcare staff receive no formal retraining or continuing professional education on EBF. Most rely on self-directed learning to update their knowledge. In contrast, infant formula companies are actively involved in organizing conferences to introduce and promote their product lines. Addressing this issue requires targeted research, particularly beginning with maternity hospitals, where early feeding practices are established and clinical habits are shaped.

In summary, although the two pediatrician focus groups—Tbilisi and Batumi—identified shared challenges, including limited access to training and widespread misinformation among mothers, their perspectives diverged in emphasis. The Tbilisi group underscored broader systemic and institutional constraints, particularly within hospital settings, while the Batumi group emphasized the lack of educational materials and communication barriers at the primary care level. Nevertheless, both groups concurred on the critical importance of enhancing maternal education and ensuring continuity of care between maternity hospitals and pediatricians as key strategies for improving exclusive breastfeeding practices.

Based on results and discussion of the study Recommendations for improving the practice of exclusive breastfeeding include the following:

1. Enhanced government involvement — training sessions for gynecologists, pediatricians and neonatologists;
2. Introducing lactation consultants to support mothers;
3. Control over the sponsorship and marketing of artificial food manufacturers — tightening the enforcement mechanisms of the law;
4. Institutional control over the offering of artificial food to newborns post-delivery/establishment of medical indications and monitoring;
5. Printing and distribution of evidence-based guidelines on EBF to pediatritions and other primary care providers.

Conclusion

To improve the practice of exclusive breastfeeding, it is important to effectively control the marketing and sponsorship activities of infant formula manufacturers, and also to ensure that printed guidelines on exclusive breastfeeding are available for pediatricians, something which, as noted, unfortunately does not currently exist. Equally significant is the awareness of neonatologists and the need for deeper research into the issue in order to address the problem. To enhance exclusive breastfeeding practices, it is crucial to increase government involvement and implement regulations that support and improve the process. To address the issue, it is important to conduct in-depth research, starting from maternity hospitals.

Acknowledgments

We would like to thank the Georgian Healthcare System and the University of Georgia for their ongoing partnership and contributions.

Declaration of Conflicting Interests

The author(s) declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The research process was not funded.

Bibliography:

1.UNICEF. Breastfeeding: A mother's gift, for every child. UNICEF DATA. Published May 10, 2018. https://data.unicef.org/resources/breastfeeding-a-mothers-gift-for-every-child/

2.United Nations Children's Fund. *Protecting Children's Right to a Healthy Food Environment*.; 2019. https://www.unicef.org/media/96101/file/Protecting-Childrens-Right-Healthy-Food-Environment.pdf

3.World Health Organization. Infant and young child feeding. World Health Organization. Published December 20, 2023. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/infant-and-young-child-feeding

4.World Health Organization. Global Congress opens to counter harmful marketing of formula milk. www.who.int. Published 2023. https://www.who.int/news/item/20-06-2023-global-congress-opens-to-counter-harmful-marketing-of-formula-milk

5.Campos A, Chaoul Cde O, Carmona E, Higa R, do Vale do V. Artículo Original. *The Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 2015;23(2):283-290. doi:10.1590/0104-1169.0141.2553

6.World Health Organization . MONITORING THE MARKETING OF BREAST-MILK SUBSTITUTES: Protocol for ongoing monitoring systems. Who.int. Published 2017. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/259441/9789241513180-eng.pdf?sequence=1

7.World Health Organization. *THE OPTIMAL DURATION of EXCLUSIVE BREASTFEEDING REPORT of an EXPERT CONSULTATION*.; 2001. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/67219/WHO_NHD_01.09.pdf?sequence=1

8.Centers For Disease Control and Prevention. Recommendations and benefits . Centers for Disease Control and Prevention. Published November 4, 2019.

https://www.cdc.gov/nutrition/infantandtoddlernutrition/breastfeeding/recommendations-benefits.html

9.Global breastfeeding scorecard. www.globalbreastfeedingcollective.org. https://www.globalbreastfeedingcollective.org/global-breastfeeding-scorecard

10.World Health Organization. *Acceptable Medical Reasons for Use of Breast-Milk Substitutes Acceptable Medical Reasons for Use of Breast-Milk Substitutes*.; 2009. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/69938/WHO_FCH_CAH_09.01_eng.pdf?sequence=1

11.Silva CS, Lima MC, Sequeira-de-Andrade LAS, et al. Association between postpartum depression and the practice of exclusive breastfeeding in the first three months of life. *Jornal de Pediatria*. 2017;93(4):356-364. doi:10.1016/j.jped.2016.08.005

12.Zielińska MA, Sobczak A, Hamułka J. Breastfeeding knowledge and exclusive breastfeeding of infants in first six months of life. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny*. 2017;68(1):51-59.

13.Amoo TB, Popoola T, Lucas R. Promoting the practice of exclusive breastfeeding: a philosophic scoping review. *BMC Pregnancy and Childbirth*. 2022;22(1). doi:10.1186/s12884-022-04689-w

14.Otim ME, Omagino EK, Almarzouqi A, Rahman SA, Asante AD. Exclusive breast-feeding in the first six months: findings from a cross-sectional survey in Mulago hospital, Uganda. *African Health Sciences*. 2022;22(2):535-544. doi:10.4314/ahs.v22i2.62

15.World Health Organization. Breastfeeding. World Health Organization. Published 2023. https://www.who.int/health-topics/breastfeeding#tab=tab_1

16.van Dellen SA, Wisse B, Mobach MP, Dijkstra A. The effect of a breastfeeding support programme on breastfeeding duration and exclusivity: a quasi-experiment. *BMC Public Health*. 2019;19(1). https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-019-7331-y

17.Gianni M, Bettinelli M, Manfra P, et al. Breastfeeding Difficulties and Risk for Early Breastfeeding Cessation. *Nutrients*. 2019;11(10):2266. doi:10.3390/nu11102266

18.Buckley KM, Charles GE. Benefits and challenges of transitioning preterm infants to at-breast feedings. *International Breastfeeding Journal*. 2006;1(1):13. doi:10.1186/1746-4358-1-13

19.World Health Organization. WHO EMRO | Breastfeeding | Nutrition site. World Health Organization - Regional Office for the Eastern Mediterranean. Published 2023. https://www.emro.who.int/nutrition/breastfeeding/index.html

20.World Health Organization. Feeding of infants unable to breastfeed directly in care facilities. www.who.int. Published August 9, 2023. https://www.who.int/tools/elena/interventions/breastfeeding-inability

21.Sayres S, Visentin L. Breastfeeding: uncovering barriers and offering solutions. *Current Opinion in Pediatrics*. 2018;30(4):1. doi:10.1097/mop.0000000000000647

22.The Legislative Herald of Georgia. *Order of the Minister of Georgia on the establishment of the National Monitoring Council for the Protection and Promotion of Natural Infant Feeding and Controlled Consumption of Infant Formula Products.* 2000. https://matsne.gov.ge/ka/document/view/51616?publication=0

23.Nemsadze K. Report from the Country of Georgia: Protecting and Promoting Breastfeeding through Regulation of Artificial-Feeding Marketing Practices. *Journal of Perinatal Education*. 2004;13(1):23-28. doi:10.1624/105812404826450

24.National Statistics Office of Georgia. *Multi-Indicator Cluster Survey 2018. Survey Results Report.* 2019. https://www.unicef.org/georgia/media/5896/file/Mics_Georgian.pdf

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.04



ღია საჯარო სივრცეების ხელმისაწვდომობა და მოსახლეობის კეთილდღეობა: ინდუსტრიული დიზაინერების როლი ინკლუზიური ურბანული გარემოს ფორმირებაში

მარიამ ბოჭორიშვილი

დოქტორანტი, არქიტექტურის ურბანისტიკისა და დიზაინის ფაკულტეტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, 599577121, mbotchorishvili@yahoo.com

რეზიუმე

თანამედროვე ურბანული დაგეგმარება განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობ ღია საჯარო სივრცეების ხელმისაწვდომობას. Urban Agenda 2030 და Urban Health Rome Declaration-ის მიხედვით, ქალაქების განვითარება უნდა ეფუძნებოდეს ინკლუზიურობას, რაც თავის მხრივ გულისხმობს ჯანმრთელობის ხელშეწყობას.

სტატიაში განხილულია ღია საჯარო სივრცეების ხელმისაწვდომობა, როგორც ურბანული ჯანმრთელობის მნიშვნელოვანი ფაქტორი. გამოკვეთილია უნივერსალური დიზაინის პრინციპების როლი ურბანული გარემოს გაუმჯობესებაში. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ინდუსტრიული დიზაინერების ჩართულობას, რომლებიც ქმნიან ადამიანზე ორიენტირებულ ელემენტებს და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ სივრცის ფუნქციონირებასა და ხელმისაწვდომობაზე.

სტატია ასაბუთებს, რომ ინდუსტრიული დიზაინერების ჩართულობა მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ურბანული სივრცეების ფორმირების პროცესში.

საკვანძო სიტყვები: ღია საჯარო სივრცეები, ხელმისაწვდომობა, მოსახლეობის კეთილდღეობა, ინდუსტრიული დიზაინის, ურბანული ჯანმრთელობა, ინკლუზიური დიზაინი

ბოლო ათწლეულების განმავლობაში ურბანული დაგეგმარების პრინციპები მნიშვნელოვნად შეიცვალა. დღეს ძალიან დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ქალაქში ღია საჯარო სივრცეების არსებობას, რადგან იგი ხელს უწყობს მოსახლეობის

კეთილდღეობას. Urban Agenda 2030-ის მიხედვით, ქალაქების დაგეგმვისა და განვითარების პრინციპები უნდა ეფუძნებოდეს საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ხელშეწყობას, თანასწორობასა და ყველასთვის ხელმისაწვდომობას. (Sennet, 2018)

ღია საჯარო სივრცეების ხელმისაწვდომობა მოსახლეობის კეთილდღეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი განმაპირობებელი ფაქტორია. უსაფრთხო, კომფორტული, და ყველასთვის თანაბრად ხელმისაწვდომი გარემო მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სოციალიზაციისა და ფიზიკური ჯანმრთელობისთვის. საჯარო სივრცის ხელმისაწვდომობა განპირობებულია ინკლუზიური დიზაინის პრინციპების ზედმიწევნითი შესრულებით, რაც ამცირებს ფიზიკურ და სოციალურ ბარიერებს და აუმჯობესებს ცხოვრების ხარისხს. ხელმისაწვდომობის ხელშეწყობა წარმოადგენს ურბანული ჯანმრთელობის ერთ-ერთ ძირითად მიმართულებას.

რომის დეკლარაციის მიხედვით Urban Health Rome Declaration-ით შემუშავდა ახალი ურბანული პოლიტიკა, რომელიც ცნობილია, როგორც ურბანული ჯანმრთელობა და ითვალისწინებს ურბანული დაგეგმარების ახალ მიდგომებსა და აერთიანებს ბევრ სხვადასხვა მიმართულებას, მათ შორის ინკლუზიურ დიზაინს. (WHO, 2017)

სამწუხაროდ, არც თუ ისე ხშირად ვხვდებით ინდუსტრიული დიზაინერების ჩართულობას ურბანული სივრცეების დაგეგმვის პროცესში, რის შედეგადაც ვხვდებით რიგ პრობლემას ღია ურბანულ სივრცეებში, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს ურბანული ცხოვრების ხარისხს.

სტატიის მიზანია წარმოაჩინოს ინდუსტრიული დიზაინერების როლი ღია საჯარო სივრცეების დაგეგმვისა და გაუმჯობესების პროცესში. წარმოჩნდეს მათი ჩართულობის აუცილებლობა განსაკუთრებით ინკლუზიური დიზაინის მიმართულებით, რომელიც დაკავშირებულია ყველა ტიპის ინდივიდის კეთილდღეობაზე.

ძირითადი ნაწილი:

თანასწორობის პოლიტიკა ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია თანამედროვე ურბანული დაგეგმარებისთვის. თანასწორობის პოლიტიკა პირველ რიგში, გულისხმობს ყველასთვის ხელმისაწვდომი სივრცის შექმნის შესაძლებლობას.

საჯარო სივრცე დაკარგავს თავის ფუნქციას, თუკი იგი ვერ დააკმაყოფილებს ინკლუზიური დიზაინის მთავარ პრინციპს და ვერ იქნება ხელმისაწვდომი თითოეული მოსახლისთვის.

უნივერსალური დიზაინის პრინციპები გულისხმობს ისეთი გარემოს, ელემენტებისა და სივრცითი გადაწყვეტილების შექმნას, რომელიც განკუთვნილია ყველა ჯგუფის ადამიანისთვის, მათი ფიზიკური შესაძლებლობებისა და განსახვავებული საჭიროებების მიუხედავად. ღია საჯარო სივრცეებში მნიშვნელოვანია შეიქმნას ისეთი გარემო,

რომელიც გათვლილი იქნება როგორც მხედველობადაქვეითებული მოსახლისთვის, ისე ხელჯოხის მატარებლისა და ინვალიდის ეტლის მომხმარებელ ადამიანთათვის.

ამგვარი მიდგომა მოითხოვს არამარტო ურბანისტებისა და არქიტექტორების ჩართულობას, არამედ ინდუსტრიული დიზაინერების აქტიურ მუშაობას ღია საჯარო სივრცეების ფორმირების პროცესში.

ურბანული ავეჯი, განათების სისტემები, საინფორმაციო და სანავიგაციო საშუალებები და სხვა ინფრასტრუქტურული ელემენტები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ უსაფრთხო და ყველასთვის ხელმისაწვდომი გარემოს შექმნაში, რომლის შექმნასაც სწორედ ინდუსტრიული დიზაინერები უზრუნველყოფენ, რადგან სწორედ ისინი ქმნიან ადამიანზე ორიენტირებულ პროდუქტებსა და ელემენტებს. (Edward Steinfeld, 2018) (Edward Steinfeld J. L.)

ინდუსტრიული დიზაინერის ჩართულობა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მომხმარებლის გამოცდილებაზე ორიენტირებული გადაწყვეტილების შემუშავებისას. საჯარო სივრცის ფორმირებისთვის მნიშვნელოვანია მრავალი ასპექტის გათვალისწინება. სივრცის თითოეული ელემენტი უნდა ითვალისწინებდეს სხვადასხვა ასპექტს, როგორიცაა მისი ერგონომიული მახასიათებლები, ფუნქციურობა და სოციალური საჭიროებები. სწორედ ინდუსტრიული დიზაინერის ქმნიან მრავალ სხვადასხვა ინკლუზიური დიზაინის ელემენტს. რომელიც იქმნება სხვადასხვა ასპექტების გათვალისწინებით, როგორიცაა ფიზიკური და ფსიქოლოგიური ასპექტები. სხვადასხვა კვლევის საფუძველზე ხდება დიზაინ გადაწყვეტები. ეს კვლევები ძირითად ეხება ერგონომიკას, სოციოლოგიასა და ფსიქოლოგიას. ინტეგრირებული კვლევის საფუძველზე ხორციელდება სხვადასხვა პროდუქტის შექმნა, რაც შემდგომ უზრუნველყოფს კომფორტული და უსაფრთხო გარემოს ფორმირებას.

ამრიგად, ინდუსტრიული დიზაინერების ჩართულობა ღია საჯარო სივრცეების დაგეგმვის პროცესში წარმოადგენს მნიშვნელოვან წინაპირობას, ადამიანზე ორიენტირებული და ინკლუზიური გარემოს ფორმირებაში, რომელიც მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მოსახლეობის კეთილდღეობისთვის.

დასკვნა: ურბანული დაგეგმარების პროცესში მნიშვნელოვანია გათვალისწინებულ იქნეს ქუჩის მასშტაბი, რადგან სწორედ ის განსაზღვრავს ღია საჯარო სივრცეების ფუნქციონირების ხარისხს. ქუჩის მასშტაბზე დაგეგმარების შემდგომ, ყურადღება გადადის უფრო დეტალურ, ადამიანის მასშტაბზე, სადაც იქმნება ის ელემენტები, რომლებიც უშუალოდ განსაზღვრავს ურბანული გარემოს გამოყენებადობას, ხელმისაწვდომობას, კომფორტსა და უსაფრთხოებას.

სწორედ ადამიანის მასშტაბისა და დეტალების დონეზე მუშაობენ ინდუსტრიული დიზაინერები, რომელთა წვლილი ხშირად შეუმჩნეველი რჩება და სათანადოდ არ აღიქმება, როდესაც ფასდება ურბანული სივრცის ხელმისაწვდომობის ხარისხი. თუმცა აუცილებელია, რომ ხაზი გაესვას მათ ჩართულობასა და როლს ურბანული სივრცეების

სწორი განვითარების პრინციპების ჩამოყალიბების პროცესში, რადგან ხშირ შემთხვევაში სწორედ მათი ჩართულობა თამაშობს ერთ-ერთ გადამწყვეტ როლს ადამიანზე ორიენტირებული გარემოს ჩამოყალიბებაში, რაც უზრუნველყოფს ადამიანის კეთილდღეობას.

გამოყენებული ლიტერატურა

Edward Steinfeld, J. L. (2018). *Inclusive Design.*

Edward Steinfeld, J. L. (თ. გ.). *Universal Design. Creating Inclusive.* 2012.

Sennet, R. (2018). *Costruire e abitare.* Feltrinelli.

WHO. (2017). მოპოვებული WHO.int: https://www.who.int/europe/news/item/18-01-2018-urban-health-rome-declaration-adopted-at-health-in-the-cities

Accessibility of Open Public Spaces and the Well-being of the Population: The Role of Industrial Designers in the Formation of an Inclusive Urban Environment

Mariam Botchorishvili

PHD candidate Faculty of Architecture, Urbanistics and Design, Georgian Technical University, 599577121, mbotchorishvili@yahoo.com

Abstract

Contemporary Urban Planning increasingly emphasizes the importance of open public spaces for human well-being. According to Urban Agenda 2030 and Urban Health Rome declaration, Urban Development should be based on inclusivity, accessibility, and the promotion of health.

This article examines the accessibility of open public spaces as a key component of Urban Health and highlights the role of Universal Design principles in reducing physical and social barriers. Attention is given to the role of Industrial Designers, whose contribution is often overlooked despite their significant impact on the functionality, comfort, and usability of urban environments.

The study argues that the active involvement of industrial designer is essential for creating inclusive, human-centered spaces that enhance overall well-being.

Key words: Open Public Space, accessibility, Urban Well-being, Industrial Designers, Inclusive Designers

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.05



Women, Power, and Cancer: A Public Health Review

Tamriko Bulia[1]

[1]School of Health Sciences, The University of Georgia

ABSTRACT

Cancer affects women not only as a biological disease but also through social, economic, cultural, and political pathways. Women interact with cancer as individuals at risk, patients, survivors, family caregivers, health professionals, researchers, advocates, and policy-makers. However, gender inequality and unequal power relations continue to shape women's exposure to cancer risk factors, access to prevention and screening, timeliness of diagnosis, treatment adherence, survivorship outcomes, palliative care experiences, unpaid caregiving responsibilities, and professional opportunities within oncology systems. This review examines gender inequities across the cancer continuum, moving beyond a narrow focus on "women's cancers" to consider cancer as a broader women's health and public health priority. Drawing on global evidence and the conceptual framework advanced by the Lancet Commission on women, power, and cancer, the article highlights how asymmetries in decision-making, knowledge, economics, and leadership influence cancer outcomes. Particular attention is given to unpaid caregiving, financial vulnerability, oncology workforce inequities, and the need for gender-responsive cancer control policies. A gender-responsive approach to oncology requires sex-disaggregated data, equitable access to prevention and treatment, caregiver support, financial protection, integration of palliative care, and stronger representation of women in cancer leadership. Recognizing the relationship between women, power, and cancer is essential for more equitable, humane, and sustainable cancer care.

Keywords: women and cancer; gender equity; cancer control; public health; palliative care

INTRODUCTION

Cancer is often framed primarily as a biomedical problem, defined by tumor biology, stage, treatment modality, and survival outcomes. While these dimensions are essential, they do not fully explain how cancer is experienced by women across different societies and health systems. For women, cancer is also shaped by gender norms, economic dependence, caregiving

expectations, social stigma, access to information, decision-making power, and the organization of health services. These factors influence whether women can avoid preventable risks, participate in screening, seek timely diagnosis, afford treatment, complete care, return to work, receive palliative support, or participate in cancer leadership and policy-making.

The global cancer burden among women is substantial. GLOBOCAN 2022 estimates show that cancer remains a leading cause of morbidity and mortality worldwide, with female breast cancer representing one of the most common cancers globally and the most commonly diagnosed cancer among women (Bray et al., 2024). However, the burden of cancer in women extends far beyond breast, cervical, ovarian, and endometrial cancers. Women are also affected by lung, colorectal, gastric, liver, hematologic, and other malignancies, and they experience the consequences of cancer as patients, survivors, caregivers, health workers, researchers, and advocates. The Lancet Commission on women, power, and cancer emphasized that women interact with cancer in complex and multiple roles, including as healthy individuals participating in prevention, as people living with and beyond cancer, as unpaid caregivers, and as members of the cancer workforce and policy community (Ginsburg et al., 2023).

Despite this complexity, cancer has often been insufficiently integrated into the women's health agenda, which has historically focused more strongly on reproductive and maternal health. This narrow framing risks under-recognizing cancer as a major women's health issue and obscures the gendered social determinants that influence cancer outcomes. The Lancet Commission argues that cancer policies and guidelines should explicitly include sex and gender to respond to the needs and aspirations of women in all their roles across the cancer continuum (Ginsburg et al., 2023).

This review examines women, power, and cancer as a public health issue. It explores how gender inequality affects cancer prevention, screening, diagnosis, treatment, survivorship, palliative care, caregiving, and leadership. It also considers implications for Georgia and similar health systems, where financial constraints, regional service concentration, family-based caregiving, and limited integration of supportive and palliative care may intensify gender-related inequities. The central argument is that cancer care cannot be truly patient-centered or equitable unless it recognizes how gender and power shape women's risks, access to care, caregiving roles, professional opportunities, and health outcomes.

WOMEN AND CANCER BEYOND "WOMEN'S CANCERS"

Discussions of women and cancer often focus on cancers of the breast, cervix, ovary, uterus, and other reproductive organs. These cancers are undeniably important. Breast cancer remains the most commonly diagnosed cancer among women globally, with approximately 2.3 million new cases in 2022, and cervical cancer remains a preventable yet persistent cause of premature mortality in many countries (Bray et al., 2024; World Health Organization [WHO], 2020). The WHO global strategy to eliminate cervical cancer as a public health problem is built on

vaccination, screening, and treatment, reflecting the possibility of preventing many deaths through coordinated public health action (WHO, 2020).

However, reducing women and cancer to "women's cancers" is conceptually and politically limiting. Women are affected by all major cancer types, and their experiences are shaped not only by biological sex but also by gendered social realities. For example, women with lung cancer may face delayed recognition if symptoms are not associated with traditional risk profiles, especially among never-smokers. Women with colorectal or gastric cancer may experience diagnostic delays due to competing family responsibilities, limited access to screening, or normalization of symptoms. Women with advanced cancers may face complex decisions about treatment, caregiving, fertility, sexuality, body image, employment, and end-of-life care.

A broader framework recognizes that cancer is a women's health issue, not because it affects only female-specific organs, but because women's risks, access, experiences, and outcomes are shaped by gendered structures. These structures include unequal access to education and health information, limited financial autonomy, lower decision-making power within households, occupational exposures, gender-based stigma, and disproportionate responsibility for unpaid care. Therefore, a gender-responsive cancer agenda must include both sex-specific cancers and all cancers affecting women across the life course.

This broader perspective also prevents the marginalization of women as caregivers, clinicians, nurses, social workers, researchers, and policy-makers. Cancer systems often depend heavily on women's paid and unpaid labor, yet women may remain underrepresented in leadership and decision-making positions. A public health review of women and cancer must therefore examine not only disease burden but also the distribution of power within cancer systems.

GENDER INEQUITIES ACROSS THE CANCER CONTINUUM

Prevention

Cancer prevention is shaped by the social conditions in which women live. Exposure to risk factors such as tobacco, alcohol, unhealthy diet, physical inactivity, occupational hazards, air pollution, and infectious agents is not distributed equally. Gender norms may influence whether women can access health information, negotiate safer environments, seek vaccination, or participate in preventive care. In some settings, women may have limited autonomy over health decisions, transportation, finances, or time, all of which affect preventive behavior.

HPV vaccination is a clear example of the intersection between cancer prevention, gender, policy, and public trust. Cervical cancer is largely preventable through HPV vaccination, screening, and treatment of precancerous lesions. The WHO's cervical cancer elimination strategy sets ambitious 90–70–90 targets: 90% of girls fully vaccinated with the HPV vaccine by age 15, 70% of women screened with a high-performance test by ages 35 and 45, and 90% of women with cervical disease receiving appropriate treatment (WHO, 2020).

However, the success of such strategies depends on more than vaccine availability. It requires public awareness, trust, school-based or community-based delivery systems, affordability,

parental acceptance, and gender-sensitive communication. In contexts where misinformation, stigma, or limited access to adolescent health services exist, girls may remain unprotected despite the availability of effective prevention tools. Therefore, prevention must be understood as a matter of health systems, education, gender norms, and policy implementation.

Screening and Early Detection

Screening and early detection are central to reducing cancer mortality, but women's access to these services is often shaped by social and structural barriers. Breast and cervical cancer screening programs may exist formally, yet participation can remain unequal due to cost, distance, fear, embarrassment, lack of information, low health literacy, distrust of institutions, or competing family responsibilities. Women living in rural or underserved regions may face additional barriers, including transportation costs, limited availability of specialists, and fragmented referral pathways.

Gender norms can also affect screening behavior. In some communities, women may prioritize family needs over their own health, delay care because of caregiving duties, or avoid gynecological examinations due to stigma, modesty concerns, or fear of diagnosis. These barriers are not simply individual choices; they reflect social expectations and power relations. A woman who lacks financial independence or decision-making authority may be less able to attend screening even when she understands its importance.

Early detection strategies must therefore be designed with women's lived realities in mind. Mobile screening, community outreach, HPV self-sampling where appropriate, patient navigation, culturally sensitive education, and integration with primary care can help reduce barriers. Screening programs should also monitor participation by age, region, socioeconomic status, and other equity indicators to identify groups that are being left behind.

Diagnosis

Timely diagnosis depends on symptom recognition, health-seeking behavior, primary care access, referral systems, diagnostic capacity, and affordability. Women may experience diagnostic delay when symptoms are normalized, minimized, or attributed to stress, menopause, reproductive conditions, or caregiving fatigue. Delays may also occur when women postpone care because of household responsibilities, fear of financial consequences, or limited ability to travel.

Diagnostic inequities are particularly important in cancers where early symptoms are vague or non-specific, such as ovarian, gastric, colorectal, lung, and pancreatic cancers. In these cases, health literacy, clinician awareness, and referral pathways are critical. Gender bias may also influence communication: women's symptoms may be under-investigated or insufficiently validated in some clinical encounters. Although this varies by context, it highlights the importance of respectful, patient-centered diagnostic care.

From a public health perspective, diagnostic delay is not only a clinical problem but also a systems problem. Weak primary care pathways, limited access to imaging and pathology, high out-of-

pocket costs, and concentration of diagnostic services in urban centers can all contribute to late-stage diagnosis. Gender-responsive cancer control must therefore strengthen diagnostic systems while addressing the social barriers that prevent women from seeking and completing evaluation.

Treatment

Cancer treatment involves complex decisions about surgery, radiotherapy, systemic therapy, supportive care, fertility preservation, rehabilitation, and palliative care. Gender inequality can influence treatment access and adherence through financial dependence, caregiving responsibilities, employment insecurity, transportation barriers, and communication gaps. Women may delay or interrupt treatment if they cannot afford indirect costs, arrange childcare, take time off work, or travel repeatedly to oncology centers.

Financial toxicity is especially relevant for women. The Lancet Commission and related discussions emphasize that women may be more vulnerable to financial catastrophe related to cancer because of lower income, less secure employment, unpaid caregiving responsibilities, and reduced decision-making power over household resources (Ginsburg et al., 2023). Financial hardship may influence whether women initiate treatment, complete therapy, purchase supportive medications, attend follow-up visits, or access rehabilitation and psychosocial support.

Treatment communication must also be gender-sensitive. Women may need information about fertility, sexuality, body image, menopause, family roles, return to work, caregiving responsibilities, and long-term treatment effects. These issues are often under-discussed in routine oncology practice, especially in busy or resource-limited settings. A patient-centered model should create space for these concerns and integrate multidisciplinary support, including nursing, psychology, social work, rehabilitation, fertility counseling, and palliative care.

Survivorship

As cancer survival improves, survivorship has become a major public health issue. Women living beyond cancer may experience fatigue, pain, lymphedema, neuropathy, anxiety, depression, sexual dysfunction, infertility, premature menopause, cognitive changes, fear of recurrence, employment disruption, and financial hardship. Survivorship is not simply the period after treatment; it is a long-term phase requiring coordinated medical, psychosocial, and social support.

Gender roles strongly shape survivorship. Women may be expected to resume family and caregiving responsibilities quickly, even while experiencing persistent symptoms. They may face body image concerns after breast, gynecological, colorectal, or other cancer treatments. Younger women may confront fertility loss, relationship strain, or career disruption. Older women may face isolation, fixed incomes, comorbidities, and dependence on family caregivers.

Survivorship care plans should therefore include not only surveillance for recurrence but also rehabilitation, psychosocial care, sexual health, fertility support, financial counseling, return-to-work guidance, and management of chronic treatment effects. A gender-responsive survivorship

model recognizes that recovery is not only biological; it is social, economic, relational, and psychological.

Palliative Care

Palliative care is a crucial component of comprehensive cancer care, yet access remains uneven across many health systems. Women may need palliative care as patients with advanced cancer, but they also frequently provide palliative and end-of-life care as family caregivers. This dual role makes palliative care central to the women, power, and cancer agenda.

For women with advanced cancer, timely palliative care can improve symptom control, communication, psychosocial support, quality of life, and care planning. However, palliative care is often introduced late, especially when it is misunderstood as synonymous with imminent death. Gendered expectations may also affect how women express suffering, request help, or prioritize their own comfort. Women may minimize symptoms to avoid burdening family members or may continue caregiving duties despite advanced illness.

For women as caregivers, palliative care systems often rely on unpaid labor. Family caregivers manage medications, hygiene, feeding, transportation, emotional support, communication with clinicians, and end-of-life care at home. In many societies, this work is disproportionately performed by women. Yet caregiver burden is frequently invisible in health policy, poorly measured in clinical practice, and insufficiently supported by social protection systems.

Gender-responsive palliative care should therefore include caregiver assessment, respite support, bereavement care, financial counseling, home-based services, and recognition of unpaid caregiving as a public health issue. Integrating palliative care earlier in oncology care is not only clinically beneficial; it is also a strategy to reduce hidden suffering among patients and families.

UNPAID CAREGIVING AND THE INVISIBLE ECONOMY OF CANCER

One of the most powerful dimensions of women, power, and cancer is unpaid caregiving. Cancer care does not occur only in hospitals and clinics. Much of it occurs at home, where family members provide daily practical, emotional, and logistical support. Across many contexts, this work is disproportionately carried out by women: mothers, wives, daughters, sisters, daughters-in-law, and grandmothers.

Unpaid caregivers may coordinate appointments, accompany patients to treatment, manage medications, monitor symptoms, provide nutrition and hygiene, communicate with health professionals, arrange finances, and offer emotional support. In advanced cancer, they may also provide complex home-based care, including pain management, mobility assistance, wound care, and end-of-life support. This labor is essential to the functioning of cancer systems, yet it is often absent from cost calculations, workforce planning, and policy design.

The invisible economy of cancer refers to the unpaid time, emotional energy, and financial sacrifice that families—especially women—contribute to cancer care. Cancer systems often depend on women's unpaid labor while failing to recognize, protect, or compensate it. This creates a paradox: women sustain the cancer care system, but the system may not sustain them.

Caregiving can affect women's employment, income, physical health, mental health, social participation, and long-term financial security. Women may reduce working hours, leave employment, decline career opportunities, or experience burnout. They may also experience anxiety, depression, sleep disturbance, social isolation, and anticipatory grief. When caregiving is combined with poverty, rural residence, limited services, or lack of home care, the burden becomes even greater.

Public health policy must recognize caregivers as a population with legitimate health and social needs. Practical strategies include caregiver screening, respite services, home-based palliative care, caregiver education, psychological support, paid leave, employment protection, transportation assistance, and social benefits. Without such measures, cancer care remains dependent on an inequitable and unsustainable model of unpaid female labor.

WOMEN IN THE ONCOLOGY WORKFORCE AND LEADERSHIP

Women are central to the oncology workforce. They work as physicians, nurses, psychologists, social workers, pharmacists, researchers, public health professionals, patient navigators, administrators, and advocates. However, representation in the workforce does not automatically translate into power. In many settings, women remain underrepresented in senior leadership, academic promotion, guideline committees, research funding, conference visibility, editorial boards, and policy-making positions.

This leadership gap matters because decision-making structures shape cancer priorities. If women are underrepresented in leadership, issues such as caregiving burden, gender-sensitive communication, fertility, sexual health, financial vulnerability, workplace discrimination, and palliative care integration may receive less attention. Leadership diversity is therefore not only a matter of fairness; it is a matter of better cancer policy.

Gender inequities in oncology careers may be driven by multiple factors: unequal domestic responsibilities, maternity-related career interruptions, implicit bias, limited mentorship, pay gaps, harassment, exclusion from professional networks, and fewer opportunities for high-visibility roles. Women may be concentrated in clinical service delivery while men are more represented in senior academic, administrative, or policy positions. These patterns can reproduce power imbalances within cancer systems.

Addressing workforce inequity requires institutional and policy-level action. Strategies include transparent promotion criteria, mentorship and sponsorship programs, parental leave policies, flexible career pathways, anti-harassment protections, pay equity monitoring, leadership training, and gender-balanced representation in committees, conferences, research teams, and

editorial structures. Cancer systems that aim to be equitable for patients must also be equitable for the professionals who deliver care.

INTERSECTIONALITY: NOT ALL WOMEN EXPERIENCE CANCER EQUALLY

A gender-responsive cancer agenda must avoid treating women as a homogeneous group. Women's cancer experiences differ by age, income, education, geography, employment, disability, migration status, ethnicity, social support, cancer type, disease stage, and health-system context. Intersectionality helps explain how multiple forms of disadvantage combine to shape cancer risk, access, and outcomes.

Low-income women may face greater barriers to prevention, screening, diagnosis, and treatment because of out-of-pocket costs, transportation expenses, informal employment, and limited savings. Rural women may experience geographic barriers, fewer specialists, longer travel times, and delayed referral. Older women may face ageism, comorbidities, fixed income, and social isolation. Younger women may face fertility concerns, childcare responsibilities, career disruption, and financial instability. Women with disabilities may encounter inaccessible facilities, communication barriers, and inadequate adaptation of screening services.

Intersectionality is particularly important for palliative care and survivorship. A woman with advanced cancer who lives in a rural area, has low income, and lacks family support may experience a very different care trajectory from an urban, financially secure patient with access to multidisciplinary services. Similarly, a woman caregiver who is also employed, raising children, and caring for an older relative may face a compounded burden.

Equity-oriented cancer control requires data systems that can identify these differences. Sex-disaggregated data are necessary but not sufficient. Cancer registries, screening programs, treatment databases, and survivorship studies should also capture relevant social determinants where feasible, including geography, socioeconomic status, insurance coverage, and access barriers. Without such data, inequities remain hidden, and policy responses remain generic.

POLICY IMPLICATIONS FOR GENDER-RESPONSIVE CANCER CONTROL

Gender-responsive cancer control requires moving from recognition to implementation. First, sex and gender should be explicitly incorporated into national cancer control plans, clinical guidelines, screening strategies, survivorship programs, and palliative care policies. This does not mean creating separate systems for women; it means ensuring that cancer systems understand and respond to gendered barriers and needs.

Second, prevention and screening programs should be designed for equitable access. HPV vaccination, cervical cancer screening, breast cancer screening, tobacco control, and public awareness campaigns should consider regional disparities, health literacy, stigma, affordability,

and women's time constraints. Community outreach, primary care integration, mobile services, and patient navigation can help reduce barriers.

Third, financial protection must be strengthened. Cancer policies should reduce out-of-pocket payments for essential diagnostics, treatment, supportive medications, rehabilitation, and follow-up. Financial toxicity should be recognized as a quality-of-care issue, particularly for women with low income, unstable employment, or caregiving responsibilities. Financial navigation and social work should be integrated into oncology care.

Fourth, caregiver support should become a formal part of cancer policy. Health systems should assess caregiver burden, provide education and psychosocial support, develop respite services, and connect caregivers to social protection mechanisms. Paid leave and employment protection for cancer patients and caregivers are important public health interventions, not merely labor policy issues.

Fifth, palliative care should be integrated early and equitably. Gender-responsive palliative care should address symptom control, psychosocial distress, family communication, caregiver burden, financial hardship, and end-of-life preferences. It should be available not only in specialized centers but also through regional, community, and home-based models.

Sixth, women's leadership in oncology should be strengthened. Gender-balanced representation should be promoted in cancer policy committees, professional societies, academic leadership, research collaborations, clinical trial leadership, editorial boards, and conference programs. Women's participation in decision-making is essential for transforming cancer systems from within.

RELEVANCE FOR GEORGIA AND SIMILAR HEALTH SYSTEMS

The women, power, and cancer framework is highly relevant for Georgia and similar transitional health systems. In such contexts, cancer care may be affected by regional service concentration, fragmented referral pathways, out-of-pocket costs, limited supportive care infrastructure, and strong reliance on family caregiving. These system-level characteristics can intensify gender-related inequities.

Women in Georgia may interact with cancer in multiple roles: as patients seeking screening, diagnosis, and treatment; as family caregivers supporting relatives with advanced disease; as physicians, nurses, and health professionals delivering oncology and palliative care; and as researchers and educators contributing to cancer knowledge. Yet the structural conditions surrounding these roles may not be equally supportive. Regional disparities, financial vulnerability, limited access to psychosocial services, and late integration of palliative care may place an additional burden on women and families.

A gender-responsive cancer agenda for Georgia and similar systems could include several priorities. These include strengthening breast and cervical cancer screening participation, improving HPV vaccination awareness, expanding regional access to diagnostic and oncology

services, integrating palliative care earlier, developing caregiver support mechanisms, monitoring financial toxicity, and ensuring women's representation in cancer policy and leadership.

Importantly, gender-responsive cancer control should not be viewed as a narrow women's issue. It is a health system quality issue. When women cannot access timely diagnosis, when family caregivers are unsupported, when financial hardship interrupts treatment, or when women professionals are excluded from leadership, the entire cancer system becomes less effective and less equitable.

CONCLUSION

Women, power, and cancer are a critical public health issue. Cancer affects women not only through biological disease but also through gendered pathways of risk, access, care, labor, economics, and leadership. Women experience cancer as patients, survivors, caregivers, health workers, researchers, advocates, and policy-makers, yet unequal power relations continue to shape their opportunities and outcomes across the cancer continuum.

A strong cancer control strategy must move beyond a narrow focus on women's cancers and recognize the broader ways in which gender influences prevention, screening, diagnosis, treatment, survivorship, palliative care, caregiving, and professional advancement. Gender inequality can delay diagnosis, limit access to treatment, increase financial vulnerability, intensify the unpaid caregiving burden, and exclude women from decision-making structures that shape cancer policy.

Addressing these inequities requires coordinated action. Health systems should collect sex-disaggregated and equity-oriented data, expand access to prevention and screening, reduce financial barriers, integrate palliative care, support caregivers, and promote women's leadership in oncology. Cancer centers should incorporate financial navigation, psychosocial care, survivorship support, and caregiver assessment into routine practice. Policymakers should recognize affordability, caregiving, and gender-responsive service design as core components of cancer control.

As cancer care advances, equity must advance with it. Effective treatment is not enough if women cannot access it, complete it, afford it, or participate in shaping the systems that deliver it. Recognizing women, power, and cancer as a central public health priority is essential for building cancer systems that are more just, humane, patient-centered, and sustainable.

REFERENCES

Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians, 74*(3), 229–263. https://doi.org/10.3322/caac.21834

Ginsburg, O., Vanderpuye, V. D., Beddoe, A. M., Bhoo-Pathy, N., Bray, F., Caduff, C., El Saghir, N. S., Fadhil, I., Jedy-Agba, E., Lopes, G., Ly, M., Ngan, H. Y. S., Rabeneck, L., Soerjomataram, I., & others. (2023). Women, power, and cancer: A Lancet Commission. *The Lancet, 402*(10417), 2113–2166. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)01701-4

King's College London. (2023). *Focus on women, power and gender to transform cancer care: Lancet report*. https://www.kcl.ac.uk/news/women-power-and-gender-to-transform-cancer-care-lancet-report

National Cancer Institute. (2023). *Women, Power, and Cancer: A Lancet Commission*. https://www.cancer.gov/about-nci/organization/cgh/news-announcements/2023/lancet-commission-report-women-power-cancer

Union for International Cancer Control. (2023). *How gender inequities and power dynamics shape the global cancer landscape*. https://www.uicc.org/news-and-updates/news/how-gender-inequities-and-power-dynamics-shape-global-cancer-landscape

Union for International Cancer Control. (2026). *Women, power, and cancer: Implementing the Lancet Commission's recommendations*. https://www.uicc.org/online-course-women/power/and-cancer-implementing-lancet-commissions-recommendations

World Health Organization. (2020). *Global strategy to accelerate the elimination of cervical cancer as a public health problem*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240014107

World Health Organization. (2020). *World Health Assembly adopts global strategy to accelerate cervical cancer elimination*. https://www.who.int/news/item/19-08-2020-world-health-assembly-adopts-global-strategy-to-accelerate-cervical-cancer-elimination

World Health Organization. (n.d.). *Cervical Cancer Elimination Initiative*. https://www.who.int/initiatives/cervical-cancer-elimination-initiative

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.06

ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია: ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების როლი

ირაკლი ბოჭორიშვილი[1]; თინათინ კილაძე[2]; ქეთევან კვესელავა[3]; ედიშერ ჩქარეული[4]

[1]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, ინფორმატიკის დოქტორი, Orcid:0009-0006-4165-3149, Irakli.bochorishvili@gtu.ge; [2]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, საერთაშორისო ურთიერთობების დოქტორი, https://orcid.org/0009-0009-9867-1294, tkiladze77@gmail.com; [3]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის პროფესორი, ინფორმატიკის ინჟინერიის აკადემიური დოქტორი, სსიპ დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემიის სამეცნიერო-კვლევითი ცენტრის მთავარი მეცნიერი; https://orcid.org/0000-0002-1318-2750, q.kveselava@gtu.ge; [4]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი, მასობრივი კომუნიკაციის აკადემიური დოქტორი, https://orcid.org/0009-0000-7753-0518

აბსტრაქტი

ციფრული ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ მნიშვნელოვნად შეცვალა თანამედროვე საზოგადოების კომუნიკაციური, საგანმანათლებლო და საინფორმაციო გარემო. განსაკუთრებული მნიშვნელობა შეიძინა ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების ინტეგრაციამ, რომელმაც შექმნა ახალი შესაძლებლობები, როგორც გლობალური, ისე ნაკლებად გავრცელებული ენებისათვის. ქართული ენა, როგორც უნიკალური დამწერლობისა და მრავალსაუკუნოვანი კულტურული მემკვიდრეობის მატარებელი ენა, თანამედროვე ციფრულ ეპოქაში მნიშვნელოვანი გამოწვევების წინაშე დგას. ერთის მხრივ, საჭიროა მისი სრულფასოვანი ინტეგრაცია თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიებში, ხოლო მეორეს მხრივ — ენობრივი იდენტობისა და ნორმების დაცვა.

სტატიაში განხილულია ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის თანამედროვე ტენდენციები, ხელოვნური ინტელექტის როლი ენობრივი რესურსების განვითარებაში, ბუნებრივი ენის დამუშავების ტექნოლოგიების შესაძლებლობები, ავტომატური თარგმნის სისტემები, მეტყველების ამოცნობისა და სინთეზის პლატფორმები, მართლწერისა და გრამატიკის ავტომატური შემოწმების კორპუსების, ასევე დიდი ენობრივი მოდელების გავლენა ქართული ენის ციფრულ განვითარებაზე. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ქართული ენის კორპუსებს, ლექსიკური რესურსებისა და ციფრული ინფრასტრუქტურის განვითარების აუცილებლობას.

კვლევის მიზანია ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის ძირითადი მიმართულებების გაანალიზება, არსებული გამოწვევების შეფასება და იმ სტრატეგიული

ნაბიჯების განსაზღვრა, რომლებიც ხელს შეუწყობს ქართული ენის კონკურენტუნარიანობის ზრდას გლობალურ ციფრულ სივრცეში.

დასკვნები მიუთითებს, რომ ქართული ენის წარმატებული ციფრული ტრანსფორმაცია დიდწილად დამოკიდებულია ყოვლისმომცველი ენობრივი რესურსების, ღია მონაცემთა ინფრასტრუქტურის განვითარებაზე და აკადემიურ ინსტიტუტებს, სამთავრობო უწყებებსა და ტექნოლოგიურ სექტორს შორის მდგრად თანამშრომლობაზე. გარდა ამისა, ქართული ენის თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში ინტეგრაცია მოითხოვს ენის მოდელირების მიზანმიმართულ ძალისხმევას და გამოთვლითი ლინგვისტიკის კვლევაში ინვესტიციების გაზრდას.

სტატიაში ნათქვამია, რომ ქართული ენის ციფრული არსებობა არა მხოლოდ ტექნოლოგიური საკითხია, არამედ ხელოვნური ინტელექტის ეპოქაში კულტურული მდგრადობისა და ეროვნული სტრატეგიული განვითარების საკითხიც.

საკვანძო სიტყვები: ქართული ენა, ხელოვნური ინტელექტი, ენობრივი ტექნოლოგიები, ბუნებრივი ენის დამუშავება, ციფრული ტრანსფორმაცია, ენობრივი რესურსები, დიდი ენობრივი მოდელები.

შესავალი

XXI საუკუნე ციფრული ტრანსფორმაციის ეპოქად მიიჩნევა, როდესაც ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები პრაქტიკულად ყველა სფეროში იქცა განვითარების მთავარ მამოძრავებელ ძალად. ხელოვნური ინტელექტის სწრაფმა პროგრესმა არა მხოლოდ ტექნოლოგიური პროცესები შეცვალა, არამედ მნიშვნელოვანი გავლენა მოახდინა ენობრივ კომუნიკაციაზე, ცოდნის შექმნასა და გავრცელებაზე, განათლების სისტემასა და სახელმწიფო სერვისების ციფრულ განვითარებაზე. (Rishi Bommasani, 2021)

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში განსაკუთრებული განვითარება განიცადა ბუნებრივი ენის დამუშავების ტექნოლოგიებმა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ტექსტის ავტომატურ ანალიზს, კლასიფიკაციას, თარგმნას, შეჯამებას, დიალოგური სისტემების შექმნასა და ინფორმაციის ინტელექტუალურ დამუშავებას. დიდი ენობრივი მოდელების განვითარებამ მნიშვნელოვნად გაზარდა მრავალენოვანი ციფრული სისტემების შესაძლებლობები და შექმნა ახალი პერსპექტივები იმ ენებისთვისაც, რომელთა ციფრული რესურსები შეზღუდულია.

ქართული ენა მსოფლიო ენათა შორის ერთ-ერთი უნიკალური ენაა თავისი დამოუკიდებელი ანბანით, მდიდარი მორფოლოგიური სტრუქტურითა და მრავალსაუკუნოვანი წერილობითი ტრადიციით. ამასთანავე, მისი შედარებით მცირე ენობრივი ბაზა, შეზღუდული კორპუსები* და ნაკლებად განვითარებული ციფრული რესურსები ქმნიან გარკვეულ სირთულეებს თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის სისტემების განვითარებაში.

*კორპუსი არის ბუნებრივი მეტყველების ამსახველი მასალის ან ტექსტების მანქანურად წაკითხვადი კოლექცია, კორპუსი შესაძლოა შეიქმნას ენობრივი მასალის დეტალური შესწავლის მიზნით, ლინგვისტური თეორიების შესამუშავებლად, ან უკვე არსებული ლინგვისტური თეორიებისა თუ ჰიპოთეზების გადამოწმების მიზნით.

ციფრულ ეპოქაში ენის სიცოცხლისუნარიანობა აღარ განისაზღვრება მხოლოდ მისი ისტორიული მნიშვნელობით. თანამედროვე პირობებში გადამწყვეტი ხდება, თუ რამდენად ეფექტიანად არის ენა წარმოდგენილი ციფრულ გარემოში, რამდენად ხელმისაწვდომია მისი კორპუსები, ლექსიკონები, ანოტირებული მონაცემები, მეტყველების ბაზები და სხვა რესურსები, რომლებიც აუცილებელია ხელოვნური ინტელექტის მოდელების გასანვითარებლად. (Pratik Joshi, 2020)

ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია მოიცავს რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებულ მიმართულებას: ენობრივი მონაცემების ციფრულ ფორმატში დაგროვებას, ეროვნული კორპუსების შექმნას, ავტომატური თარგმნის სისტემების სრულყოფას, მეტყველების ამოცნობასა და სინთეზს, მართლწერისა და გრამატიკის ავტომატურ შემოწმებას, ინტელექტუალური საძიებო სისტემების განვითარებასა და დიალოგური ხელოვნური ინტელექტის ქართულენოვანი შესაძლებლობების გაფართოებას.

ამ პროცესს არა მხოლოდ ტექნოლოგიური, არამედ კულტურული, საგანმანათლებლო და ეროვნული მნიშვნელობაც გააჩნია. ენის ციფრული განვითარება პირდაპირ უკავშირდება ეროვნული კულტურული მემკვიდრეობის დაცვას, განათლების ხარისხის გაუმჯობესებას, სახელმწიფო ელექტრონული სერვისების ეფექტიანობასა და საერთაშორისო საინფორმაციო სივრცეში ქვეყნის კონკურენტუნარიანობას. (UNESCO, 2021; OECD, 2024).

აღსანიშნავია, რომ თანამედროვე მსოფლიოში ციფრული უთანასწორობა სულ უფრო მეტად განისაზღვრება არა მხოლოდ ინტერნეტზე წვდომით, არამედ იმითაც, თუ რამდენად სრულფასოვნად არის კონკრეტული ენა წარმოდგენილი ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში. შესაბამისად, ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარება ეროვნული უსაფრთხოების, კულტურული დამოუკიდებლობისა და ციფრული სუვერენიტეტის მნიშვნელოვანი კომპონენტიც ხდება.

წინამდებარე კვლევის მიზანია ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის პროცესების კომპლექსური ანალიზი, ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარების ძირითადი მიმართულებების შეფასება, არსებული გამოწვევების იდენტიფიცირება და განვითარების პერსპექტიული რეკომენდაციების შემუშავება.

ასევე მიზანშეწონილად მივიჩნიეთ, რომ ჩაგვეტარებინა ემპირიული კვლევა, რომლის მიზანია, შეფასდეს ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის მიმდინარე მდგომარეობა, გამოიკვეთოს ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების გამოყენების პრაქტიკა, შეფასდეს არსებული პრობლემები და განისაზღვროს განვითარების ძირითადი მიმართულებები.

კვლევა ასევე მიზნად ისახავს დაადგინოს, რამდენად არის ქართული ენა ინტეგრირებული თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში, რამდენად იყენებენ სხვადასხვა პროფესიის წარმომადგენლები ქართულენოვან ციფრულ ინსტრუმენტებს და რა მოლოდინები აქვთ მათ აღნიშნული ტექნოლოგიების მიმართ.

კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევა განხორციელდა რაოდენობრივი კვლევის მეთოდის გამოყენებით.

მონაცემების შეგროვება განხორციელდა სტრუქტურირებული კითხვარის მეშვეობით. კითხვარი მოიცავდა 5 კითხვას. (იხილეთ დანართი 1)

კვლევაში მონაწილეობა მიიღო 220 რესპონდენტმა, მათ შორის:

კატეგორია	რაოდენობა	%
სტუდენტები	82	37.3
უნივერსიტეტის აკადემიური პერსონალი	41	18.6
IT სპეციალისტები	36	16.4
საჯარო სექტორის თანამშრომლები	31	14.1
კერძო სექტორის წარმომადგენლები	30	13.6
	220	100

შედეგების შეჯამება

კვლევის შედეგები მიუთითებს რამდენიმე მნიშვნელოვან ტენდენციაზე.

პირველ რიგში, საქართველოში მნიშვნელოვნად იზრდება ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების მასშტაბი, განსაკუთრებით განათლებისა და სამეცნიერო საქმიანობის სფეროებში. ეს მიუთითებს ციფრული ტრანსფორმაციის პროცესების გააქტიურებაზე და AI ტექნოლოგიების ყოველდღიურ პრაქტიკაში ინტეგრაციაზე.

მეორე მნიშვნელოვანი ტენდენცია უკავშირდება ქართული ენის მხარდაჭერის შეფასებას. მიუხედავად იმისა, რომ რესპონდენტები დადებითად აფასებენ ბოლო წლებში მიღწეულ პროგრესს, უმრავლესობა მიიჩნევს, რომ არსებული შესაძლებლობები ჯერ კიდევ არასაკმარისია. განსაკუთრებით პრობლემურ სფეროებად სახელდება სამეცნიერო ტერმინოლოგია, ავტომატური თარგმანი და მეტყველების ტექნოლოგიები.

კვლევის შედეგები ასევე ცხადყოფს, რომ რესპონდენტები პრიორიტეტულად მიიჩნევენ ეროვნული ენობრივი კორპუსების გაფართოებას, ღია მონაცემთა ბაზების შექმნასა და ქართული ენისთვის სპეციალიზებული AI მოდელების განვითარებას. ეს მიანიშნებს, რომ ტექნოლოგიური პროგრესი შეუძლებელია მაღალი ხარისხის ენობრივი რესურსების გარეშე.

ამგვარად ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა, რომ საქართველოში ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება სწრაფად იზრდება და განსაკუთრებით აქტიურია აკადემიურ

და საგანმანათლებლო სივრცეში. ამავდროულად, ქართული ენის ტექნოლოგიური მხარდაჭერა კვლავ საჭიროებს სისტემურ განვითარებას. რესპონდენტთა შეფასებები ადასტურებს, რომ მომდევნო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ეროვნული ტექსტური კორპუსების გაფართოებას, მეტყველების რესურსების შექმნას, ტერმინოლოგიური სტანდარტების განვითარებასა და უნივერსიტეტების, სახელმწიფო ინსტიტუტებისა და კერძო სექტორის თანამშრომლობის გაძლიერებას.

ძირითადი ნაწილი

ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარება ბოლო სამი ათწლეულის განმავლობაში ერთ-ერთ ყველაზე სწრაფად მზარდ სამეცნიერო მიმართულებად ჩამოყალიბდა. ბუნებრივი ენის დამუშავების თანამედროვე მეთოდები ეფუძნება მანქანურ სწავლებას, ღრმა ნეირონულ ქსელებს, ტრანსფორმერულ არქიტექტურებსა და დიდი მოცულობის ტექსტურ კორპუსებს. (Brown 2020; OpenAI, 2023).

საერთაშორისო კვლევები აჩვენებს, რომ მაღალი ხარისხის ხელოვნური ინტელექტის სისტემების შექმნისათვის გადამწყვეტ მნიშვნელობას იძენს არა მხოლოდ ალგორითმების დახვეწა, არამედ მრავალფეროვანი, ხარისხიანი და ანოტირებული ენობრივი რესურსების არსებობა.(Bender & Friedman, 2022). სწორედ ამიტომ მსოფლიოს განვითარებული სახელმწიფოები მნიშვნელოვან ინვესტიციებს ახორციელებენ ეროვნული ენობრივი კორპუსების, ლექსიკური მონაცემთა ბაზებისა და მეტყველების რესურსების განვითარებაში.

ნაკლებად გავრცელებული ენებისთვის ერთ-ერთ ძირითად გამოწვევად რჩება მონაცემთა სიმცირე, დიალექტური მრავალფეროვნება, სტანდარტიზაციის საკითხები და ხარისხიანი ანოტირებული კორპუსების შეზღუდული მოცულობა. ეს ფაქტორები პირდაპირ აისახება ავტომატური თარგმნის, მეტყველების ამოცნობის, ტექსტის გენერაციისა და სხვა ენობრივი ტექნოლოგიების ეფექტიანობაზე.

ქართული ენის მიმართულებით ბოლო წლებში შეინიშნება მნიშვნელოვანი პროგრესი. შეიქმნა ახალი კორპუსები, ელექტრონული ლექსიკონები, მორფოლოგიური ანალიზატორები, მართლწერის შემმოწმებელი სისტემები და მანქანური თარგმნის ექსპერიმენტული მოდელები. (Kamarauli, 2024). მიუხედავად ამისა, არსებული რესურსები ჯერ კიდევ მნიშვნელოვნად ჩამორჩება იმ მოცულობასა და მრავალფეროვნებას, რომელიც აუცილებელია თანამედროვე დიდი ენობრივი მოდელების ეფექტიანი განვითარებისთვის. (Pratik Joshi et al., 2020).

ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის თეორიული საფუძვლები

ციფრული ტრანსფორმაციის არსი და მნიშვნელობა

ციფრული ტრანსფორმაცია თანამედროვე საზოგადოების განვითარების ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პროცესს წარმოადგენს, რომელიც მოიცავს ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების სისტემურ ინტეგრაციას ეკონომიკაში, განათლებაში,

სახელმწიფო მმართველობაში, მეცნიერებასა და კულტურაში. აღნიშნული პროცესი მხოლოდ ტექნოლოგიური ინოვაციების დანერგვას არ გულისხმობს; იგი დაკავშირებულია ცოდნის შექმნის, დამუშავების, გავრცელებისა და გამოყენების ახალი მოდელების ჩამოყალიბებასთან. შესაბამისად, ციფრული ტრანსფორმაცია წარმოადგენს სოციალურ, ეკონომიკურ, კულტურულ და ტექნოლოგიურ ცვლილებათა ერთობლიობას, რომელიც მნიშვნელოვნად ცვლის საზოგადოების ფუნქციონირების ფორმებს. (European Commission, 2026).

ენის კონტექსტში ციფრული ტრანსფორმაცია გულისხმობს იმ პირობების შექმნას, რომლებიც უზრუნველყოფენ კონკრეტული ენის სრულფასოვან ფუნქციონირებას ციფრულ გარემოში. ეს მოიცავს ენობრივი მონაცემების ელექტრონულ ფორმატში წარმოდგენას, ტექსტური და ხმოვანი რესურსების ციფრულ დამუშავებას, ავტომატური ანალიზის სისტემების განვითარებას, ინტელექტუალური საძიებო მექანიზმების შექმნასა და ხელოვნური ინტელექტის პლატფორმებთან ინტეგრაციას. (UNESCO, 2021)

ციფრული ტრანსფორმაციის პირობებში ენის კონკურენტუნარიანობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენად ფართოდაა წარმოდგენილი იგი თანამედროვე ტექნოლოგიურ სისტემებში. თუ ენა არ არის ინტეგრირებული ციფრულ პლატფორმებში, იგი თანდათან კარგავს ფუნქციურ შესაძლებლობებს, განსაკუთრებით განათლების, მეცნიერების, ბიზნესისა და საერთაშორისო კომუნიკაციის სფეროებში. ამიტომ ენის ციფრული განვითარება თანამედროვე სახელმწიფოს ერთ-ერთ სტრატეგიულ ამოცანად მიიჩნევა.

გლობალიზაციის პირობებში ციფრული ტრანსფორმაცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს როგორც ფართოდ გავრცელებულ, ასევე მცირე ენებზე. საერთაშორისო კვლევები მიუთითებს, რომ იმ ენებს, რომელთაც გააჩნიათ განვითარებული ციფრული ინფრასტრუქტურა, ფართო კორპუსები და თანამედროვე ენობრივი ტექნოლოგიები, გაცილებით მეტი შესაძლებლობა აქვთ მონაწილეობა მიიღონ ხელოვნური ინტელექტის განვითარებაში. ამავდროულად, შეზღუდული რესურსების მქონე ენები დამატებითი გამოწვევების წინაშე დგანან, რადგან თანამედროვე ალგორითმების სწავლება მოითხოვს დიდ მოცულობის მონაცემებს.

ამ კონტექსტში ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია არ არის მხოლოდ ტექნოლოგიური განვითარების საკითხი. იგი მოიცავს ეროვნული კულტურული მემკვიდრეობის, ენობრივი იდენტობის, სამეცნიერო პოტენციალისა და ინფორმაციული დამოუკიდებლობის შენარჩუნებას. თანამედროვე პირობებში ენის განვითარება პირდაპირ უკავშირდება სახელმწიფოს ციფრულ სუვერენიტეტს, რადგან ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში კონკრეტული ენის არარსებობა ან არასრულფასოვანი წარმოდგენა ზღუდავს მისი გამოყენების შესაძლებლობას მრავალ სფეროში.

ქართული ენის სპეციფიკა ციფრულ გარემოში

ქართული ენა მსოფლიო ენათა შორის გამოირჩევა უნიკალური ანბანით, მდიდარი მორფოლოგიური აგებულებითა და რთული გრამატიკული სისტემით. მისი აგლუტინაციური და ნაწილობრივ ფლექსიური სტრუქტურა, ზმნის მრავალფეროვანი

ფორმები, ბრუნვების სისტემა და სიტყვაწარმოების მექანიზმები, მნიშვნელოვან ტექნოლოგიურ გამოწვევებს ქმნიან ბუნებრივი ენის დამუშავების პროცესში. (Jurafsky & Martin, 2023).

განსაკუთრებული სირთულე უკავშირდება ზმნის ფორმათა მრავალფეროვნებას. ერთი ზმნის ლექსიკური ერთეულიდან შესაძლებელია ასეულობით განსხვავებული ფორმის წარმოქმნა, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს მორფოლოგიურ ანალიზს, ავტომატურ ლემატიზაციას, სინტაქსურ ანოტაციასა და ტექსტის ავტომატურ დამუშავებას. ამასთანავე, ქართული ენის თავისუფალი სიტყვათა რიგი დამატებით ართულებს წინადადების სტრუქტურის ავტომატურ ანალიზს.

ქართული დამწერლობის უნიკალურობა ასევე განსაკუთრებულ მოთხოვნებს აყენებს პროგრამულ უზრუნველყოფასთან მიმართებით. მიუხედავად იმისა, რომ Unicode-ის სტანდარტის დანერგვამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა ქართული ანბანის მხარდაჭერა, კვლავ არსებობს გამოწვევები ოპტიკური სიმბოლოების ამოცნობის (OCR), ისტორიული ტექსტების ციფრულიზაციის, ძველი ხელნაწერების ავტომატური დამუშავებისა და მრავალფონტიანი ტექსტების ანალიზის მიმართულებით. (Bender & Friedman, 2022).

თანამედროვე ციფრული ეკოსისტემა ეფუძნება დიდი მოცულობის ტექსტურ მონაცემებს. ქართულ ენაზე არსებული მონაცემები, მიუხედავად ბოლო წლებში მნიშვნელოვანი ზრდისა, კვლავ მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ინგლისურ, გერმანულ, ფრანგულ, ესპანურ ან ჩინურ ენებზე არსებულ კორპუსებს. მონაცემთა შეზღუდული მოცულობა პირდაპირ აისახება ხელოვნური ინტელექტის მოდელების სიზუსტესა და შესაძლებლობებზე.

ენობრივი რესურსების მნიშვნელობა

ენობრივი რესურსი წარმოადგენს თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის საფუძველს. მათში მოიაზრება ტექსტური კორპუსები, ელექტრონული ლექსიკონები, ტერმინოლოგიური ბაზები, ანოტირებული მონაცემები, პარალელური ტექსტები, მეტყველების აუდიოკორპუსები, დიალექტური მონაცემები და სხვა ციფრული რესურსები.

თანამედროვე ნეირონული მოდელების განვითარება პირდაპირ არის დამოკიდებული მონაცემთა მოცულობასა და ხარისხზე. მაღალი ხარისხის ენობრივი რესურსები უზრუნველყოფს ტექსტის ავტომატური კლასიფიკაციის, ინფორმაციის ამოღების, მანქანური თარგმნის, მეტყველების ამოცნობის, ტექსტის გენერაციისა და დიალოგური სისტემების ეფექტიან მუშაობას.

ქართული ენისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ეროვნული კორპუსების გაფართოებას. აუცილებელია სხვადასხვა ჟანრის ტექსტების — მხატვრული ლიტერატურის, სამეცნიერო ნაშრომების, საკანონმდებლო დოკუმენტების, მედიის, სოციალურ ქსელებში გამოქვეყნებული მასალებისა და სასაუბრო მეტყველების — სისტემური შეგროვება და ანოტაცია. მონაცემთა მრავალფეროვნება ზრდის

ალგორითმების უნარს, უკეთ შეისწავლონ ენის სტრუქტურა და გამოყენების კონტექსტები.

ენობრივი რესურსების განვითარება მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ ტექნოლოგიური პროგრესისთვის, არამედ ქართული კულტურული მემკვიდრეობის ციფრული შენარჩუნებისთვისაც. ძველი ხელნაწერების, ისტორიული დოკუმენტებისა და ლიტერატურული მემკვიდრეობის ციფრულიზაცია ქმნის შესაძლებლობას, ეს მასალა ხელმისაწვდომი გახდეს როგორც სამეცნიერო საზოგადოებისთვის, ასევე ხელოვნური ინტელექტის სისტემებისთვის.

ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის ძირითადი მიმართულებები

ქართული ენის თანამედროვე ციფრული განვითარება მოიცავს რამდენიმე სტრატეგიულ მიმართულებას:

პირველი მიმართულებაა ეროვნული ენობრივი მონაცემების სისტემური დაგროვება. აუცილებელია დიდი მოცულობის ღია ტექსტური და ხმოვანი რესურსების შექმნა, რომლებიც გამოყენებული იქნება კვლევით და ტექნოლოგიურ პროექტებში.

მეორე მიმართულებაა ბუნებრივი ენის დამუშავების ინსტრუმენტების განვითარება. ეს მოიცავს მორფოლოგიურ ანალიზატორებს,* სინტაქსურ პარსერებს,* სახელობითი ერთეულების ამომცნობ სისტემებს, ტექსტის კლასიფიკაციის მოდელებსა და სემანტიკური ანალიზის პლატფორმებს.

მესამე მიმართულებაა ავტომატური თარგმნის სისტემების გაუმჯობესება. ქართული ენის საერთაშორისო ინტეგრაციისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს მრავალენოვანი ნეირონული მოდელების განვითარებას, რომლებიც უზრუნველყოფენ მაღალი ხარისხის თარგმანს ქართულსა და სხვა ენებს შორის.

მეოთხე მიმართულებაა მეტყველების ტექნოლოგიები, რომლებიც მოიცავს მეტყველების ამოცნობას, ხმოვანი ასისტენტების განვითარებასა და ტექსტის ხმოვან სინთეზს. აღნიშნული მიმართულება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია განათლების, სახელმწიფო სერვისებისა და ინკლუზიური ტექნოლოგიების განვითარებისათვის.

მეხუთე მიმართულებაა გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის ქართულენოვანი შესაძლებლობების გაფართოება. თანამედროვე დიდი ენობრივი მოდელები უკვე მხარს უჭერენ ქართულ ენას, თუმცა მათი ხარისხი მნიშვნელოვანწილად დამოკიდებულია იმ მონაცემებზე, რომლებზეც ისინი ვითარდება. შესაბამისად, ქართული ენის ციფრული რესურსების ზრდა პირდაპირ განსაზღვრავს მომავალში ამ სისტემების ეფექტიანობასა და სიზუსტეს. (Vaswani, A, 2017); Vaswani et al., 2017; Brown et al., 2020).

*მორფოლოგიური ანალიზატორი არის პროგრამული ინსტრუმენტი, რომელიც ტექსტის სიტყვებს შლის კომპონენტებად (ფუძე, აფიქსი) და ადგენს მათ გრამატიკულ მახასიათებლებს (მეტყველების ნაწილი, ბრუნვა, პირი, დრო). მისი გამოყენება აადვილებს ტექსტის ავტომატიზებულ დამუშავებას, მთარგმნელობით პროგრამებსა და ორთოგრაფიული შეცდომების გასწორებას

*პარსერი (Parser) არის პროგრამული უზრუნველყოფა ან კოდის ნაწილი, რომელიც სხვადასხვა წყაროდან (ვებსაიტები, დოკუმენტები, ფაილები) არასტრუქტურირებულ ინფორმაციას კითხულობს, ამუშავებს და მომხმარებლისთვის ან პროგრამისთვის სასურველ, სტრუქტურირებულ ფორმატში (მაგალითად: Excel, JSON, CSV ან მონაცემთა ბაზა) გარდაქმნის

ხელოვნური ინტელექტი და ბუნებრივი ენის დამუშავების თანამედროვე ტექნოლოგიები

ხელოვნური ინტელექტის (Artificial Intelligence – AI) სწრაფმა განვითარებამ XXI საუკუნეში მნიშვნელოვნად შეცვალა ინფორმაციის შექმნის, დამუშავებისა და გავრცელების პროცესები. თუ თავდაპირველად ხელოვნური ინტელექტის სისტემები ეფუძნებოდა წესებზე დაფუძნებულ (Rule-Based) ალგორითმებს, თანამედროვე ეტაპზე დომინანტური გახდა მონაცემებზე დაფუძნებული მანქანური სწავლების (Machine Learning) და ღრმა სწავლების (Deep Learning) მეთოდები. ამ ცვლილებამ განსაკუთრებული გავლენა მოახდინა ბუნებრივი ენის დამუშავების (Natural Language Processing – NLP) განვითარებაზე. (Joshi al., 2020).

ბუნებრივი ენის დამუშავება წარმოადგენს ინტერდისციპლინურ მიმართულებას, რომელიც აერთიანებს ლინგვისტიკას, კომპიუტერულ მეცნიერებას, მათემატიკასა და ხელოვნურ ინტელექტს. მისი ძირითადი მიზანია ისეთი ალგორითმების შექმნა, რომლებსაც შეუძლიათ ადამიანის ენის გააზრება, ანალიზი, გენერირება და ეფექტიანი გამოყენება. (Jurafsky & Martin, 2023). თანამედროვე NLP-ის ამოცანებია ტექსტის კლასიფიკაცია, ინფორმაციის ამოღება, ავტომატური თარგმნა, ემოციების ანალიზი, დიალოგური სისტემების შექმნა, ტექსტის შეჯამება, კითხვებზე პასუხის გაცემა და ტექსტის გენერაცია.

ბოლო ათწლეულის განმავლობაში განსაკუთრებული პროგრესი დაკავშირებულია ტრანსფორმერულ (Transformer) არქიტექტურასთან, რომელმაც შეცვალა ენობრივი მოდელების განვითარების მიდგომები. ტრანსფორმერული მოდელები მნიშვნელოვნად აჭარბებენ წინა თაობის რეკურენტულ და კონვოლუციურ ნეირონულ ქსელებს, რადგან შეუძლიათ გრძელ ტექსტებში კონტექსტური კავშირების ეფექტიანად დამუშავება. სწორედ ამ არქიტექტურაზეა დაფუძნებული თანამედროვე დიდი ენობრივი მოდელები (Large Language Models – LLMs), რომლებიც მრავალენოვან მონაცემებზე სწავლობენ და შეუძლიათ სხვადასხვა ენობრივი ამოცანის შესრულება. (Kamarauli, 2024).

თანამედროვე ბუნებრივი ენის დამუშავება მოიცავს რამდენიმე ძირითად მიმართულებას:

პირველი მიმართულებაა მორფოლოგიური ანალიზი, რომლის მიზანია სიტყვის გრამატიკული სტრუქტურის განსაზღვრა. ქართული ენისთვის ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან სიტყვათა ფორმების მრავალფეროვნება, ზმნური სისტემის სირთულე და ბრუნვების სიმრავლე ავტომატურ ანალიზს მნიშვნელოვნად ართულებს.

მეორე მიმართულებაა სინტაქსური ანალიზი, რომელიც განსაზღვრავს სიტყვებს შორის გრამატიკულ კავშირებს. ქართული ენის თავისუფალი სიტყვათა რიგი ამ მიმართულებით დამატებით გამოწვევებს წარმოშობს, რის გამოც აუცილებელია სპეციალიზებული ალგორითმების განვითარება.

მესამე მიმართულებას წარმოადგენს სემანტიკური ანალიზი, რომლის ამოცანაა ტექსტის მნიშვნელობის ინტერპრეტაცია. თანამედროვე ნეირონული მოდელები

ცდილობენ არა მხოლოდ სიტყვების, არამედ მთლიანი ტექსტის კონტექსტური მნიშვნელობის გააზრებას.

მეოთხე მიმართულებაა ტექსტის გენერაცია, რომელიც გულისხმობს ადამიანის მსგავსი ტექსტების ავტომატურად შექმნას. ეს ტექნოლოგია გამოიყენება ჩატბოტებში, ინტელექტუალურ ასისტენტებში, საგანმანათლებლო პლატფორმებში, ჟურნალისტიკაში, პროგრამირებასა და სამეცნიერო საქმიანობაში.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მანქანურ თარგმანს, რომელიც თანამედროვე ნეირონული ქსელების გამოყენებით მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა. მიუხედავად ამისა, ქართული ენის სპეციფიკური გრამატიკული სტრუქტურა კვლავ წარმოადგენს მნიშვნელოვან გამოწვევას ავტომატური თარგმნის სისტემებისთვის.

დიდი ენობრივი მოდელები და ქართული ენა

დიდი ენობრივი მოდელები (Large Language Models – LLMs) ხელოვნური ინტელექტის განვითარების ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან მიღწევას წარმოადგენს. ისინი სწავლობენ მილიარდობით სიტყვაზე და ქმნიან ენის სტატისტიკურ წარმოდგენას, რაც მათ საშუალებას აძლევს შეასრულონ სხვადასხვა ამოცანა: ტექსტის შექმნა, თარგმნა, შეჯამება, კოდის გენერაცია, ინფორმაციის მოძიება და ანალიზი. (Stefanovitch et al., 2022).

ქართულ ენასთან მიმართებით დიდი ენობრივი მოდელების ეფექტიანობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქართულენოვანი მონაცემების რაოდენობასა და ხარისხზე. თუ მოდელი სწავლობს შეზღუდული მოცულობის ქართულ ტექსტებზე, მისი პასუხების სიზუსტე, ტერმინოლოგიური თანმიმდევრულობა და კონტექსტის გააზრების უნარი მცირდება.

ამ მიზეზით, ქართული ენისთვის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ღია ტექსტური კორპუსების, აკადემიური ლიტერატურის, მედიის არქივების, საკანონმდებლო დოკუმენტების, ისტორიული ტექსტებისა და პარალელური კორპუსების სისტემურ გაფართოებას. რაც უფრო მრავალფეროვანია მონაცემები, მით უფრო მაღალი ხარისხის გახდება ქართულენოვანი ხელოვნური ინტელექტის სისტემები. (Mikaberidze et al., 2024).

თანამედროვე დიდი ენობრივი მოდელები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ განათლებაში, სახელმწიფო მმართველობაში, მეცნიერებაში, ბიზნესსა და მედიცინაში. მათ შეუძლიათ ავტომატურად შექმნან დოკუმენტები, შეაჯამონ დიდი მოცულობის ტექსტები, უპასუხონ მომხმარებლის კითხვებს, დაეხმარონ პროგრამისტებს, მკვლევრებსა და სტუდენტებს. შესაბამისად, ქართული ენის სრულფასოვანი ინტეგრაცია ასეთ სისტემებში არა მხოლოდ ტექნოლოგიური, არამედ სტრატეგიული მნიშვნელობის ამოცანაა.

ხელოვნური ინტელექტის გამოყენების პრაქტიკული მიმართულებები ქართულ ენაში

ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიების პრაქტიკული დანერგვა ქართულენოვან გარემოში უკვე რამდენიმე მიმართულებით ვითარდება.

განათლების სფეროში AI გამოიყენება სასწავლო მასალების ავტომატური გენერაციისთვის, ტესტების შექმნისთვის, მართლწერისა და გრამატიკის შემოწმებისთვის, ინდივიდუალური სასწავლო რეკომენდაციების ფორმირებისა და სასწავლო პროცესის პერსონალიზაციისთვის.

სახელმწიფო სექტორში ხელოვნური ინტელექტი ხელს უწყობს დოკუმენტების კლასიფიკაციას, ადმინისტრაციული პროცესების ავტომატიზაციას, ელექტრონული სერვისების გაუმჯობესებასა და მოქალაქეთა მომსახურების ეფექტიანობის ზრდას.

სამეცნიერო კვლევებში AI გამოიყენება დიდი მოცულობის ტექსტური მონაცემების ანალიზისთვის, ბიბლიოგრაფიული ინფორმაციის ორგანიზებისთვის, სამეცნიერო ტექსტების შეჯამებისა და კვლევითი ტენდენციების იდენტიფიცირებისთვის.

მედიასა და ჟურნალისტიკაში ხელოვნური ინტელექტი გამოიყენება ახალი ამბების კლასიფიკაციისთვის, ავტომატური რედაქტირებისთვის, ტექსტების შეჯამებისა და კონტენტის გენერაციისთვის. თუმცა ამ პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ინფორმაციის სიზუსტეს, წყაროების სანდოობასა და ეთიკურ სტანდარტებს.

ქართული ენის ციფრული განვითარების ძირითადი გამოწვევები

მიუხედავად მნიშვნელოვანი პროგრესისა, ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია კვლავ მრავალი გამოწვევის წინაშე დგას.

ერთ-ერთი მთავარი პრობლემაა მაღალხარისხიანი, ანოტირებული და ღია ენობრივი მონაცემების სიმცირე. თანამედროვე AI სისტემები ეფექტიანად ფუნქციონირებენ მხოლოდ მაშინ, როდესაც სწავლობენ მრავალფეროვან და დიდი მოცულობის მონაცემებზე. ქართულ ენაზე ასეთი რესურსები ჯერ კიდევ შეზღუდულია.

მეორე გამოწვევას წარმოადგენს ტერმინოლოგიური სტანდარტიზაცია. განსაკუთრებით ტექნოლოგიურ და სამეცნიერო სფეროებში ხშირად გამოიყენება უცხოენოვანი ტერმინები, რაც ართულებს როგორც ადამიანურ, ისე ავტომატურ კომუნიკაციას. აუცილებელია თანამედროვე ქართული სამეცნიერო და ტექნოლოგიური ტერმინოლოგიის სისტემური განვითარება.

მნიშვნელოვანი გამოწვევაა ასევე სპეციალისტების დეფიციტი. ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარება საჭიროებს ლინგვისტების, კომპიუტერული მეცნიერების სპეციალისტების, მონაცემთა ანალიტიკოსების, პროგრამისტებისა და ხელოვნური ინტელექტის მკვლევრების მჭიდრო თანამშრომლობას. სწორედ ინტერდისციპლინური თანამშრომლობა განსაზღვრავს ამ სფეროში წარმატების ხარისხს.

გარდა ამისა, აუცილებელია ეთიკური და სამართლებრივი ჩარჩოების განვითარება, რომლებიც უზრუნველყოფს პერსონალური მონაცემების დაცვას, საავტორო უფლებების პატივისცემას, ალგორითმების გამჭვირვალობასა და ხელოვნური ინტელექტის პასუხისმგებლიან გამოყენებას.

აღსანიშნავია, რომ ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის წარმატებისთვის საჭიროა სახელმწიფოს, აკადემიური და კერძო სექტორების კოორდინირებული თანამშრომლობა. სტრატეგიულ პრიორიტეტებად უნდა განისაზღვროს ეროვნული

ენობრივი კორპუსების გაფართოება, ღია მონაცემთა ბაზების შექმნა, დიალექტური და ისტორიული მასალის ციფრულიზაცია, მეტყველების რესურსების განვითარება, AI-ზე დაფუძნებული ქართულენოვანი პროგრამული უზრუნველყოფის მხარდაჭერა და საერთაშორისო კვლევით პროექტებში აქტიური მონაწილეობა.

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს უნივერსიტეტებსა და კვლევით ცენტრებში ენობრივი ტექნოლოგიების ლაბორატორიების განვითარებას, ახალგაზრდა მკვლევრების მომზადებასა და საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობის გაძლიერებას. აღნიშნული ნაბიჯები შექმნის საფუძველს, რომ ქართული ენა სრულფასოვნად იყოს წარმოდგენილი თანამედროვე ციფრულ ეკოსისტემასა და ხელოვნური ინტელექტის მომავალ თაობის სისტემებში.

ქართული ენის ციფრული რესურსები და თანამედროვე ინფრასტრუქტურა

ხელოვნური ინტელექტისა და ბუნებრივი ენის დამუშავების სისტემების ეფექტიანობა პირდაპირ არის დამოკიდებული ენობრივი რესურსების ხარისხსა და მრავალფეროვნებაზე. თანამედროვე ალგორითმები სწავლობენ დიდი მოცულობის ტექსტურ და ხმოვან მონაცემებზე, რის საფუძველზეც ახერხებენ ენობრივი კანონზომიერებების ამოცნობას, კონტექსტის გააზრებასა და ახალი ტექსტების გენერირებას. შესაბამისად, ენობრივი რესურსები წარმოადგენს იმ ინფრასტრუქტურულ საფუძველს, რომელზეც შენდება თანამედროვე ციფრული ეკოსისტემა.

ენობრივი რესურსები მოიცავს ტექსტურ კორპუსებს, ელექტრონულ ლექსიკონებს, ტერმინოლოგიურ ბაზებს, მორფოლოგიურ და სინტაქსურ ანოტაციებს, პარალელურ კორპუსებს, მეტყველების აუდიომონაცემებს, დიალექტურ მასალებსა და ისტორიული ტექსტების ციფრულ არქივებს. თითოეულ მათგანს დამოუკიდებელი მნიშვნელობა აქვს, თუმცა მათი ერთობლივი გამოყენება ქმნის სრულფასოვან გარემოს თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის სისტემების განვითარებისათვის.

მსოფლიო პრაქტიკა ცხადყოფს, რომ იმ ქვეყნებს, რომლებმაც ეროვნული ენობრივი რესურსების შექმნა სახელმწიფო პოლიტიკის ნაწილად აქციეს, გაცილებით სწრაფად შეძლეს ხელოვნური ინტელექტის საკუთარ ენაზე განვითარება. სწორედ ამიტომ ქართული ენის ციფრული ინფრასტრუქტურის გაფართოება უნდა განიხილებოდეს როგორც ეროვნული მნიშვნელობის სტრატეგიული ამოცანა.

ქართულ ენაზე ბოლო წლებში შეიქმნა რამდენიმე მნიშვნელოვანი კორპუსი, რომლებმაც ხელი შეუწყო ლინგვისტიკური კვლევებისა და პროგრამული ინსტრუმენტების განვითარებას. მიუხედავად ამისა, მათი მოცულობა, ჟანრული მრავალფეროვნება და ანოტაციის ხარისხი ჯერ კიდევ ვერ პასუხობს თანამედროვე დიდი ენობრივი მოდელების მოთხოვნებს. (Kamarauli, M. 2024); (Irina Lobzhanidze, 2024); (ქეთევან მჭედლიშვილი, 2024).

განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს ისეთი ტექსტების ციფრულ დამუშავებას, როგორიცაა:

- კლასიკური და თანამედროვე ქართული ლიტერატურა;

- სამეცნიერო პუბლიკაციები;
- საკანონმდებლო და ადმინისტრაციული დოკუმენტები;
- მედიისა და საინფორმაციო სააგენტოების მასალები;
- აკადემიური სახელმძღვანელოები;
- დიალექტური ტექსტები;
- ისტორიული ხელნაწერები;
- სასაუბრო ენის ტრანსკრიფციები.

ასეთი მრავალფეროვანი მონაცემები მნიშვნელოვნად ზრდის ხელოვნური ინტელექტის უნარს, სწორად გაიაზროს ენის სტრუქტურა, ტერმინოლოგია და გამოყენების სხვადასხვა კონტექსტი.

ელექტრონული ლექსიკონები და ტერმინოლოგიური ბაზები

ელექტრონული ლექსიკონები თანამედროვე ენობრივი ტექნოლოგიების ერთ-ერთ ძირითად კომპონენტს წარმოადგენს. ისინი გამოიყენება როგორც ადამიანების მიერ ინფორმაციის მოსაძიებლად, ისე ავტომატური სისტემების მიერ სიტყვათა მნიშვნელობების, გრამატიკული მახასიათებლებისა და სემანტიკური კავშირების დასადგენად.

ქართული ენის შემთხვევაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება მრავალდონიან ლექსიკოგრაფიულ რესურსებს, რომლებიც მოიცავს:

- განმარტებით ლექსიკონებს;
- ორთოგრაფიულ ლექსიკონებს;
- სინონიმებისა და ანტონიმების ბაზებს;
- ტერმინოლოგიურ ლექსიკონებს;
- ფრაზეოლოგიურ მონაცემთა ბაზებს;
- მრავალენოვან ლექსიკონებს.

სამეცნიერო და ტექნოლოგიური ტერმინოლოგიის სწრაფი განვითარება საჭიროებს მუდმივ განახლებას. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხელოვნური ინტელექტის, კიბერუსაფრთხოების, მონაცემთა მეცნიერების, ბიოინფორმატიკისა და ციფრული ტექნოლოგიების მიმართულებით ქართული ტერმინოლოგიის სტანდარტიზაცია. ერთიანი ტერმინოლოგიური პოლიტიკა ხელს შეუწყობს როგორც სამეცნიერო კომუნიკაციას, ისე ავტომატური თარგმნისა და ტექსტის ანალიზის სისტემების ხარისხის გაუმჯობესებას.

მეტყველების ტექნოლოგიები

ტექსტური მონაცემების გარდა, თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტი ფართოდ იყენებს ხმოვან რესურსებს. მეტყველების ამოცნობის (Automatic Speech Recognition – ASR) და ტექსტის ხმოვან სინთეზის (Text-to-Speech – TTS) სისტემები სულ უფრო

მნიშვნელოვან როლს ასრულებს განათლებაში, მედიცინაში, სახელმწიფო სერვისებში, მობილურ ტექნოლოგიებსა და ინკლუზიურ კომუნიკაციაში.

ქართული ენისთვის ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ არსებობს რამდენიმე მნიშვნელოვანი გამოწვევა:

- მაღალხარისხიანი აუდიოკორპუსების სიმცირე;
- რეგიონული დიალექტებისა და კილოების არასაკმარისი წარმოდგენა;
- ასაკობრივი და სოციალური მრავალფეროვნების ნაკლებობა;
- პროფესიული ტერმინოლოგიის შეზღუდული რაოდენობა;
- სპონტანური მეტყველების მცირე მოცულობა.

აღნიშნული პრობლემების გადასაჭრელად აუცილებელია მრავალსაათიანი ხმოვანი მონაცემების შეგროვება, ანოტაცია და ღია სამეცნიერო რესურსების სახით გამოქვეყნება. ეს მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ქართულენოვანი ხმოვანი ასისტენტების, მობილური აპლიკაციებისა და სპეციალური საჭიროებების მქონე პირთათვის განკუთვნილი ტექნოლოგიების ხარისხს.

ქართული ენის ციფრულიზაცია და კულტურული მემკვიდრეობა

ქართული კულტურული მემკვიდრეობის მნიშვნელოვანი ნაწილი ჯერ კიდევ ხელნაწერების, არქივებისა და ბეჭდური გამოცემების სახით არის დაცული. მათი ციფრულიზაცია მხოლოდ ისტორიული დოკუმენტების შენარჩუნებას არ ემსახურება; იგი ქმნის ახალი თაობის კვლევით რესურსებს, რომლებიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების სწავლებისთვის.

ისტორიული ტექსტების ციფრული დამუშავება რამდენიმე ეტაპს მოიცავს: დოკუმენტების სკანირებას, ოპტიკური სიმბოლოების ამოცნობას (OCR), ტექსტის კორექტირებას, ანოტაციასა და სტრუქტურირებულ მონაცემთა ბაზებში ინტეგრაციას. განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ძველი ქართული დამწერლობის (ასომთავრული, ნუსხური და მხედრული) ციფრულ მხარდაჭერას, რაც მომავალში შესაძლებელს გახდის ისტორიული ტექსტების ავტომატურ ანალიზსა და კვლევას.

კულტურული მემკვიდრეობის ციფრულიზაცია ასევე ხელს უწყობს საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობას, რადგან ქართული ისტორიული წყაროები უფრო ხელმისაწვდომი ხდება უცხოელი მკვლევრებისათვის.

მიუხედავად ბოლო წლებში განხორციელებული მნიშვნელოვანი პროექტებისა, ქართული ენის ციფრული ინფრასტრუქტურა ჯერ კიდევ განვითარების ეტაპზეა. არსებული გამოწვევები რამდენიმე ძირითად ჯგუფად შეიძლება დაიყოს.

პირველი გამოწვევა დაკავშირებულია მონაცემთა მოცულობასთან. თანამედროვე გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის სისტემების სწავლებისთვის საჭიროა მილიარდობით სიტყვა, მაშინ როდესაც ქართულ ენაზე ღია და სტრუქტურირებული მონაცემები შედარებით შეზღუდულია.

მეორე პრობლემა არის რესურსების ფრაგმენტაცია. სხვადასხვა ინსტიტუციის მიერ შექმნილი კორპუსები, ლექსიკონები და მონაცემთა ბაზები ხშირად ერთმანეთთან

შეუთავსებელია, რაც ზღუდავს მათი ერთიან ეკოსისტემაში ინტეგრაციის შესაძლებლობას.

მესამე გამოწვევაა სამართლებრივი და ეთიკური საკითხები. აუცილებელია საავტორო უფლებების, პერსონალური მონაცემების დაცვისა და ღია ლიცენზიების ისეთი სისტემის განვითარება, რომელიც ერთდროულად დაიცავს ავტორების ინტერესებს და ხელს შეუწყობს სამეცნიერო კვლევებს.

მეოთხე გამოწვევას წარმოადგენს კვალიფიციური ადამიანური რესურსის სიმცირე. თანამედროვე ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარება მოითხოვს ლინგვისტების, პროგრამისტების, მონაცემთა მეცნიერების სპეციალისტების, ხელოვნური ინტელექტის მკვლევრებისა და დარგობრივი ექსპერტების ინტერდისციპლინურ თანამშრომლობას.

აღსანიშნავია, რომ ქართული ენის ციფრული განვითარების გრძელვადიანი სტრატეგია უნდა ეფუძნებოდეს რამდენიმე ძირითად პრინციპს:

- ეროვნული ენობრივი რესურსების სისტემური გაფართოება;
- ღია მონაცემთა პოლიტიკის მხარდაჭერა;
- აკადემიური, სახელმწიფო და კერძო სექტორების თანამშრომლობის გაძლიერება;
- ქართული ენის ტექნოლოგიური სტანდარტების შემუშავება;
- საერთაშორისო კვლევით პროექტებში ინტეგრაცია;
- ხელოვნური ინტელექტის კვლევისა და განვითარების ეროვნული ცენტრების მხარდაჭერა;
- ახალგაზრდა მკვლევრებისა და სპეციალისტების მომზადება.

აღნიშნული მიმართულებების თანმიმდევრული განხორციელება უზრუნველყოფს არა მხოლოდ ქართული ენის სრულფასოვან ინტეგრაციას თანამედროვე ციფრულ ეკოსისტემაში, არამედ გაზრდის საქართველოს სამეცნიერო, საგანმანათლებლო და ტექნოლოგიურ კონკურენტუნარიანობას საერთაშორისო დონეზე.

საერთაშორისო გამოცდილება მცირე ენების ციფრული ტრანსფორმაციის სფეროში

მცირე ენების ციფრული განვითარების თანამედროვე ტენდენციები

ციფრული ტრანსფორმაციის ეპოქაში ენის სიცოცხლისუნარიანობა სულ უფრო მეტად განისაზღვრება მისი წარმომადგენლობით ციფრულ გარემოში. თუ წარსულში ენის განვითარების ძირითად ფაქტორებად მიიჩნეოდა დემოგრაფიული მაჩვენებლები, განათლების სისტემა და კულტურული ტრადიცია, დღეს გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება იმას, თუ რამდენად არის კონკრეტული ენა წარმოდგენილი ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში, ციფრულ პლატფორმებსა და ენობრივ ტექნოლოგიებში.

მცირე ენებისათვის ეს გამოწვევა განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან თანამედროვე გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის სისტემები ეფექტიანად ფუნქციონირებენ მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც მათ ხელმისაწვდომი აქვთ დიდი მოცულობის, მრავალფეროვანი და მაღალხარისხიანი ენობრივი მონაცემები. სწორედ

ამიტომ არაერთმა ქვეყანამ ეროვნული ენობრივი რესურსების განვითარება სახელმწიფო სტრატეგიის ნაწილად აქცია. (OECD, 2024).

ესტონეთის გამოცდილება

ესტონეთი ერთ-ერთ ყველაზე წარმატებულ მაგალითად მიიჩნევა მცირე ენის ციფრული განვითარების მიმართულებით. ქვეყნის ციფრული განვითარების პოლიტიკა ეფუძნება სახელმწიფოს, უნივერსიტეტებისა და კერძო სექტორის მჭიდრო თანამშრომლობას. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა ეროვნული ენობრივი კორპუსების განვითარებას, სახელმწიფო დოკუმენტების ციფრულ ფორმატში ხელმისაწვდომობას, ელექტრონულ მმართველობასა და ხელოვნური ინტელექტის დანერგვას საჯარო სერვისებში.

ესტონეთის გამოცდილება ცხადყოფს, რომ მცირე მოსახლეობის მიუხედავად შესაძლებელია ისეთი ენობრივი ინფრასტრუქტურის შექმნა, რომელიც უზრუნველყოფს ეროვნული ენის ეფექტიან გამოყენებას როგორც ადმინისტრაციულ, ისე საგანმანათლებლო და სამეცნიერო სივრცეში. (European Commission, 2026).

ფინეთის გამოცდილება

ფინეთი განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს ღია მონაცემების პოლიტიკას. სახელმწიფო ინსტიტუტები, უნივერსიტეტები და კვლევითი ცენტრები სისტემატურად ქმნიან და აქვეყნებენ ღია ლიცენზიით ხელმისაწვდომ ტექსტურ და ხმოვან რესურსებს, რაც მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარებას.

ფინეთის გამოცდილება აჩვენებს, რომ ღია მონაცემთა ბაზები არა მხოლოდ სამეცნიერო კვლევების განვითარებას უწყობს ხელს, არამედ აჩქარებს ინოვაციური პროდუქტებისა და მომსახურებების შექმნას კერძო სექტორშიც. (UNESCO, 2021).

ისლანდიის გამოცდილება

ისლანდია წარმოადგენს წარმატებულ მაგალითს იმისა, თუ როგორ შეიძლება მცირე მოსახლეობის მქონე სახელმწიფომ დაიცვას საკუთარი ენა გლობალური ტექნოლოგიური ცვლილებების პირობებში.

ისლანდიის სახელმწიფო მრავალი წლის განმავლობაში ახორციელებს სპეციალურ პროგრამებს, რომლებიც მიზნად ისახავს მეტყველების რესურსების, ეროვნული კორპუსების, ლექსიკური მონაცემთა ბაზებისა და ხელოვნური ინტელექტისთვის საჭირო ენობრივი მონაცემების განვითარებას. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა თანამედროვე ტექნოლოგიებში ისლანდიური ენის სრულფასოვან გამოყენებას, რათა მოსახლეობას არ მოუწიოს უცხო ენაზე გადასვლა ციფრული სერვისებით სარგებლობისას. (UNESCO, 2021).

უელსური და ბასკური ენების გამოცდილება

უელსური ენის ციფრული განვითარება წარმოადგენს მცირე ენების ტექნოლოგიური მხარდაჭერის ერთ-ერთ წარმატებულ მაგალითს. ბოლო წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა უელსური ენის ინტეგრაცია ციფრულ პლატფორმებსა და ხელოვნური

ინტელექტის სისტემებში. სახელმწიფოს, აკადემიური ინსტიტუტებისა და ტექნოლოგიური კომპანიების თანამშრომლობით შეიქმნა ენობრივი კორპუსები, მეტყველების ამოცნობის სისტემები, ავტომატური თარგმნის ინსტრუმენტები და სხვა ენობრივი რესურსები, რომლებმაც მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა უელსური ენის გამოყენება ციფრულ გარემოში (Jones, 2022; UNESCO, 2021).

განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ღია ენობრივი რესურსების შექმნასა და მათ ხელმისაწვდომობის მკვლევარებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის შემქმნელებისთვის. აღნიშნულმა მიდგომამ ხელი შეუწყო უელსური ენის ინტეგრაციას თანამედროვე ბუნებრივი ენის დამუშავების (NLP) სისტემებს, მრავალენოვან ხელოვნური ინტელექტის მოდელებში. (European Commission, 2026; OECD, 2023).

უელსის გამოცდილება ცხადყოფს, რომ მცირე ენის ტექნოლოგიური განვითარება შესაძლებელია მხოლოდ გრძელვადიანი სახელმწიფო პოლიტიკის, აკადემიური თანამშრომლობისა და ციფრული ინფრასტრუქტურის სისტემური განვითარების პირობებში (UNESCO, 2021).

ბასკური ენა ერთ-ერთ ყველაზე წარმატებულ მაგალითად მიიჩნევა ევროპაში ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარების მიმართულებით. მნიშვნელოვანი როლი ამ პროცესში ეკისრება აკადემიურ და კვლევით ცენტრებს, რომლებმაც შექმნეს ფართომასშტაბიანი ტექსტური კორპუსები, ლექსიკური ბაზები, მორფოლოგიური ანალიზატორები, სინტაქსური ანალიზატორები და ავტომატური თარგმნის სისტემები (Agerri et al., 2020)

ბასკური ენის განვითარების ერთ-ერთი მთავარი ფაქტორია ღია მონაცემების პოლიტიკა და სამეცნიერო რესურსების ფართო ხელმისაწვდომობა, რაც უზრუნველყოფს ახალი AI მოდელების ეფექტიან სწავლებას და მუდმივ გაუმჯობესებას (European Commission, 2026).

კვლევები მიუთითებს, რომ ბასკური ენის ტექნოლოგიური წარმატება ეფუძნება უნივერსიტეტების, კვლევითი ინსტიტუტებისა და სახელმწიფოს კოორდინირებულ თანამშრომლობას, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მცირე ენის კონკურენტუნარიანობას გლობალურ ციფრულ გარემოში (Joshi et al., 2020; OECD, 2024).

ბასკური გამოცდილება საქართველოსთვის განსაკუთრებით საინტერესოა, რადგან ორივე ენა გამოირჩევა უნიკალური გრამატიკული სტრუქტურით და შეზღუდული რაოდენობის ციფრული რესურსებით. შესაბამისად, ბასკური ენის ტექნოლოგიური განვითარების მოდელი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის სტრატეგიის შემუშავებისას (UNESCO, 2021).

უელსური ენისა და ბასკური ენის განვითარების პროგრამები აჩვენებს, რომ ციფრული ტექნოლოგიები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ ენის შენარჩუნებასა და პოპულარიზაციაში.

ამ ქვეყნების გამოცდილებაში განსაკუთრებული ადგილი უკავია:

- სასკოლო განათლების ციფრულ რესურსებს;
- ხმოვანი ტექნოლოგიების განვითარებას;

- მრავალენოვანი ელექტრონული ლექსიკონების შექმნას;
- მობილური აპლიკაციების განვითარებას;
- ახალგაზრდებში ეროვნული ენის პოპულარიზაციას სოციალური მედიისა და ციფრული პლატფორმების მეშვეობით.

ეს გამოცდილება ადასტურებს, რომ ენის დაცვა თანამედროვე ეპოქაში აღარ შემოიფარგლება მხოლოდ საგანმანათლებლო პოლიტიკით და მოითხოვს თანამედროვე ტექნოლოგიების სისტემურ გამოყენებას.

საერთაშორისო გამოცდილების მნიშვნელობა საქართველოსთვის

საერთაშორისო პრაქტიკის ანალიზი ცხადყოფს, რომ მცირე ენების წარმატებული ციფრული ტრანსფორმაცია ეფუძნება რამდენიმე საერთო პრინციპს.

პირველ რიგში, აუცილებელია ეროვნული ენობრივი რესურსების განვითარების გრძელვადიანი სახელმწიფო პოლიტიკა. მეორე, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ღია მონაცემთა ბაზების შექმნას, რაც ხელს უწყობს როგორც აკადემიურ კვლევებს, ასევე კერძო სექტორის ინოვაციებს. მესამე, მნიშვნელოვანია უნივერსიტეტების, კვლევითი ინსტიტუტების, ტექნოლოგიური კომპანიებისა და საჯარო სექტორის თანამშრომლობა. მეოთხე, საჭიროა საერთაშორისო პროექტებში აქტიური მონაწილეობა, რაც უზრუნველყოფს ცოდნის, გამოცდილებისა და ტექნოლოგიური რესურსების გაზიარებას.

საქართველოსთვის აღნიშნული გამოცდილება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან ქართული ენა, როგორც უნიკალური დამწერლობისა და მდიდარი კულტურული მემკვიდრეობის მქონე ენა, საჭიროებს მიზანმიმართულ და გრძელვადიან პოლიტიკას, რომელიც უზრუნველყოფს მის სრულფასოვან ფუნქციონირებას ხელოვნური ინტელექტისა და ციფრული ტექნოლოგიების ეპოქაში.

ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაციის განვითარების სტრატეგიული რეკომენდაციები

- ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარება ცვლის თანამედროვე საზოგადოების ფუნქციონირების მოდელს. ამ პირობებში ქართული ენის ციფრული განვითარება აღარ წარმოადგენს მხოლოდ ლინგვისტურ ან ტექნოლოგიურ საკითხს. იგი დაკავშირებულია ქვეყნის სამეცნიერო, საგანმანათლებლო, ეკონომიკურ, კულტურულ და საინფორმაციო უსაფრთხოებასთან. შესაბამისად, საჭიროა ერთიანი ეროვნული სტრატეგიის ჩამოყალიბება, რომელიც უზრუნველყოფს ქართული ენის სრულფასოვან ფუნქციონირებას თანამედროვე ციფრულ ეკოსისტემაში.

  ასეთი სტრატეგია უნდა ეფუძნებოდეს სახელმწიფოს, აკადემიური სექტორის, კერძო კომპანიებისა და საერთაშორისო პარტნიორების თანამშრომლობას. მხოლოდ კოორდინირებული ძალისხმევით იქნება შესაძლებელი ისეთი ინფრასტრუქტურის შექმნა, რომელიც ქართული ენის ტექნოლოგიურ განვითარებას გრძელვადიან საფუძველს შეუქმნის.

- სახელმწიფომ უნდა განიხილოს ქართული ენის ციფრული განვითარება როგორც ეროვნული მნიშვნელობის პროექტი. ამ მიზნით მიზანშეწონილია:
  პირველ რიგში, შემუშავდეს ქართული ენის ციფრული განვითარების ეროვნული სტრატეგია, რომელშიც მკაფიოდ განისაზღვრება პრიორიტეტები, პასუხისმგებელი უწყებები, დაფინანსების მექანიზმები და შესრულების ინდიკატორები.
  აუცილებელია ეროვნული ენობრივი რესურსების — ტექსტური კორპუსების, მეტყველების მონაცემთა ბაზების, დიალექტური მასალებისა და ტერმინოლოგიური რესურსების — შექმნისა და განახლების სისტემური მხარდაჭერა. მნიშვნელოვანია, რომ აღნიშნული რესურსები, სამართლებრივი და ეთიკური მოთხოვნების დაცვით, მაქსიმალურად ხელმისაწვდომი იყოს სამეცნიერო და ტექნოლოგიური კვლევებისთვის.
  სახელმწიფო პოლიტიკის მნიშვნელოვან მიმართულებად უნდა იქცეს ღია მონაცემების (Open Data) ინიციატივების მხარდაჭერა. ღია მონაცემები ხელს უწყობს როგორც აკადემიური კვლევის, ისე ინოვაციური ტექნოლოგიური პროდუქტების განვითარებას.
  ასევე მნიშვნელოვანია, რომ ელექტრონული მმართველობის სისტემებში ხელოვნური ინტელექტის დანერგვისას უზრუნველყოფილი იყოს ქართული ენის სრულფასოვანი მხარდაჭერა, რათა მოქალაქეებს სახელმწიფო სერვისებზე წვდომა მშობლიურ ენაზე ჰქონდეთ.
- უნივერსიტეტები უნდა იქცნენ ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარების ერთ-ერთ მთავარ ცენტრად. მიზანშეწონილია ინტერდისციპლინური სასწავლო პროგრამების განვითარება, რომლებიც გააერთიანებს ლინგვისტიკას, კომპიუტერულ მეცნიერებას, მონაცემთა ანალიზსა და ხელოვნურ ინტელექტს.
  განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს კვლევითი ლაბორატორიების შექმნას, სადაც განხორციელდება ქართული ენის კორპუსების ანოტაცია, მორფოლოგიური და სინტაქსური ანალიზის ინსტრუმენტების განვითარება, მეტყველების ტექნოლოგიების კვლევა და გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის ქართულენოვანი მოდელების შეფასება.
  მნიშვნელოვანია სტუდენტების ჩართვა პრაქტიკულ კვლევით პროექტებში, რადგან ეს ხელს შეუწყობს ახალი თაობის სპეციალისტების მომზადებას, რომლებიც შეძლებენ ენობრივი ტექნოლოგიების განვითარებას როგორც საქართველოში, ისე საერთაშორისო სამეცნიერო სივრცეში.
- სამეცნიერო კვლევების განვითარება უნდა ეფუძნებოდეს ინტერდისციპლინურ თანამშრომლობას. თანამედროვე ენობრივი ტექნოლოგიების შექმნა შეუძლებელია მხოლოდ ლინგვისტების ან მხოლოდ პროგრამისტების ძალისხმევით. აუცილებელია ერთობლივი მუშაობა ლინგვისტების, ხელოვნური ინტელექტის მკვლევრების, მონაცემთა მეცნიერების სპეციალისტების, მათემატიკოსებისა და დარგობრივი ექსპერტების მონაწილეობით.

განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს კვლევითი შედეგების ღია გამოქვეყნებას, რეპროდუცირებადობასა და საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობას. ქართულ ენაზე შექმნილი რესურსები უნდა აკმაყოფილებდეს საერთაშორისო სტანდარტებს, რაც გაზრდის მათ გამოყენებადობას გლობალურ კვლევით პროექტებში.

- კერძო სექტორს შეუძლია მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანოს ქართული ენის ციფრულ განვითარებაში. სასურველია, ტექნოლოგიურმა კომპანიებმა აქტიურად გამოიყენონ ქართულენოვანი ინტერფეისები, განავითარონ ხმოვანი ასისტენტები, ჩატბოტები, ავტომატური თარგმნის სისტემები და მართლწერისა და გრამატიკის შემოწმების ინსტრუმენტები.

  ასევე მიზანშეწონილია თანამშრომლობა უნივერსიტეტებთან და კვლევით ცენტრებთან, რათა სამეცნიერო მიღწევები უფრო სწრაფად გადაიზარდოს პრაქტიკულ ტექნოლოგიურ გადაწყვეტილებებში.

  განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს მცირე და საშუალო საწარმოებისათვის ისეთი ციფრული პროდუქტების შექმნას, რომლებიც ქართულ ენაზე ხელოვნური ინტელექტის გამოყენებას გაამარტივებს და ბიზნესპროცესების ავტომატიზაციას შეუწყობს ხელს.
- ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარება მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული საერთაშორისო სამეცნიერო თანამშრომლობაზე. აუცილებელია აქტიური მონაწილეობა მრავალეროვან კვლევით კონსორციუმებში, საერთაშორისო საგრანტო პროგრამებსა და ღია სამეცნიერო ინიციატივებში.

  ასეთი თანამშრომლობა უზრუნველყოფს არა მხოლოდ ფინანსურ და ტექნოლოგიურ მხარდაჭერას, არამედ ცოდნის გაცვლას, საუკეთესო პრაქტიკის გაზიარებასა და ქართული ენის ინტეგრაციას მრავალენოვან ხელოვნური ინტელექტის სისტემებში.
- მომდევნო ათწლეულის განმავლობაში გენერაციული ხელოვნური ინტელექტი, მრავალმოდალური სისტემები და აგენტური (Agentic AI) ტექნოლოგიები კიდევ უფრო მნიშვნელოვან როლს შეასრულებს საზოგადოებრივ ცხოვრებაში. ამ ცვლილებების ფონზე აუცილებელია, რომ ქართული ენა არა მხოლოდ ადაპტირდეს ახალ ტექნოლოგიურ გარემოს, არამედ აქტიურად იყოს წარმოდგენილი მის განვითარებაში. ამ მიზნის მისაღწევად საჭიროა გრძელვადიანი ინვესტიციები ენობრივ რესურსებში, კვალიფიციური ადამიანური კაპიტალის განვითარება, თანამედროვე კვლევითი ინფრასტრუქტურის შექმნა და საერთაშორისო თანამშრომლობის გაძლიერება. მხოლოდ ამ პირობებში იქნება შესაძლებელი ქართული ენის კონკურენტუნარიანობის შენარჩუნება და მისი ეფექტიანი გამოყენება ხელოვნური ინტელექტის ეპოქაში.

დასკვნა

თანამედროვე ციფრული ტრანსფორმაციის პირობებში ენა აღარ წარმოადგენს მხოლოდ კულტურული იდენტობისა და კომუნიკაციის საშუალებას; იგი იქცა ტექნოლოგიური განვითარების, ცოდნის წარმოებისა და ინფორმაციული სუვერენიტეტის ერთ-ერთ განმსაზღვრელ ფაქტორად. ხელოვნური ინტელექტის, ბუნებრივი ენის დამუშავების (Natural Language Processing – NLP), დიდი ენობრივი

მოდელებისა (Large Language Models – LLMs) და მრავალმოდალური სისტემების სწრაფმა განვითარებამ არსებითად შეცვალა ადამიანის, ინფორმაციისა და ტექნოლოგიების ურთიერთქმედების ფორმები. ამ პროცესების ფონზე განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს მცირე და საშუალოდ გავრცელებული ენების, მათ შორის ქართული ენის, სრულფასოვანი ინტეგრაცია თანამედროვე ციფრულ ეკოსისტემაში.

წინამდებარე სტატიამ აჩვენა, რომ ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია კომპლექსური, მრავალგანზომილებიანი და ინტერდისციპლინური პროცესია, რომელიც მოიცავს ლინგვისტიკას, კომპიუტერულ მეცნიერებას, ხელოვნურ ინტელექტს, მონაცემთა მეცნიერებას, ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს, განათლებასა და საჯარო მმართველობას. აღნიშნული მიმართულებების ეფექტიანი ინტეგრაცია წარმოადგენს ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარების აუცილებელ წინაპირობას.

კვლევის თეორიულმა ანალიზმა ცხადყო, რომ თანამედროვე ენობრივი ტექნოლოგიების საფუძველს ქმნის ხარისხიანი ენობრივი რესურსები. ტექსტური კორპუსები, ელექტრონული ლექსიკონები, მორფოლოგიური და სინტაქსური ანოტაციები, პარალელური კორპუსები, მეტყველების მონაცემთა ბაზები და ტერმინოლოგიური რესურსები განსაზღვრავს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების სიზუსტეს, ეფექტიანობასა და ფუნქციურ შესაძლებლობებს. შესაბამისად, ქართული ენისთვის ასეთი რესურსების შექმნა და მუდმივი განახლება არა მხოლოდ სამეცნიერო, არამედ სახელმწიფოებრივი მნიშვნელობის ამოცანაა.

სტატიაში განხილულმა საერთაშორისო გამოცდილებამ დაადასტურა, რომ მცირე ენების წარმატებული ციფრული განვითარება დამოკიდებულია გრძელვადიან სახელმწიფო პოლიტიკაზე, ღია მონაცემთა ხელმისაწვდომობაზე, აკადემიური და კერძო სექტორების თანამშრომლობაზე, კვლევითი ინფრასტრუქტურის განვითარებასა და საერთაშორისო პარტნიორობაზე. ესტონეთის, ფინეთის, ისლანდიისა და სხვა ქვეყნების მაგალითები ცხადყოფს, რომ მოსახლეობის სიმცირე არ წარმოადგენს ტექნოლოგიური განვითარების შემაფერხებელ ფაქტორს, თუ არსებობს თანმიმდევრული სტრატეგია და შესაბამისი ინვესტიციები.

ქართული ენის სპეციფიკის ანალიზმა აჩვენა, რომ მისი მორფოლოგიური სირთულე, მდიდარი ზმნური სისტემა, თავისუფალი სიტყვათა რიგი და უნიკალური დამწერლობა ქმნის როგორც გამოწვევებს, ისე შესაძლებლობებს ხელოვნური ინტელექტის სისტემების განვითარებისთვის. ეს თავისებურებები მოითხოვს ისეთი ალგორითმებისა და მონაცემთა რესურსების შექმნას, რომლებიც მორგებული იქნება ქართული ენის სტრუქტურულ და ფუნქციურ მახასიათებლებზე.

ნაშრომში განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის განვითარებას და მის გავლენას ქართულ ენაზე. გამოიკვეთა, რომ დიდი ენობრივი მოდელების ხარისხი პირდაპირ არის დამოკიდებული ქართულენოვანი მონაცემების მოცულობაზე, მრავალფეროვნებასა და ხარისხზე. ამიტომ აუცილებელია ეროვნული ტექსტური და ხმოვანი კორპუსების გაფართოება, დიალექტური და ისტორიული მასალების ციფრულიზაცია, სამეცნიერო ტერმინოლოგიის

სტანდარტიზაცია და ღია ლიცენზიით ხელმისაწვდომი მონაცემთა ბაზების განვითარება.

კვლევის საფუძველზე შეიძლება ჩამოყალიბდეს რამდენიმე ძირითადი დასკვნა.

პირველი, ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია უნდა განიხილებოდეს როგორც ეროვნული სტრატეგიული პრიორიტეტი, რომელიც უკავშირდება ქვეყნის ტექნოლოგიურ განვითარებას, საგანმანათლებლო სისტემის მოდერნიზაციას, კულტურული მემკვიდრეობის დაცვასა და საერთაშორისო კონკურენტუნარიანობის ზრდას.

მეორე, თანამედროვე ხელოვნური ინტელექტის ეფექტიანი გამოყენება ქართულ ენაზე შეუძლებელია მაღალხარისხიანი ენობრივი რესურსების, სტანდარტიზებული მონაცემებისა და მრავალფეროვანი კორპუსების გარეშე. შესაბამისად, რესურსების შექმნა და მათი ხელმისაწვდომობა უნდა გახდეს ეროვნული ენობრივი პოლიტიკის მნიშვნელოვანი მიმართულება.

მესამე, ქართული ენის ტექნოლოგიური განვითარება მოითხოვს ინტერდისციპლინურ თანამშრომლობას. ლინგვისტების, პროგრამისტების, მონაცემთა მეცნიერების სპეციალისტების, განათლების მკვლევრებისა და საჯარო სექტორის ერთობლივი მუშაობა წარმოადგენს მდგრადი პროგრესის აუცილებელ პირობას.

მეოთხე, უნივერსიტეტების, კვლევითი ცენტრებისა და ტექნოლოგიური კომპანიების თანამშრომლობა მნიშვნელოვნად დააჩქარებს ინოვაციური ქართულენოვანი პროგრამული პროდუქტების, მეტყველების ტექნოლოგიებისა და გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის გადაწყვეტილებების შექმნას.

მეხუთე, აუცილებელია ქართული ენის ინტეგრაცია საერთაშორისო კვლევით პროექტებში, მრავალენოვან ენობრივ რესურსებსა და ღია სამეცნიერო ინიციატივებში, რაც გაზრდის ქართული ენის ხილვადობას გლობალურ ციფრულ სივრცეში.

წინამდებარე ნაშრომს აქვს როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მნიშვნელობა. თეორიული თვალსაზრისით, იგი აერთიანებს ციფრული ტრანსფორმაციის, ხელოვნური ინტელექტისა და ენობრივი ტექნოლოგიების შესახებ არსებულ სამეცნიერო ცოდნას და განიხილავს მას ქართული ენის განვითარების კონტექსტში. პრაქტიკული თვალსაზრისით კი წარმოდგენილია რეკომენდაციები სახელმწიფო პოლიტიკის, უმაღლესი განათლების, სამეცნიერო კვლევისა და ტექნოლოგიური სექტორისათვის, რაც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ქართული ენის ციფრული განვითარების სტრატეგიული დაგეგმვის პროცესში.

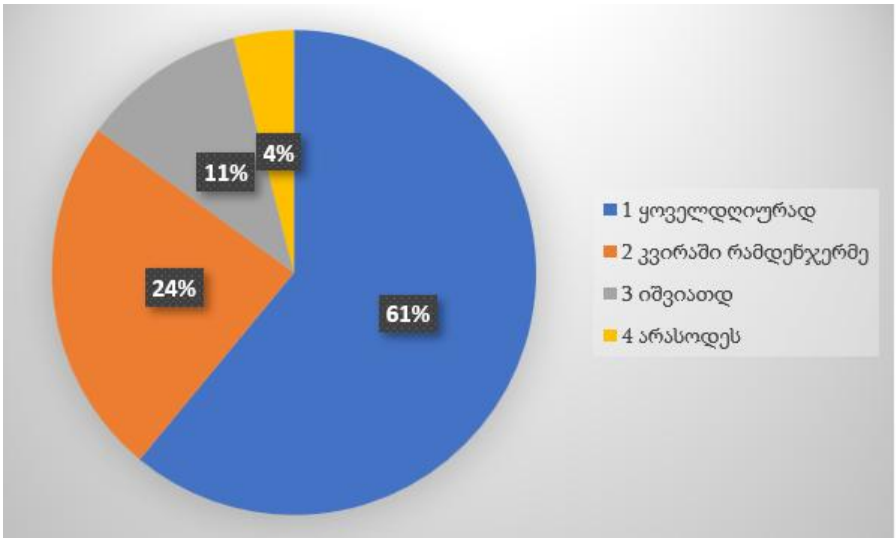
ამავდროულად, კვლევას აქვს გარკვეული შეზღუდვები. ნაშრომი ძირითადად ეყრდნობა თეორიულ ანალიზსა და საერთაშორისო გამოცდილების მიმოხილვას. შესაბამისად, მომავალი კვლევები მიზანშეწონილია დაეფუძნოს ფართომასშტაბიან ემპირიულ მონაცემებს, ქართული ენის კორპუსების რაოდენობრივ ანალიზს, თანამედროვე გენერაციული ხელოვნური ინტელექტის სისტემების შედარებით შეფასებას და მომხმარებელთა გამოცდილების კვლევას. ასევე მნიშვნელოვანია

ქართული ენის სპეციალიზებული დიდი ენობრივი მოდელების შექმნის შესაძლებლობების, ეფექტიანობისა და გამოყენების სფეროების შემდგომი შესწავლა.

საბოლოოდ შეიძლება ითქვას, რომ ქართული ენის ციფრული ტრანსფორმაცია წარმოადგენს არა მხოლოდ ტექნოლოგიურ გამოწვევას, არამედ ქვეყნის სამეცნიერო, კულტურული და სტრატეგიული განვითარების ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებას. იმ პირობებში, როდესაც ხელოვნური ინტელექტი სულ უფრო მეტად განსაზღვრავს ცოდნის შექმნისა და გავრცელების პროცესებს, ქართული ენის სრულფასოვანი წარმოდგენა ციფრულ გარემოში აუცილებელი წინაპირობაა მისი სიცოცხლისუნარიანობის, საერთაშორისო კონკურენტუნარიანობისა და მომავალი თაობებისთვის მდგრადი განვითარების უზრუნველსაყოფად.

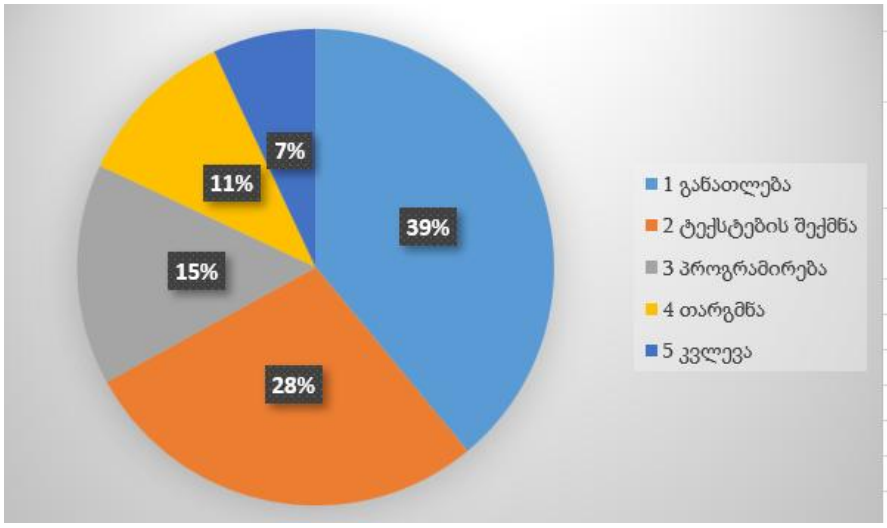
დანართი 1.

1. იყენებთ თუ არა ხელოვნური ინტელექტის სისტემებს ყოველდღიურ საქმიანობაში?



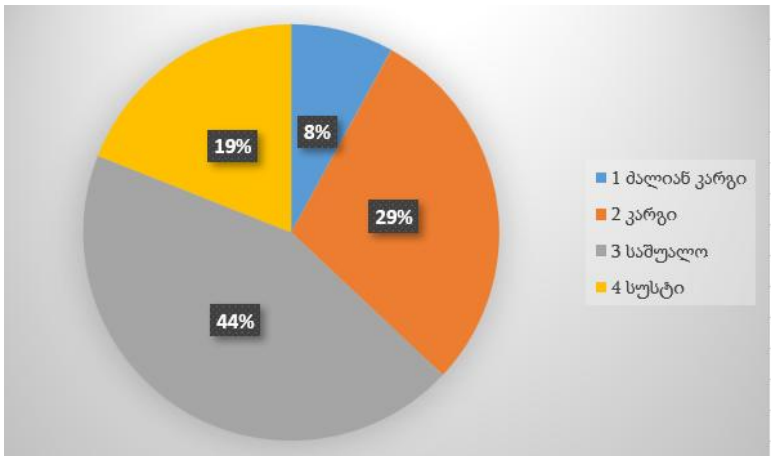
შედეგები მიუთითებს, რომ რესპონდენტთა **85%** რეგულარულად იყენებს ხელოვნური ინტელექტის სხვადასხვა ინსტრუმენტს, რაც ადასტურებს აღნიშნული ტექნოლოგიების ინტენსიურ გავრცელებას საქართველოში.

2. რომელ სფეროში იყენებთ ყველაზე ხშირად AI-ს?



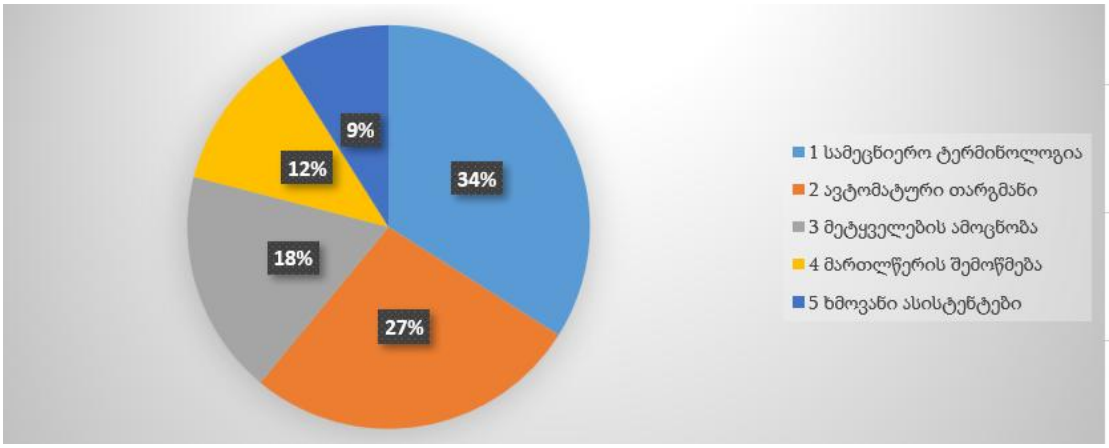
მიღებული შედეგები აჩვენებს, რომ ხელოვნური ინტელექტის ძირითადი გამოყენება დაკავშირებულია საგანმანათლებლო და აკადემიურ საქმიანობასთან.

3. როგორ აფასებთ ქართული ენის მხარდაჭერას თანამედროვე AI სისტემებში?



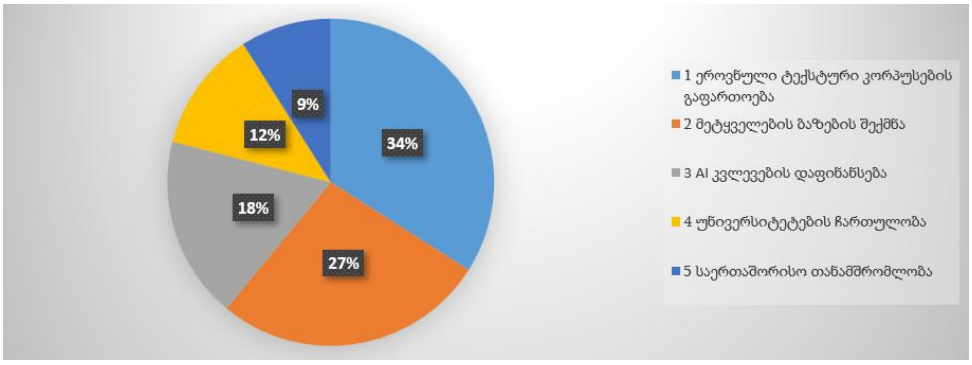
რესპონდენტთა უმრავლესობა მიიჩნევს, რომ ქართული ენის მხარდაჭერა გაუმჯობესებულია, თუმცა ჯერ კიდევ მნიშვნელოვნად ჩამორჩება ინგლისურ და სხვა ფართოდ გავრცელებულ ენებს.

4. რომელი მიმართულებაა ყველაზე პრობლემური?



ყველაზე მნიშვნელოვან გამოწვევად რესპონდენტები ასახელებენ სამეცნიერო ტერმინოლოგიის არასაკმარის მხარდაჭერასა და ავტომატური თარგმნის ხარისხს.

5. რა არის ქართული ენის განვითარების მთავარი პრიორიტეტი?



შედეგები ადასტურებს, რომ რესპონდენტები ყველაზე მნიშვნელოვან მიმართულებად მიიჩნევენ ენობრივი რესურსების განვითარებას.

გამოყენებული ლიტერატურა

„ქართული ენის ეროვნული კორპუსი“, ქეეკ, https://surl.li/cjupvp

მეცნიერებათა ეროვნული აკადემია „მაცნე“ 2024, https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.00710 https://arxiv.org/pdf/2405.00710

სამოქალაქო ინტეგრაციის და ეროვნებათშორისი ურთიერთობების ცენტრი, „ენობრივი პოლიტიკა საქართველოში: სიტუაციის ანალიზი და კვლევის შედეგები“, 2023, https://surl.li/ediraz

ტაბიძე, მ. „ენობრივი პოლიტიკა“, ეს გვერდი ბოლოს განახლდა 23:18, 30 იანვარი 2024. https://surl.li/wgmsco

ქართული ენის კორპუსი, ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის ენათმეცნიერების ინსტიტუტი, https://surl.li/furlsn

ქეთევან მჭედლიშვილი, „შედარებითი კორპუსები: შედგენის მეთოდოლოგია დაგამოყენების სფეროები“, კადმოსი. ჰუმანიტარულ კვლევათა ჟურნალი, 2024: 237-253, https://doi.org/10.32859/kadmos/16/237-253

Beso Mikaberidze, Teimuraz Saghinadze, Guram Mikaberidze, Raphael Kalandadze, Konstantine Pkhakadze, Josef van Genabith, Simon Ostermann, Lonneke van der Plas, Philipp Müller, „A Comparison of Different Tokenization Methods for the Georgian Language“, Proceedings of the 7th International Conference on Natural Language and Speech Processing (ICNLSP 2024), https://surl.li/tgrvky

Beso Mikaberidze, Teimuraz Saghinadze, Guram Mikaberidze, Raphael Kalandadze, Konstantine Pkhakadze, Josef van Genabith, Simon Ostermann, Lonneke van der Plas, Philipp Müller, „A Comparison of Different Tokenization Methods for the Georgian Language“, Proceedings of the 7th International Conference on Natural Language and Speech Processing (ICNLSP 2024)

Computer Science > Computation and Language, https://arxiv.org/abs/2303.08774

Computer Science > Computation and Language, OpenAI. (2023). https://arxiv.org/abs/2303.08774

Daniel Gallagher, Gerhard Heyer, Computer Science-Computation and Language, „Targeted Syntactic Evaluation of Language Models on Georgian Case Alignment“, https://doi.org/10.48550/arXiv.2602.10661

David Ifeoluwa Adelani, Graham Neubig, Sebastian Ruder, Shruti Rijhwani, Michael Beukman, Chester Palen-Michel, Constantine Lignos, Jesujoba O. Alabi, Shamsuddeen H. Muhammad, Peter Nabende, „MasakhaNER 2.0: Africa-centric Transfer Learning for Named Entity Recognition,“ *EMNLP 2022* . https://surl.li/pdiwjx

David Ifeoluwa Adelani, Md Mahfuz Ibn Alam, Antonios Anastasopoulos, Akshita Bhagia, Marta R. Costa-jussà, Jesse Dodge, Fahim Faisal, Christian Federmann, Natalia Fedorova, Francisco Guzmán, Sergey Koshelev, Jean Maillard, Vukosi Marivate, Jonathan Mbuya, Alexandre Mourachko, Safiyyah Saleem, Holger Schwenk, Guillaume Wenzek, „Findings of the WMT'22 Shared Task on Large-Scale Machine Translation Evaluation for African Languages“, Volume: Proceedings of the Seventh Conference on Machine Translation (WMT), December, 2022. https://surl.li/yxlqqe

Davit Melikidze, Alexander Gamkrelidze, „Homonym Sense Disambiguation in the Georgian Language“,

Emily M. Bender, Batya Friedman, „Data Statements for Natural Language Processing: Toward Mitigating System Bias and Enabling Better Science“, Transactions of the Association for Computational Linguistics, vol. 6, pp. 587–604, 2018. Action Editor: Yuji Matsumoto. Submission batch: 5/2018; Revision batch: 8/2018; Published 12/2018. https://aclanthology.org/Q18-1041.pdf

European Commission „Language Technologies and Multilingualism“, https://surl.li/wkqvks, Last update, 23 June 2026

Fajri Koto, Afshin Rahimi, Jey Han Lau, Timothy Baldwin, „IndoLEM and IndoBERT: A Benchmark Dataset and Pre-trained Language Model for Indonesian NLP, November 2020,

Internationalization (i18n), Making the World Wide Web worldwide!, https://www.w3.org/International/

Irina Lobzhanidze, Erekle Magradze, Svetlana Berikashvili, Anzor Gozalishvili, Tamar Jalaghonia, „Building a Universal Dependencies Treebank for Georgian“, Publisher: Association for Computational Linguistics, Volume: Proceedings of the 22nd Workshop on Treebanks and Linguistic Theories (TLT 2024), https://aclanthology.org/2024.tlt-1.5/

Jerome Aondongu Achir, Matthew T Ogedengbe, Joseph Sarwuan, „Preservation of Low Resource Languages through Natural Language Processing: Challenges, Opportunities, and the Case of Tiv“, Jurnal of Basics and Applied Sciences Researcher (JOBASR), Volume 4(2), 2026 DOI: https://dx.doi.org/10.4314/jobasr.v4i2.21

Jurafsky, D. and Martin, J. H., „Speech and Language Processing (3rd ed., draft).“ Stanford University. (2023), https://surli.cc/gimopn

Kamarauli, M. (2024). Enhancement possibilities for the Georgian National Corpus . Caucasus Journal of Social Sciences, 17(1), 142–165. https://doi.org/10.62343/cjss.2024.245

Manning, S. D. and Schutz, H „Fundamentals of Statistical Natural Language Processing“, (1999). https://surl.li/vuvkns

Mariam Kamarauli, „Enhancement possibilities for the Georgian National Corpus“, 2024, https://surl.li/qywojh https://doi.org/10.62343/cjss.2024.245,

Nicolas Stefanovitch, Jakub Piskorski, Sopho Kharazi, „Resources and Experiments on Sentiment Classification for Georgian“, Proceedings of the Thirteenth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2022), https://doi.org/10.63317/4ky6so2mrss6

OECD, 2024, „Policies, data and analysis for trustworthy artificial intelligence“, https://oecd.ai/en/

Paul Meurer „A Computational Grammar for Georgian“, Conference: Logic, Language, and Computation, 7th International Tbilisi Symposium on Logic, Language, and Computation, TbiLLC 2007, Tbilisi, Georgia, October 1-5, 2007. Revised Selected Papers, https://doi.org/10.1007/978-3-642-00665-4_1

Pratik Joshi, Sebastin Santy, Amar Budhiraja, Kalika Bali, „The State and Fate of Linguistic Diversity and Inclusion in the NLP World“, Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics, pages 6282–6293 July 5- 10, 2020. https://surl.li/mhhkhu

Proceedings of the 13th Conference on Language Resources and Assessment, European Language Resources Association LREC (2022–2024). https://lrec-conf.org

Rishi Bommasani, Drew A. Hudson, Ehsan Adeli, „On the Opportunities and Risks of Foundation Models„, August 2021, DOI: 10.48550/arXiv.2108.07258 https://surl.li/lmagxm

Rodrigo Agerri, Iñaki San Vicente, Jon Ander Campos, Ander Barrena, Xabier Saralegi, Aitor Soroa, Eneko Agirre, „Give your Text Representation Models some Love: the Case for Basque“,

Publisher: European Language Resources Association, Proceedings of the Twelfth Language Resources and Evaluation Conference, 2020. https://aclanthology.org/2020.lrec-1.588/

Steven Bird, Ewan Klein, Edward Loper, „Natural Language Processing with Python“, Publisher: O'Reilly, ISBN: 978-0-596-51649-9January 2009, https://surl.li/ysucjv

Tom. Brown, Benjamin Mann, Nick Ryder, Melanie Subbiah, „Language Models are Few-Shot Learners“, 34th Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2020), Vancouver, https://surl.li/ecijgw

UNESCO, 2021, „Recommendation on the Ethics of Artificial Intelligence“ https://surl.li/givvwl

Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, Ł., & Polosukhin, I. „Attention Is All You Need“ (2017). https://arxiv.org/abs/1706.03762

Digital Transformation of the Georgian Language: The Role of Artificial Intelligence and Language Technologies

Irakli Bochorishvili[1]; Tinatin Kiladze[2]; Ketevan Kveselava[3]; Edisher Chkareuli[4]

[1]Associate Professor of Technical University of Georgia, Academic Doctor of Informatics Engineering; [2]Professor of Technical University of Georgian, Doctor of International Relations; [3]Professor of Technical University of Georgia, Chief Scientist in the Scientific Research Center of LEPL David Aghmashenebeli National Defence Academy of Georgia, Academic Doctor of Informatics Engineering; [4]Associate Professor of Technical University of Georgia, Academic Doctor of Mass Communication

Abstract

The rapid development of digital technologies has significantly changed the communicative, educational and information environment of modern society. The integration of artificial intelligence and language technologies has acquired particular importance, creating new opportunities for both global and less common languages. The Georgian language, as a language with a unique script and centuries-old cultural heritage, faces significant challenges in the modern digital era. On the one hand, its full integration into modern information technologies is necessary, and on the other hand, the protection of linguistic identity and norms is necessary.

The article discusses modern trends in the digital transformation of the Georgian language, the role of artificial intelligence in the development of language resources, the capabilities of natural language processing technologies, automatic translation systems, speech recognition and synthesis platforms, the impact of automatic spelling and grammar checking corpora, as well as large language models on the digital development of the Georgian language. Special attention is paid to Georgian language corpora, the need to develop lexical resources and digital infrastructure.

The goal of the study is to analyze the main directions of the digital transformation of the Georgian language, assess the existing challenges, and determine strategic steps that will contribute to increasing the competitiveness of the Georgian language in the global digital space.

The findings indicate that the successful digital transformation of the Georgian language largely depends on the development of comprehensive language resources, open data infrastructure, and sustainable collaboration between academic institutions, government agencies, and the technology sector. In addition, the integration of the Georgian language into modern artificial intelligence systems requires a focused effort in language modeling and increased investment in computational linguistics research.

The article states that the digital existence of the Georgian language is not only a technological issue, but also a matter of cultural sustainability and national strategic development in the era of artificial intelligence.

Keywords: Georgian language, artificial intelligence, language technologies, natural language processing, digital transformation, language resources, large language models.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.07



THE THEORY AND PRACTICE OF THE HEALTHCARE 'GOLDEN TRIANGLE'

Prof. Omar Lanchava[1], Prof. Nino Ratiani[1], Natalia Bulia[1], Prof. Alexander Bezhanishvili[1]

[1]Georgian Technical University, Georgia

Abstract

The ultimate goal of the healthcare system is patient recovery and the improvement of quality of life. However, this goal cannot be achieved without guaranteed safety of medical personnel. The health, working capacity, and psychological resilience of staff constitute the foundation upon which patient safety and health rest. Sustainable infrastructure, physical, biological, and chemical factors, construction standards, and procedural order create a supportive environment for risk reduction. The present research focuses on reducing risks directed at medical personnel, but inevitably addresses the so-called 'Golden Triangle,' within which patient recovery, staff safety, and infrastructure sustainability form an integrated system. Each component is essential for the effective realization of healthcare objectives. International practice demonstrates that the implementation of the 'Golden Triangle' principles varies according to local specificities: in economically advanced countries, priority is given to infrastructure sustainability (Japan), biological risk control (USA), psychosocial risk management (Germany, Sweden), and reduction of chemical and physical risks (Germany).

Keywords: Golden Triangle, staff and patient safety, psychological resilience, physical facilities and environment, biological and chemical factors.

1. Introduction

The ultimate goal of the healthcare system is patient recovery and the improvement of quality of life. However, in practice this goal cannot be achieved by focusing solely on the treatment process. Ensuring staff safety and infrastructure sustainability is essential, as they form the foundation upon which patient safety rests [1, 2].

The example of Japan demonstrates how local conditions determine priorities. Frequent earthquakes and natural disasters compel both the state and healthcare institutions to prioritize seismic resilience and safe construction standards. This is not merely an infrastructural issue – it directly affects risks to staff health and safety, and ultimately patient recovery [3].

In the United States, during the COVID-19 pandemic, the main emphasis was placed on controlling biological risks. Strict protocols, personal protective equipment (PPE), and infection prevention systems aimed not only to protect patients but also to safeguard staff, since unprotected personnel cannot deliver quality treatment [4].

Germany and Sweden highlight the importance of psychosocial risk management. Regulation of working hours, stress reduction programs, and prevention of psychological strain demonstrate that the psychological well-being of staff directly influences patient outcomes [5, 6].

2. Methodology

Comparative analysis of international practice - Based on the research, four main categories of risks were identified:

- Biological risks (infections, viruses, epidemics).
- Psychosocial risks (stress, burnout, maintaining psychological resilience).
- Infrastructural risks (building resilience, fire and seismic safety) [7-10].
- Prevention of chemical and physical risks (toxic substances, radiation, compliance with ergonomic requirements).

Ranking model - Each risk was assessed according to the *Influence Index (II)*, which reflects its impact on staff and patient safety. Analysis of scientific literature [3-6, 11-15] revealed the following ranking:

- Level I - Biological risks (highest impact).
- Level II - Psychosocial risks.
- Level III - Infrastructural risks.
- Level IV - Chemical and physical risks.

Integration of indices - Three main indices were applied:

- Patient Outcome Index (POI) - indicator of patient recovery.
- Safety Integrated Index (SII) - indicator of staff safety.
- Influence Index (II) - degree of risk impact.

It should be noted that a low SII automatically reduces POI, which demonstrates the critical importance of staff safety.

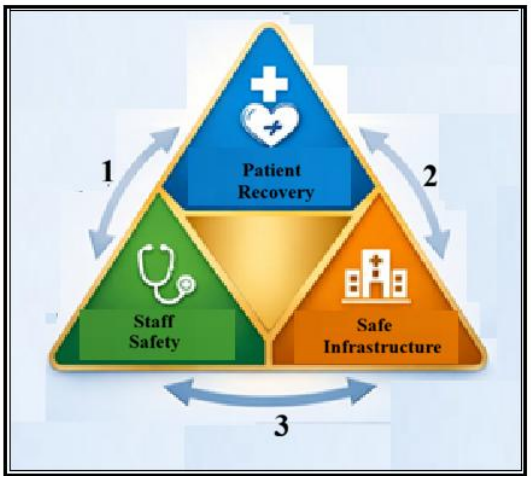


Fig. 1. 'Golden Triangle' in healthcare: patient recovery, staff safety, and infrastructure sustainability - interdependent objectives forming a unified system: 1 - Safe Staff; 2 - Stable Environment; 3 - Optimal Care.

'Golden Triangle' in methodology - Applied as a visual model, where:

- The top vertex of the triangle represents patient recovery.
- The lower left vertex represents staff safety.
- The lower right vertex represents infrastructure sustainability.

All three vertices are interdependent and form a unified system.

Thus, according to the **'Golden Triangle':**

- Staff safety ensures quality service.
- A stable environment creates a sense of security.
- The best care for patients is the ultimate outcome.

3. Results

The 'Golden Triangle' in healthcare - patient recovery, staff safety, and infrastructure sustainability - represents interdependent objectives that form a unified system. According to international experience, this model directly improves desired indicators.

Biological risk control (USA) - During the COVID-19 pandemic, the introduction of strict protocols, use of PPE, and diligent implementation of infection prevention systems resulted in the best outcome: improved staff safety directly reflected in patient recovery indicators [4].

Psychosocial risk management (Germany, Sweden) - Regulation of working hours, introduction of stress reduction programs, and measures aimed at maintaining psychological resilience produced positive results: the number of medical errors decreased and the quality of service increased [5, 6].

Infrastructure sustainability (Japan) - The adoption of seismic standards and safe construction norms led to the following outcome: during natural disasters, healthcare institutions continued functioning without interruption, ensuring the safety of both staff and patients [3].

Reduction of chemical and physical risks (Germany) - Safe chemical management, control of toxic substances, and improvement of ergonomics produced the following result: preservation of staff health and increase of work capacity [6, 15].

Table 1.

Risk ranking based on international examples

Risk type	**Impact on staff**	**II indicator (Influence Index)**	**International example**
Biological	Spread of infections	High (101-200)	USA - COVID-19 protocols [4]
Psychosocial	Stress, burnout	Medium (51-100)	Sweden - regulation of working hours [5]
Infrastructural	Injuries, accidents	Medium	Japan - seismic standards [3]
Chemical/Physical	Toxic exposure	Low (0-50)	Germany - safe chemical management [6]

Determinant circumstances of the obtained results:

- **Staff safety - initial and ultimate objective:** Staff health and psychological resilience are the foundation of patient safety. Unprotected staff cannot provide quality treatment, which directly harms patient recovery. Therefore, staff safety must be considered not as a supporting factor, but as the central axis of the system.
- **Infrastructure sustainability - a critical supporting factor:** Infrastructure creates a safe environment that ensures stability of staff performance. The Japanese example shows that local conditions (earthquakes, natural disasters) define priorities. Infrastructure sustainability should be assessed through the Influence Index (II).
- **International experience - a guide for local systems:** USA - strict control of biological risks. Germany and Sweden - management of psychosocial risks. Japan – infrastructure sustainability. Germany - reduction of chemical and physical risks. These examples demonstrate that strengthening local systems is possible by considering local specificities and integrating international practice.
- **Integration of indices - an objective evaluation tool:** Patient Outcome Index (POI) -patient recovery indicator. Safety Integrated Index (SII) - staff safety indicator. Influence Index

(II) - degree of risk impact. A low SII automatically reduces POI, which once again confirms the critical importance of staff safety.

- **The 'Golden Triangle' – an integrated vision:** Patient recovery, staff safety, and infrastructure sustainability are inseparable components necessary for achieving positive outcomes. The 'Golden Triangle' can be applied as a strategic framework in healthcare policy planning.

Table 2.

Determinant circumstances of the obtained results

Circumstance	Implemented measure	Immediate result	Impact on patient
Biological risk control (USA)	Strict protocols, PPE, infection prevention	Improved staff safety	Increased patient recovery rate
Psychosocial risk management (Germany, Sweden)	Regulation of working hours, stress reduction programs	Reduced medical errors, improved service quality	Better patient outcomes
Infrastructure sustainability (Japan)	Seismic standards, safe construction norms	Continuous functioning during disasters	Protection of staff and patients
Reduction of chemical/physical risks (Germany)	Control of toxic substances, improved ergonomics	Preservation of staff health	Enhanced quality of treatment

Additional argument on psychosocial risk management - based on Natalia Bulia's research [14]: 'Psychosocial risk management in clinical settings represents a continuous and systematic process that includes identification, assessment, control, and monitoring of risks. According to international approaches, this process should be integrated into the organizational management system and not implemented merely as a reaction to individual problems.'

4. Recommendations

Based on international practice, the following recommendations have been developed.

For systematic strengthening of staff safety:

- Develop national standards for minimum requirements of staff safety.
- Establish regular training and psychological support programs.
- Monitor the Staff Safety Index (SII) annually.

For ensuring infrastructure sustainability:

- Review construction standards with consideration of seismic resilience.
- Update fire prevention and emergency systems.
- Integrate the Infrastructure Influence Index (II) into healthcare policy.

For management of biological risks:

- Introduce strict infection prevention protocols.
- Ensure permanent availability of personal protective equipment (PPE).
- Strengthen epidemiological monitoring systems.

For reduction of psychosocial risks:

- Regulate working hours and prevent burnout.
- Implement stress management programs and psychological support.
- Introduce strategies for maintaining psychological resilience.

For control of chemical and physical risks:

- Ensure safe management of toxic substances.
- Comply with radiation safety standards.
- Improve ergonomics in the working environment.

For integration of international experience:

- Apply the example of the USA in biological risk control.
- Implement German and Swedish practices in psychosocial risk management.
- Consider the Japanese model in infrastructure sustainability.
- Use German experience in reducing chemical and physical risks.

The 'Golden Triangle' should be applied as a strategic framework, meaning that every healthcare policy decision must be evaluated according to the following three components:

- Patient recovery,
- Staff safety,
- Infrastructure sustainability.

In addition, integration of indices (POI, SII, II) should become a strategic monitoring tool.

5. Conclusion

The declared goal of the healthcare system is patient recovery. However, achieving this fundamental objective is impossible without ensuring staff safety and infrastructure sustainability, as confirmed by the presented research and obtained results.

Staff safety must be considered the central axis of the system – staff health, working capacity, and psychological resilience directly determine the quality of treatment and patient outcomes. Unprotected staff cannot provide effective care, which negatively affects recovery indicators.

Infrastructure sustainability serves as a critical supporting factor – safe construction standards, seismic resilience, and reliable emergency systems create a stable environment for both staff and patients.

International experience demonstrates that strengthening local systems is possible by integrating global practices while considering local specificities. The examples of the USA (biological risk control), Germany and Sweden (psychosocial risk management), Japan

(infrastructure sustainability), and Germany (chemical and physical risk reduction) confirm the effectiveness of the 'Golden Triangle' approach.

Integration of indices – Patient Outcome Index (POI), Safety Integrated Index (SII), and Influence Index (II) – provides an objective monitoring tool. A low SII automatically reduces POI, once again highlighting the critical importance of staff safety.

Thus, the 'Golden Triangle' – patient recovery, staff safety, and infrastructure sustainability – should be applied as a strategic framework in healthcare policy planning, ensuring comprehensive and sustainable improvement of healthcare systems.

References

1. WHO (2022). *Occupational health: health workers*.
2. WHO (2023). *Strategic health infrastructure investments to support universal health coverage*.
3. ILO (2024). *Global Strategy on Occupational Safety and Health 2024–30*.
4. Converso, G., Abate, R., Papa, F. (2025). *Risk Management Models Focused on Healthcare Systems*. Springer.
5. Montella, L., Ayokunle, O.V., Salvi, F. (2025). *Healthcare System Approach for Implementing Risk Management Models*. Springer.
6. Molosiwa, T. (2025). *Risk Management Systems in Healthcare: Insights and Challenges for Adoption*. Journal of Service Science and Management.
7. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Nozadze, G., Jangidze M. (2022). Preventing the Spread of Combustible Products in Tunnels by Implementing a Divisible System. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)* 21(4), 627-635.
8. Lanchava, O., Ilias, N. (2020). Calculation of railway tunnels ventilation. Journal of Engineering Sciences and Innovation 5 (1), 69-86.
9. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Nozadze, G., Tsanava, D. (2022). Analysis of the use of transformable elements in intelligent tunnel ventilation systems. MATEC Web of Conferences 354, 00020.
10. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Jangidze, M., Khokerasvili, Z. (2021). Fire development study on physical models of transport tunnels. MATEC Web of Conferences 342, 03020.
11. Lanchava, O., Bulia, N., Darakhvelidze M. (2025). Ensuring Occupational Safety in the Medical Sector: Key Problems, Systemic Challenges, and Strategic Recommendations. *Georgian Scientists* 7 (2). https://doi.org/10.52340/gs.2025.07.02.56.
12. Lanchava, O., Gugeshashvili, S. (2024). Occupational Health and Safety Risk Management in the Field of Laboratory Medicine. *MATEC Web Conferences*, 389, 00077. https://doi.org/10.1051/matecconf/202438900077

13. Ratiani, N., Razmadze, N., Darakhvelidze, M. (2024). Implementation and development of the labor safety system in Georgia and other countries. *Georgian Scientists* 6 (4), 150-166. https://doi.org/10.52340/gs.2024.06.04.15.
14. Bulia, N. (2026). International Approaches to Psychosocial Risk Assessment in Healthcare. *Georgian Scientists* 8 (2), 812-819. https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.02.63.
15. Gugeshashvili, S., Ratiani, N., Kereselidze M. (2024). Occupational Safety and Health Monitoring for Medical Facility Employees: Risk Assessment and Preventive Measures Mechanisms. *Proceedings of the 8th International Scientific Conference "Foundations and Trends in Research"*, 8. Copenhagen, Denmark.

ჯანდაცვის 'ოქროს სამკუთხედის' თეორია და პრაქტიკა

პროფ. ომარ ლანჩავა[1], პროფ. ნინო რატიანი[1], დოქტორანტი ნატალია ბულია[1], პროფ. ალექსანდრე ბეჟანიშვილი[1]

[1] საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქ. თბილისი, კოსტავას 77, საქართველო

აბსტრაქტი

ჯანდაცვის სისტემის საბოლოო მიზანი არის პაციენტის გამოჯანმრთელება და ცხოვრების ხარისხის გაუმჯობესება. თუმცა, ამ მიზნის მიღწევა შეუძლებელია პერსონალის გარანტირებული უსაფრთხოების გარეშე. პერსონალის ჯანმრთელობა, მუშაობის უნარის შენარჩუნება და ფსიქოლოგიური მდგრადობა წარმოადგენს იმ საყრდენს, რომელზეც დგას პაციენტის უსაფრთხოება და ჯანმრთელობა. მდგრადი ინფრასტრუქტურა, ფიზიკური, ბიოლოგიური და ქიმიური ფაქტორები, სამშენებლო სტანდარტები და პროცედურული წესრიგი ქმნიან რისკების შემცირების მხარდამჭერ გარემოს. წინამდებარე კვლევები შესრულებულია სამედიცინო პერსონალზე მიმართული რისკების შემცირების კუთხით, თუმცა გვერდს ვერ ავუვლით ე.წ. 'ოქროს სამკუთხედს', რომლის ფარგლებში პაციენტის გამოჯანმრთელება, პერსონალის უსაფრთხოება და ინფრასტრუქტურის მდგრადობა წარმოადგენს ერთიან ინტეგრირებულ სისტემას, სადაც თითოეული კომპონენტი აუცილებელია დასახული მიზნების ეფექტურად განხორციელებისათვის. საერთაშორისო პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ ხშირ შემთხვევაში მითითებული 'ოქროს სამკუთხედის' პრინციპების გასატარებლად ქვეყნების მიხედვით ადგილობრივი თავისებურებების მხედველობაში მიღებას აქვს ადგილი. კერძოდ, ეკონომიკურად დაწინაურებულ ქვეყნებში პრიორიტეტი ენიჭება: ინფრასტრუქტურის მდგრადობას (იაპონია), ბიოლოგიური რისკების კონტროლს (აშშ), ფსიქოსოციალური რისკების მართვას (გერმანია, შვედეთი), ქიმიური და ფიზიკური რისკების შემცირებას (გერმანია).

საკვანძო სიტყვები: ოქროს სამკუთხედი, პერსონალისა და პაციენტთა უსაფრთხოება, ფსიქოლოგიური მდგრადობა, ფიზიკური ნაგებობები და გარემო, ბიოლოგიური და ქიმიური ფაქტორები.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.08

ბირთვული იარაღის გონივრული მართვის მნიშვნელობა საერთაშორისო მართლწესრიგის შენარჩუნების თვალსაზრისით

ლეონიდ-ლუკა კაზანჯი

აბსტრაქტი

ბირთვული სამართალი წარმოადგენს უმნიშვნელოვანეს აკადემიურ მიმართულებას, რომელიც უდიდეს როლს ასრულებს თანამედროვე გეოპოლიტიკური პროცესების ანალიტიკური თვალსაზრისით ობიექტურად შემეცნების მეტაფიზიკურ პროცესში. ზემოთხსენებული სამეცნიერო დარგი უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებს იურიდიული აზროვნებისა და მათემატიკური ფილოსოფიის სინქრონულ-დიაქრონულ კავშირს. კერძოდ, აღნიშნული სტატიის მიზანს წარმოადგენს ბირთვული სამართლის ორიგინალური მოდელის შემოთავაზება - ჩვენ ვქმნით კრიპტომათემატიცისტურ დამწერლობას, რომელიც მოიცავს რიცხულ, ფილოსოფიურ ბმებსა და ციფროლოგიურ-დეონტურ აზრისმიერ რეალიებს. კრიპტომათემატიცისტური დამწერლობა აერთიანებს რიცხვულ მეტაფიზიკაში ფორმულირებულ იდეურ-საგნობრივ სტრუქტურულ განსაზღვრულობებსა და იურიდიულ მსოფლმხედველობრივ აზრებს. ზემოთხსენებული ტიპის დამწერლობა ბირთვული სამართლის შემეცნების პროცესში გადამწყვეტ მნიშვნელობას ანიჭებს მათემატიკური ფილოსოფიის იდეური ამოცანების სწორი მიმართულებით განსაზღვრას, რაც აადვილებს ბირთვული იარაღის როგორც მსოფლიო გეოპოლიტიკური წესრიგის დაცვის ინსტრუმენტის ობიექტურ გაანალიზებას. კრიპტომათემატიცისტური დამწერლობა უაღრესად მნიშვნელოვან კავშირს ავლენს მსოფლიო სამართლის და ლოგიკური აზროვნების მმართველ ფილოსოფიურ კანონზომიერებებთან, რაც დასტურდება სამართლებრივ-მსოფლმხედველობრივი იდეების კრიპტოირების გზით. კრიპტომათემატიცისტური დამწერლობა ასევე მოიცავს ციფრის, როგორც რიცხვული მეტაფიზიკის საწყისის და ფილოსოფიური აზრის, როგორც იურისპრუდენციის ხერხემლის მდგრად არსებით ბმებს, რაც დასტურდება ისტორიულ-ფილოსოფიური და ლოგიცისტური კვლევების მრავალმხრივ გააქტიურების გზით. კრიპტომათემატიცისტური დამწერლობა გახლავთ ხიდი მათემატიკას, როგორც ბირთვული იარაღის საგნობრივი სტრუქტურასა და სამართალს, როგორც ნორმატიული რეგულირების წყაროს შორის. კრიპტომათემატიცისტური დამწერლობის გარდა დიდ მნიშვნელობას ვანიჭებთ

ფსიქოლეგოტრონულ განზომილებას, რომელიც მოიცავს სამართლებრივი აზროვნების მმართველი კანონზომიერებებისა და ლოგიკური იდეების კონცეპტუალურ თვისებრივ ბმებს, რაც მტკიცდება ისტორიულ-გენეტიკური კვლევების მრავალმხრივ გააქტიურებასთან დაკავშირებით წარმოქმნილი მეცნიერული გამოწვევის სრულიად ობიექტური გზით დაძლევის წყალობით. ფსიქოლეგოტრონული განზომილება მოიცავს საერთაშორისო ურთიერთობებისა და სამართლებრივი იდეების ურთიერთქმედების თვისებრივ მოდელს, რაც საწინდარია მსოფლიო წესრიგისა.

საკვანძო სიტყვები: ბირთვული სამართალი, კრიპტომათემატიკური ანბანი, ფსიქოლეგოტრონული განზომილება

შესავალი

კაცობრიობის ისტორია ურთულეს ფენომენოლოგიურ სისტემათა მსოფლმხედველობრივ ბალანსირებაზე აგებული ცნობიერი სივრცეა, რომელიც უდიდეს ფუნქციურ დატვირთვას იძენს ადამიანისა და სამყაროს ურთიერთმიმართების შემეცნების განზოგადებულ პროცესში. სამხედრო შეიარაღება მსოფლიო ისტორიის ყოველ ეტაპზე უზარმაზარ როლს ასრულებდა სახელმწიფოთა ჩამოყალიბებისა და განვითარების პროცესის გააქტიურების მიმართულებით. ერთ-ერთი პირველი სახელმწიფო რომელმაც შექმნა კომპლექსური მილიტარისტული სისტემა გახლდათ ასურეთი.

ასურელებმა შექმნეს რთული სისტემა, რომელიც ითვალისწინებდა სამხედრო შეიარაღების მუდმივ განახლებას, რაც იმპერიის ძლიერების წყაროდ მიიჩნეოდა.დიდ შედეგს მიაღწიეს მილიტარიზების მიმართულებით ასევე ბაბილონელებმა, ხეთებმა, ეგვიპტელებმა, ელინებმა და რომაელებმა.

შუა საუკუნეებში გაძლიერდნენ ევროპული იმპერიები-დიდი ბრიტანეთი, ესპანეთი, პორტუგალია საფრანგეთი და აზიის სახელმწიფოები-ოსმალეთი და სპარსეთი. მე19 საუკუნეში მსოფლიოს მმართველი ძალის დიდი ბრიტანეთის მიერ დაიწყო იარაღის მასშტაბური განვითარება, რაც აისახა ევროპისა და საზოგადოდ მსოფლიოს გეოპოლიტიკური წესრიგის ფორმირების ურთულეს პროცესზე შედეგობრივი თვალსაზრისით. მე20 საუკუნეში მსოფლიოში შეიარაღების ძირითად ნაწილს აწარმოებდნენ ამერიკის შეერთებული შტატები, დიდი ბრიტანეთი და საბჭოთა კავშირი, რაც დასტურდება ისტორიული კვლევების მრავალმხრივ გააქტიურების გზით. ამერიკის შეერთებულმა შტატებმა შექმნა ატომური ბომბი, რომელიც გამოიყენა მეორე მსოფლიო ომში იაპონიის წინააღმდეგ. ამერიკელებმა და ბრიტანელებმა დაიწყეს აქტიური საქმიანობა ბირთვული შეიარაღების გონივრული მართვის თეორეტიკულ მოდელთა შესაქმნელად, რაც გამოიხატებოდა საერთაშორისო სამართლებრივი აქტებისა და

კონვენციების ჩამოყალიბებისა და მუდმივი პროგრესირების ფორმათა სახით. ბირთვული იარაღი მალევე შექმნეს დიდმა ბრიტანეთმა და საბჭოთა კავშირმა,მოგვიანებით კი აღნიშნული მიზანი განახორციელა საფრანგეთმაც. აღნიშნული სტატიის მიზანია საერთაშორისო მართლწესრიგის დაცვის გზების ძიება და ბირთვული იარაღის მართვის გონივრულ მოდელთა შექმნის მიზნობრიობის სწრაფი განხორციელების უზრუნველყოფა.

პრობლემის თეორიული ანატომია

ბირთვული შეიარაღება წარმოადგენს უდიდეს საფრთხეს როგორც სამხედრო-პოლიტიკური ასევე ეკონომიკური და ზოგადსაკაცობრიო თვალსაზრისით. ბირთვული იარაღი იქცა არსებით პრობლემად, რომელიც გახლავთ უზარმაზარი მსოფლიო გამოწვევა

.მე20 საუკუნიდან ბირთვული იარაღის მართვის განსხვავებულ მოდელთა შექმნამ უდიდესი როლი შეასრულა მსოფლიო ერთა გეოპოლიტიკური ფუნქციური თვისებრიობის ჩამოყალიბებისა და განმტკიცების ურთულეს მართლაც ზეეპოქალურ პროცესში. ბირთვული იარაღი ხშირად გარდაიქმნება ერთდროულად მსოფლიო მართლწესრიგის შენარჩუნების ინსტრუმენტად და მსოფლიო ერებზე გეოპოლიტიკური ზემოქმედების დახვეწილ საშუალებად.

ზემოთხსენებული სახის შეიარაღება უზარმაზარ ფუნქციურ დატვირთვას იძენს თანამედროვე საკაცობრიო მართლწესრიგის როგორც სოციალურ-პოლიტიკური სტრუქტურული განსაზღვრულობის შენარჩუნების და მრავალმხრივ პროგრესირების მიმართულებით. თუმცა მსოფლიოში არსებობენ სახელმწიფოები, რომლებიც ბირთვულ იარაღს კონკრეტულ გეოსტრატეგიულ რეგიონზე ტაქტიკური ზემოქმედების განსახორციელებლად და საკუთარ პოლიტიკურ ინტერესთა პრაქტიკულად ხორცშესასხმელად აქტიურად იყენებენ.

ჩემი სტატია მკითხველს სთავაზობს ზემოაღნიშნული პრობლემის შედარებით-აქსიომატურ, ისტორიულ-გენეტიკურ და ემპირიულ-ანალიტიკურ ანალიზს-მეცნიერულ თეორიათა სიღრმისეული შესწავლის გზით. ბირთვული იარაღი გამანადგურებელი საფრთხეა, რომლის გასანეიტრალებლად საჭიროა აღნიშნული შეიარაღების გონივრული მართვის თეორეტიკულ მოდელთა შექმნა, სინქრონული განვითარება და დიაქრონული სრულქმნა. ჩემი სტატიის მიზანს წარმოადგენს ბირთვული სამართლის დოგმატური პრობლემების თვისებრივი დიფერენცირება და მსოფლიო ბირთვულ სამართალში მძლავრი ოპერირების მნიშვნელოვანი უნარის ჩამოყალიბება, რაც საწინდარია ზემოთხსენებული საკაცობრიო მნიშვნელობის გამოწვევის დასაძლევად ინტელექტუალური მუშაობის სწორი მიმართულებით

განსაზღვრისა და მსოფლმხედველობრივი იდეების დოგმატიკაში გონისმიერი ასახვის ნორმატიული მექანიზმების ზეეპოქალურ დონეზე დახვეწისა.

ბირთვული შეიარაღების შექმნისა და განვითარების ეპოპეა დაიწყო მე20 საუკუნის პირველ ნახევარში, კერძოდ, ზემოაღნიშნული იარაღის ჩამოყალიბების სათავეებთან ამერიკის შეერთებული შტატები და დიდი ბრიტანეთი იდგნენ. პირველ მსოფლიო ომში ანტანტის[4] გამარჯვებისა და ცენტრალური რკალის [5]დამარცხების შემდეგ შეიქმნა ახალი მსოფლიო გეოპოლიტიკური წესრიგი, რომლის შემოქმედად კვლავ იქცნენ დიდი ბრიტანეთი და ამერიკის შეერთებული შტატები. პირველ მსოფლიო ომში გამოიყენეს მომაკვდინებელი იარაღი-იპრატები[6], რომელიც თავდაპირველად რეალიზებულ იქნა გერმანელთა მიერ. დიდმა ბრიტანეთმა და საფრანგეთმა აღნისნული ფაქტი სამართლიანად მიიჩნიეს კაცობრიობის წინააღმდეგ მიმართულ ქმედებად და კაიზერის[7] პოლიტიკას უმკაცრესი რეაგირებით უპასუხეს.

პირველ მსოფლიო ომში კაცობრიობის ისტორიაში აღნიშნულ მოვლენამდე უპრეცედენტო მასშტაბის გამანადგურებელი იარაღი იქნა გამოყენებული მოწინააღმდეგეთა მიერ. თუმცა, ზემოთხსენებული მიზნობრიობა ძირითადად გერმანიის წამოწყება გახლდათ, რომელსაც უმკაცრესად უპასუხა მაშინდელი მსოფლიოს და თანამედროვე ეპოქის ერთ-ერთმა ყველაზე ძლევამოსილმა სახელმწიფომ -დიდმა ბრიტანეთმა.

ბრიტანელებმა და ამერიკელებმა უზარმაზარი როლი შეასრულეს პირველი მსოფლიო ომის დასრულების შემდეგ ახალი მსოფლიო წესრიგის ფორმირების ისტორიული მიზნობრიობის განსრულების მეტად კომპლექსურ პროცესში. პირველ მსოფლიო ომში დამარცხების შემდეგ დაიშალა ავტრო-უნგრეთის, რუსეთისა და ოსმალეთის იმპერიები, რაც აისახა მაშინდელი მსოფლიო გეოპოლიტიკური წესრიგის ახალ კონტურთა ჩამოყალიბების ფენომენოლოგიურ პროცესზე, მეტიც, პირველი მსოფლიო ომის შემდეგ იწყება ახალი სამართლებრივი ეტაპი, რომელიც უდიდეს როლს სძენს ევროპისა და ამერიკის შეერთებული შტატების ისტორიულ-სამართლებრივი კონტაქტების გაძლიერებასა და განმტკიცებას. პირველმა მსოფლიო ომმა კაცობრიობას აშკარად დაანახა უზარმაზარი საფრთხე, რომელიც ემუქრებოდა მსოფლიო ერებს მრავალი მიმართულებით. დაიწყო ახალი სამართლებრივი შეთანხმებებისა და პაქტების ჩამოყალიბება, რომელმაც ცხოველმყოფელი გავლენა იქონია ევროპისა და საზოგადოდ, მსოფლიოს ერთა იურიდიული მსოფლმხედველობის ჩამოყალიბებისა და ეპოქასთან შესაბამისობის ხარისხის ზრდის ურთულეს მეტად კომპლექსურ პროცესში.

[4] დიდი ბრიტანეთის გარშემო გაერთიანებული სამხედრო-პოლიტიკური ალიანსი.

[5] გერმანიის გარშემო გაერთიანებული სამხედრო კავშირი.

[6] აირის იარაღი, რომელიც ყველაზე მასშტაბურად გამოიყენეს იპრის ბრძოლაში.

[7] იმპერატორი.

ზემოთხსენებული პრობლემის-მასშტაბური სამხედრო კონფლიქტის თავიდან ასაცილებლად შეიქმნა ერთა ლიგა, რომელმაც გააერთიანა მრავალი სახელმწიფო-დიდი ბრიტანეთის პოლიტიკური აზრისმიერი და ნეოევროპული იდეების სისტემატიზების გზით. მე-20 საუკუნის 20-იან წლებში დაიწყო ახალი იმპერიების ფორმირება, რომლებმაც ერთ-ერთ უპირველეს მიზნად დაისახეს კულტურული, პოლიტიკური და სამართლებრივი იდეების გავრცელების გზით ახალ გეოპოლიტიკურ წესრიგში სათანადო ადგილის დაკავება.

ზემოთხსენებულ მოსაზრებათა არგუმენტირების ხარისხის ასამაღლებლად მიზანშეწონილად მივიჩნევთ კონკრეტულ ფაქტთა დასახელებას-კერძოდ, ევროპაში გაძლიერებას იწყებს ბენიტო მუსოლინის [8]იტალია, ასევე მეფის რუსეთის იმპერიის მემკვიდრე საბჭოთა კავშირი ხოლო აზიაში მეიძის[9] რეფორმების შემდეგ უაღრესად განვითარებულ სახელმწიფოდ გარდაქმნილი იაპონია.განვიხილოთ თითოეული სახელმწიფოს იდეოლოგია სამართლებრივ-ფილოსოფიური თვალსაზრისით. იტალიაში ზემოთხსენებული ლიდერი ქმნის ახალ ავტორიტარულ პოლიტიკურ იდეოლოგიას-ფაშიზმს, რომელიც გულიხმობდა ძველი რომის დიდების აღდგენას, პოლიტიკური სამართლებრივი და ეკონომიკური თვალსაზრისით. იტალიელი ფაშისტები მიზანშეწონილად თვლიდნენ საზოგადოების კონტროლს და სახელმწიფოს ავტოკრატიულ მართვას, რაც განპირობებული გახლდათ იდეოლოგიური საფუძვლებით.

იტალიელმა ფაშისტებმა შექმნეს სკუადრე[10], ბალილა[11] და სხვა რადიკალური ორგანიზაციები. მუსოლინი წარმოადგენდა ევროპაში ავტორიტარული იდეოლოგიის ერთ-ერთ უპირველეს მესაძირკვლეს, რომელმაც უზარმაზარი როლი შეასრულა იტალიასა და საზოგადოდ ევროპაში ავტორიტარიზმის განმტკიცების მეტად ნეგატიურ პროცესში. ბენიტო მუსოლინის შემდეგ ყურადღება მივაპყროთ საბჭოთა კავშირს, რომელიც ვლადიმერ ლენინის [12]იდეების მიხედვით შექმნილ ტოტალიტარულ სახელმწიფოს წარმოადგენდა. ლენინი თავს თვლიდა მარქსიზმის მემკვიდრედ და უპირველეს მიზნად ისახავდა მარქსისა[13] და ენგელსის[14] თეორიების განხორციელებას.ლენინის გარდაცვალების შემდეგ საბჭოთა კავშირში კიდევ უფრო

[8] ფაშისტური იტალიის ლიდერი.

[9] იაპონიის იმპერატორი დიდი რეფორმატორი.

[10] გასამხედროებულ დაჯგუფება იტალიაში.

[11] იდეოლოგიური დაჯგუფება ფაშისტურ იტალიაში.

[12] რუსეთის ბოლშევიკური რევოლუციის ლიდერი.

[13] დიდი ევროპელი თეორეტიკოსი.

[14] დიდი ევროპელი თეორეტიკოსი.

მეტად განმტკიცდა საზოგადოების ტოტალური კონტროლის იდეა, რაც განხორციელდა კიდეც.

ბოლშევიკებმა დაიწყეს იარაღის მასიური წარმოება და მთავარ მიზნად დაისახეს იდეოლოგიური სისტემის სამართლებრივი მიმართულების მკაცრ დოგმებში მოქცევა, რაც გარდაიქმნა 1936 წლის საბჭოთა კავშირის კონსტიტუციის მიღების მიზნობრივ საწყისად.ბოლშევიკები ქმნიან ცენტრალიზებული ეკონომიკის მოდელს, რომელსაც მხარს უჭერს საბჭოთა იურისპრუდენცია სრული თეორეტიკული და პრაქტიკული პოტენციალით. ბოლშევიკებმა სცადეს მსოფლიო სამართლის ბრიტანულ მოდელის კომპონენტების გამოყენება, თუმცა ტოტალიტარულ იმპერიაში დემოკრატიის ევროპული მოდელის ერთ-ერთი უპირველესი ავტორის დიდი ბრიტანეთის სოციალურ-პოლიტიკური და მით უმეტეს იურიდიული იდეოლოგიის პროგრესული იდეების იმპლემენტირება[15] ვერ მოხერხდა.

საბჭოთა კავშირმა მეტად სწრაფად განავითარა სამხედრო მრეწველობა და დაიწყო ტოტალიტარული იურიდიული სისტემის შექმნა, რაც აისახა საბჭოეთის იურისპრუდენციის მსოფლიო სამართალთან კავშირის ხარისხობრივ მაჩვენებელთა იერარქიაზე.საბჭოთა კავშირის შემდეგ 1933 წელს შექმნილ ნაცისტურ იმპერიასაც მივაპყროთ ყურადღება-ნაციზმი წარმოადგენს ადოლფ ჰიტლერის [16]მიერ შექმნილ ყველაზე რადიკალურ პოლიტიკურ იდეოლოგიას, რომელმაც გამანადგურებელი შედეგები გამოიღო ევროპული და საზოგადოდ საკაცობრიო თვალსაზრისით. გერმანელმა ნაცისტებმა დაიწყეს საზოგადოების ტოტალური კონტროლი და გააძლიერეს სამხედრო წარმოება.

მეტიც, ნაცისტები ჯერ კიდევ 1944 წელს ცდილობდნენ ატომური ბომბის შექმნას, თუმცა ოპენჰაიმერის[17] ამერიკის შეერთებულ შტატებში გაქცევამ აღნიშნული მიზანი დაასამარა. პირველი ატომური იარაღი შეიქმნა ამერიკის შეერთებულ შტატებში ზემოთხსენებული მეცნიერის მიერ. ამერიკელებმა და ბრიტანელებმა დაიწყეს აღნიშნული იარაღის გონივრული მართვის კონცეპტუალურ ხედვათა ჩამოსაყალიბებლად აქტიური იურიდიულ-დოგმატური და სისტემურ-მსოფლმხედველობრივი მუშაობა. ამერიკელებმა ატომური ბომბი გამოიყენეს იაპონიაში ჰიროსიმასა[18] და ნაგასაკიში[19] 1945 წლის აგვისტოში. დასავლელ მეცნიერთა დიდი ნაწილის აზრით აღნიშნულმა მოვლენამ მიუხედავად ასობით ათასი ადამიანის დაღუპვისა დააჩქარა იაპონიაში ჰიროჰიტოს[20]

[15] ჩანერგვა.

[16] ნაცისტური გერმანიის ლიდერი.

[17] დიდი ევროპელი ფიზიკოსი.

[18] იაპონიის ქალაქი.

[19] იაპონიის ქალაქი.

[20] იაპონიის იმპერატორი მეორე მსოფლიო ომისას.

ხელისუფლების დამხობა და მეორე მსოფლიო ომის დასრულება.1945 წელს ნიურნბერგის პროცესზე ნაცისტ დამნაშავეთა გასამართლებისას დადგინდა შემდეგი ფაქტი-ნაცისტები ემზადებოდნენ ჯერ კიდევ 30იანი წლებიდან ატომური ბომბის შესაქმნელად და ზემოაღნიშნული იარაღის მშვიდობიანი მოსახლეობის წინააღმდეგ გამოსაყენებლად. მეორე მსოფლიო ომში ნაციზმის განადგურების შემდეგ დასავლეთმა დიდი ბრიტანეთისა და ამერიკის შეერთებული შტატების ხელმძღვანელობით დაიწყო ბირთვული სამართლის დოგმატიკის ჩამოყალიბება და განვითარება, რაც აისახა მსოფლიო ბირთვულ კონვენციასა და საერთაშორისო სამართლებრივ შეთანხმებებში მრავალი მიმართულებით.

ზემოაღნიშნულ მოსაზრებათა არგუმენტირების ხარისხის ასამაღლებლად მიზანშეწონილად მივიჩნევთ ბირთვული სამართლის დოგმატური პრობლემების კვლევას.მაგალითად, განვიხილოთ სებასტიან რეისმისა და მარკ ტეტლეის [21]სტატია, რომელშიც განხილულია ბირთვული რისკისგან დაზღვევის პრობლემატიკა-კერძოდ, ზემოთხსენებულ ავტორთა აზრით, ბირთვული სამართლის კანონმდებლობა მოითხოვს მხოლოდ გონივრული პირისთვის მოსალოდნელი ფაქტების გამჟღავნებას, რაც აისახება ცივილისტურ საკანონმდებლო სისტემებზეც. ზემოთხსენებულ მოსაზრებას ნაწილობრივ ვიზიარებ-აღნიშნული აზრი შეესაბამება კონკრეტულ სადაზღვევო შემთხვევას საერთაშორისო კერძო სამართლის ან ეროვნული ცივილისტური კანონმდებლობის მიხედვით-ბირთვული სამართალი არ ეხება მხოლოდ შეიარაღებას, აღნიშნული დარგი მოქმედებს სამედიცინო სფეროშიც-განსაკუთრებით კი რადიოლოგიის[22] მიმართულებით.

მედიცინის სისტემურ სივრცეში რეიმსისა და ტეტლეის აღნიშნული თეორეტიკული მოსაზრება ნამდვილად ქმედითობის მაღალი ხარისხით ხასიათდება, თუმცა ზემოთხსენებულ შემთხვევაში თვისებრივი დიფერენცირება სასიცოცხლო აუცილებლობას წარმოადგენს, ვინაიდან, დაუშვებელია სამედიცინო ატომური სფეროსა და ბირთვული შეიარაღების მართვის იდენტურობის დასაბუთება. სამედიცინო თვალსაზრისით აღნიშნული თეორეტიკული მიდგომა სრულიად სწორ ნაბიჯს წარმოადგენს, თუმცა ზემოთხსენებული თეორეტიკული მოდელის ბირთვული სამართლის ყველა მიმართულებაზე გავრცელება არასწორ სტრატეგიად მიმაჩნია როგორც დოგმატური, ასევე მსოფლმხედველობრივი თვალსაზრისით. ბირთვული სამართალი გარკვეულ არსებით მდგრად ბმებს წარმოშობს იურისპრუდენციის სხვადასხვა მიმართულებებთან, რაც გამოიხატება იურიდიული დოგმატიკის ფსიქოსომენური[23] ანალიზით-კერძოდ, ხშირად კონკრეტული სამართლებრივი დისციპლინა მოითხოვს თეორეტიკულ განვრცობას, ხოლო მეორე შემთხვევაში თვისებრივ კონკრეტიზებას-შესაბამისად რეიმსისა და ტეტლეის ზემოაღნიშნული

[21] სებასტიან რეიმსი მარკ ტეტლეი ბირთვული რისკისგან დაზღვევა 2022 გვ.2

[22] მედიცინის მიმართულება.

[23] ზეფსიქოგენური.

სტატია წარმოადგენს მნიშვნელოვან მეცნიერულ შენაძენს ვიწრო იურიდიული დოგმატური ურთიერთობის მოწესრიგების და არა საერთაშორისო მართლწესრიგის ნორმატიულ სისტემებზე განვრცობის თვისებრივი ნოვატორული იდეების განვითარების მიმართულებით.

ზემოაღნიშნულმა ავტორებმა დაგვანახეს მძლავრი პრობლემა, რომელიც დექნირული ანუ კონკრეტული ხასიათისაა და ნამდვილად არ ვრცელდება ბირთვული სამართლის როგორც საერთაშორისო მართლწესრიგის კონცეპტუალურ პრინციპებზე. რეიმსი და ტეტლეი ქმნიან კონკრეტულ თეორეტიკულ ამოცანას და არა განზოგადებულ იდეურ-საგნობრივ მატრიცას, რომელიც ვრცელდება ბირთვული სამართლის ქვედარგობრივ კატეგორიებზე.

ამჟამად კი განვიხილოთ მესამე მეცნიერის პატრიკ რეინერის [24]შეხედულებები, რომელსაც აყალიბებს სტატიაში სახელწოდებით ბირთვული სამართლის საერთაშორისო სკოლის ისტორია.

ავტორი მომოიხილავს მეტად საინტერესო პასაჟს ჩერნობილის ავარიის შემდგომ მოვლენებთან დაკავშირებით, კერძოდ,1990იან წლებშ ბირთვული ენერგია ვარდნის პროცესში იმყოფებოდა, რაც განაპირობა, ბირთვულ ორგანიზაციებში კვალიფიციური პერსონალის გარდაუვალმა დაბერებამ,რაც დიდ შეშფოთებას იწვევდა დანადგარების უსაფრთხოებაზე აღნიშნული ფაქტის საბოლოო გავლენასთან დაკავშირებით.

ავტორის აზრით მნიშვნელოვანი პრობლემა შეიქმნა თვით ბირთვულ სამართალში სპეციალიზებული იურისტების თაობის ჩანაცვლებასთან დაკავშირებით.აღნიშნული თეორეტიკული მოსაზრება დასტურდება ისტორიული და იურიდიულ-დოგმატური კვლევების მრავალმხრივ გააქტიურების გზით.

პატრიკ რეინერი ახორციელებს მეოცე საუკუნის ბოლოს წამოჭრილი უმძლავრესი თეორიული პრობლემის სიღრმისეულ ანალიზს, რაც აისახება ნაშრომის თეორიულ აგებულებასა და ემპირიული ანალიზის თვისებრივ შედეგებზე. პატრიკ რეინერი როგორც მნიშვნელოვანი მეცნიერი სწორ აქცენტირებას ახორციელებს პრობლემების მიზეზობრიობაა და აგრენულ[25] ფუნქციურ აგებულებაზე.

პატრიკ რეინერის აღნიშნულმა მოსაზრებამ უდიდესი ზეგავლენა იქონია ბირთვული სამართლის კვლევის ინოვაციური მეტასტრანული[26] მეთოდიკის ჩამოყალიბების პროცესზე.რეინერმა აღასრულა უდიდესი თეორეტიკული მისია ბირთვული სამართლის დოგმატური პრობლემების ინოვაციური შემეცნების მიმართულებით.

[24] პატრიკ რეინერი ბირთვული სამართლის საერთაშორისო სკოლის ისტორია 2022 გვ3.

[25] აზრისმიერ.

[26] ზეაზრობრივი.

რეინერმა ყურადღება გაამახვილა ბირთვული სამართლის შესახებ ცოდნის გადაცემის ობიექტური ხერხების ჩამოყალიბებასთან დაკავშირებული ისტორიული მიზნობრობის განხორციელების პროცესზე.

ბირთვული სამართლის კვლევა მოითხოვს პრონედიკურ[27] და ასტრემონიულ[28] აზროვნებას, კერძოდ, ზემოთხსენებული იურიდიული დისციპლინა პირდაპირ კავშირს ავლენს ისტორიულ-ფილოსოფიური აზროვნების მმართველ კანონზომიერებებთან, რაც ასახვას ჰპოვებს იურიდიული დოგმატიკის პრობლემათა ანალიზის ორიგინალური მეთოდიკის შექმნის უზოგადეს პროცესთა ღირებულებით-მსოფლმხედველობრივი საწყისების შემეცნების ფენომენოლოგიურ სისტემებზე. ზემოთხსენებულ მოსაზრებათა არგუმენტირების ხარისხის ასამაღლებლად მიზანშეწონილად მივიჩნევთ მეოთხე ავტორიტეტული მეცნიერის-კვენტინ მიჩელის სამეცნიერო შეხედულებათა ანალიზს-კერძოდ,კვენტინ მიჩელი [29]საკუთარ სტატიაში-საერთაშორისო ბირთვული ვაჭრობის კონტროლი და ბირთვული იარაღის გაუვრცელებლობა-ავითარებს მეტად საინტერესო და უაღრესად მნიშვნელოვან შეხედულებას ბირთვული იარაღით ვაჭრობის კონტროლის შესახებ, კერძოდ,ბირთვული იარაღით ვაჭრობის კონტროლის შესახებ არაფორმალურ ინსტრუმენტთა მზარდი რაოდენობა ცალსახა დადებით შეფასებას იმსახურებს.

ავტორის აზრით საჭირო გახლდათ ბირთვული სამართლის აღნიშნული პრობლემის მაქსიმალური იდენტიფიცირება და ე.წ ,მასალის'მნიშვნელობის განმარტება.ავტორის აზრს მეტწილად ვეთანხმებით, თუმცა მიზანშეწონილად მივიჩნევთ ბირთვული მასალის არაბირთვულ სახელმწიფოებში ექსპორტის მძლავრი მაკონტროლებელი მექანიზმის შექმნას, რაც გაამარტივებს ბირთვული სამართლის მოქმედებას მრავალი მიმართულებით.მაგალითად, დიდმა ბრიტანეთმა და ამერიკის შეერთებულმა შტატებმა უზარმაზარი როლი შეასრულეს საერთაშორისო ბირთვული შეთანხმებების ჩამოყალიბებისა და მრავალმხრივ განმტკიცების ურთულეს პროცესში.

ბირთვული სამართლის ქმედითობის შეფასების სამი სქემა არსებობს-1-ბრიტანული მოდელი, რომლის თანახმად ბირთვული იარაღის ფლობა სამხედრო-პოლიტიკურ დისტრომაციასთან[30] ერთად სამართლებრივ ვალდებულებათა წარმოშობის მათემატიკურ მატრიცას გვთავაზობს,2-ამერიკული მოდელი, რომლის მიხედვით ბირთვული იარაღი წარმოადგენს საერთაშორისო მართლწესრიგის შენარჩუნების

[27] დოგმატურ.

[28] ფაქტოლოგიურ.

[29] კვენტინ მიჩელი-საერთაშორისო ბირთვული ვაჭრობის კონტროლი და ბირტვული იარაღის გაუვრცელებლობა 2023 გვ1.

[30] უპირატესობა.

ინსტრუმენტს დ საბჭოური მიდგომა-ბირთვული იარაღი როგორც გეოპოლიტიკური ინტერესების განხორციელების უმძლავრესი საშუალება.

ზემოთხსენებულ თეორეტიკულ მოდელთაგან აზროვნების სიღრმით გამოირჩევიან ბრიტანული და ამერიკული სისტემები. ბირთვული სამართლის დოგმატიკური პრობლემების კვლევისას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ისტორიოსოფიური [31]წანამძღვრებისა და პრაგმა-დოქტრინალური მიდგომების მეცნიერულ ანალიზს-სამართლებრივი აზროვნების ისტორია წარმოადგენს ბირთვული სამართლის შემეცნების თეორეტიკულ პლაცდარმს, რომლის სწორად გამოყენება ზემოთხსენებული დარგის დოგმატური გამოწვევების დასაზღვევად ბრძოლისას უდიდეს თეორეტიკულ და პრაქტიკულ დახმარებას გაგვიწევს.

ამჟამად კი ყურადღება მივაპყროთ რომანულ-გერმანული და ანგლო-საქსური დოქტრინების მიგნებებს აღნიშნული თვალსაზრისით.ზემოთხსენებული მიმართულებით საუკეთესო მიღწევები აქვთ ბრიტანელებს და ამერიკელებს, როგორც ბირთვული პოტენციალის მფლობელ ზესახელმწიფოებს-კერძოდ, ზემოაღნიშნული ქვეყნები ბირთვულ იარაღს თვლიან საერთაშორისო მართლწესრიგის შენარჩუნების და მსოფლიო გეოპოლიტიკური ველის სამხედრო-პოლიტიკური და იდეოლოგიური ბალანსირების უმნიშვნელოვანეს ინსტრუმენტად.ბრიტანელი და ამერიკელი იურისტები უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებენ დოგმატიკურ წონასწორობას, რომლის საფუძველი მსოფლმხედველობრივი ბალანსირების ფსიქოსტრატიული[32] მოდელირებაა. ბრიტანელთაგან და ამერიკელთაგან გარკვეულწილად განსხვავებული აზრი აქვთ გერმანელებს, რომლებიც ბირთვულ იარაღს მიიჩნევენ ზოგადსაკაცობრიო მნიშვნელობის საფრთხედ, რომელიც უზარმაზარ როლს ასრულებს დესტრუქციის გენერირების მიმართულებით.საინტერესო შეხედულებებს ავითარებენ ჩინელები, რომლებიც ბირთვულ სამართალს თვლიან ფილოსოფიურ სისტემად, რომელიც აგენორსულ[33] ელემენტთაგან შესდგება და უპირველეს მიზნად ისახავს კაცობრიობის დაცვას ექსტრემიზმისგან.

ზემოთხსენებულ თეორეტიკულ მოდელთაგან უპირატესობა უნდა მიენიჭოს ანგლო-ამერიკულ სისტემას, რომელმაც განუზომელი როლი შეასრულა მსოფლიო ბირთვული სამართლის ჩამოყალიბებისა და განვითარების ურთულეს პროცესში.ბირთვული სამართლის დოგმატიკურ პრობლემათა ანალიზისას უზარმაზარი მნიშვნელობა ენიჭება ემპირიული ფაქტოლოგიისა და სისტემურ-მსოფლმხედველობრივი იდეების ურთიერთბალანსირებას, რაც დასტურდება ისტორიოსოფიური[34] და

[31] ისტორიულ-ფილოსოფიური.

[32] ზეფსიქონომიური.

[33] ზეაზრობრივ.

[34] ისტორიულ-ფილოსოფიური.

სინსონორმატივისტური[35] კვლევების გააქტიურების გზით. ბირთვული სამართალი წარმოადგენს საკაცობრიო დილემათა ამოხსნის ერთ-ერთ კონცეპტუალურ სისტემას, რომელიც ეფუძნება დოგმების ანალიტიკურ განსჯასა და შედარებით-აქსიომატურ მსჯელობებს.

ზემოაღნიშნული სამართლებრივი დისციპლინა უდიდეს ფუნქციურ დატვირთვას იძენს მსოფლიოს ერთა მრავალმხრივ განვითარების ზეეპოქალურ პროცესში. ბირთვული სამართლის დოგმატიკა და ფილოსოფიური გენერიზი [36]ხშირად გამიჯვნას საჭიროებს, კერძოდ, ბირთვული სამართლის სპეციალისტები იყენებენ კომპარატივისტიკასა[37] და სისტემურ ანალიზს, რაც განპირობებულია სოციალურ-პოლიტიკური და ფსიქოგენეტიკური აზროვნების მასშტაბის გაზრდის სასიცოცხლო აუცილებლობის წარმოშობით. ბირთვული სამართლის თანამედროვე მსოფლიო მეცნიერული სკოლა დინამიურად ვითარდება და განსაზღვრავს მსოფლიო მართლწესრიგის განსამტკიცებლად იდეური ბრძოლის ორიენტირს.

დასკვნა

ბირთვული სამართალი წარმოადგენს უნიკალურ სამეცნიერო მიმართულებას, რომელიც უზარმაზარ როლს ასრულებს საერთაშორისო მართლწესრიგის დაცვისა და შენარჩუნების ლეგიტიმური მიზნის განხორციელებასთან დაკავშირებული დოგმატური ამოცანის ამოხსნის ურთულეს პროცესში. ბირთვული სამართალი სავსებით შესაძლებელია სამართლებრივი მსოფლმხედველობისა და იურიდიული დოგმატიზმის მდგრად არსებით ბმად მივიჩნიოთ. ზემოთხსენებული იურიდიული დისციპლინა მეტად დიდ აქტუალობას იძენს თანამედროვე ეპოქაშიც, ვინაიდან, ექსტრემისტული დაჯგუფებები ცდილობენ მსოფლიო მართლწესრიგის არამართლზომიერ კორექტირებას-ძალადობრივი მეთოდიკის გამოყენების გზით. გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას- ბირთვული სამართალი ზოგადსაკაცობრიო პრობლემატიკაზე ფოკუსირებული აკადემიური მიმართულებაა, რომელიც უზარმაზარ ფუნქციას ითავსებს საერთაშორისო მშვიდობისა და უსაფრთხოების დაცვისა და განმტკიცების მეტად კომპლექსურ პროცესში.

თავისუფლად შეიძლება ითქვას-თანამედროვე მსოფლიოს სასიცოცხლოდ სჭირდება ბირთვული სამართლის განვითარება, ვინაიდან, ზემოთხსენებული დარგი აკავშირებს ისტორიულ სიბრძნეს, აკადემიურ უნარებსა და კომპლექსურ ცოდნას, რომელთა სისტემატიზება უზარმზარ ფუნქციას ითავსებს საერთაშორისო მართლწესრიგის ბარბაროსულ ძალათა შემოტევებისგან დაცვის დიადი მისიის ისტორიულ-ფილოსოფიური თვალსზრისით განვითარების ზეეპოქალურ პროცესში.

[35] ზენორმატივისტური.

[36] პრე-აზრობრივი.

[37] შედარებითი აგნესორული მეცნიერება.

პირადად, ჩემი აზრით, ბირთვული სამართალი პრაგმა-დოქტრინალური სისტემაა, რომელიც უძლებს დროს ვითარდება ზესივრცული კანონზომიერებების პრაქტიცირების გზით.გადაუჭარბებლად შეიძლება ითქვას- ბირთვული სამართალი დროსა და სივრცეზე აღმატებული მეცნიერებაა, რომელიც უზომოდ მნიშვნელოვან და მეტად საინტერესო როლს ასრულებს სამართლებრივი უსაფრთხოების დაცვისა და განმტკიცების ისტორიულ-ფილოსოფიური მისიის აღსრულებასთან დაკავშირებული კომპლექსური მიზნობრიობის შესაბამისი ხარისხით განხორციელების ურთულეს პროცესში.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Sebastian Reims, Mark Tetley-Nuclear Risk Insurance 2022 p2
2. Patrick Reiner-History of the School of International Nuclear Law 2022 p3.
3. Quentin Mitchell-Control of International Nuclear Trade: A Difficult Balance Between Trade Development and Nuclear Non-Proliferation.
4. Maryam Tsatsanashvili-General History of State and Law-2010 p45-78
5. Merab Turava-Fundamentals of International Criminal Law 2012

The importance of prudent management of nuclear weapons in terms of maintaining international order

Leonid-Luka Kazanji

leonidluka.kazanji@gmail.com

Abstract

Nuclear law is a very important academic direction that plays a major role in the metaphysical process of objective cognition of modern geopolitical processes from an analytical point of view. The above-mentioned scientific field attaches great importance to the synchronic-diachronic connection of legal thinking and mathematical philosophy. In particular, the purpose of this article is to propose an original model of nuclear law - we create a cryptomathematical script that includes numerical, philosophical bonds and digital-deontic thought realities. Cryptomathematical script combines ideological-subjective structural determinations formulated in numerical metaphysics and legal worldview thoughts. The above-mentioned type of writing in the process of understanding nuclear law is of decisive importance in determining the ideological tasks of mathematical philosophy in the right direction, which facilitates the objective analysis of nuclear weapons as an instrument for protecting the world geopolitical order. Cryptomathematical writing reveals an extremely important connection with the philosophical

regularities governing world law and logical thinking, which is confirmed by the encryption of legal-worldview ideas. Cryptomathematical writing also includes the stable essential bonds of the number as the beginning of numerical metaphysics and philosophical thought as the backbone of jurisprudence, which is confirmed by the multifaceted activation of historical-philosophical and logical research. Cryptomathematical writing is a bridge between mathematics as the subject structure of nuclear weapons and law as a source of normative regulation. In addition to cryptomathematical writing, we attach great importance to the psycholegotronic dimension, which includes the conceptual qualitative links between the governing laws of legal thought and logical ideas, which is confirmed by overcoming the scientific challenge arising in connection with the multifaceted activation of historical-genetic research in a completely objective way. The psycholegotronic dimension includes a qualitative model of the interaction of international relations and legal ideas, which is the basis of world order.

Keywords: Nuclear Law, Cryptomathematical alphabet, Psycholegotronic dimension

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.09

მწვავე ინფექციური მიოკარდიტის კლინიკური შემთხვევა 28 წლის მამაკაცში

ანზორ გოგიბერიძე[1] [2], ჯულიეტა ლელაძე[2], ირაკლი გოგოლაძე[2], ნათია ნაროუშვილი[2], სოფიო ბაბუციძე[2], მარინა ფაილოძე[1], მანანა არაბული-ჭლიკაძე[1], ანა ბეჭვაია[2], ანა ბაბუციძე[2], ქეთევან ჯანგველაძე[1]

[1]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ადამიანის ნორმალური ანატომიის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო; [2]გლობალმედის საუნივერსიტეტო კლინიკა, შინაგანი მედიცინის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო

ანოტაცია

მიოკარდიტი წარმოადგენს მიოკარდიუმის ანთებით დაავადებას, რომელიც უმეტეს შემთხვევაში ინფექციური ეტიოლოგიისაა. წარმოდგენილია 28 წლის მამაკაცის კლინიკური შემთხვევა, რომელმაც კლინიკას მიმართა ტკივილით გულმკერდის არეში, ქოშინით, საერთო სისუსტითა და ცხელებით. რამდენიმე დღით ადრე გადატანილი ჰქონდა შუა ოტიტი. ლაბორატორიულად გამოვლინდა ტროპონინისა და ანთებითი მარკერების მატება. მწვავე კორონარული სინდრომის გამოსარიცხად ჩატარდა კორონაროგრაფია, რომელმაც აჩვენა ინტაქტური კორონარული არტერიები. გულის MRI კვლევამ დაადასტურა მიოკარდიუმის შეშუპება და გადოლინიუმის სუბეპიკარდიული დაგროვება, რაც შეესაბამებოდა მწვავე მიოკარდიტს. მკურნალობის ფონზე პაციენტის მდგომარეობა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა, გართულებებს ადგილი არ ჰქონია.

საკვანძო სიტყვები: მიოკარდიტი; გულის MRI; ტროპონინი; გადოლინიუმი; მწვავე კორონარული სინდრომი.

შესავალი

ეპიდემიოლოგია

მიოკარდიტი წარმოადგენს მიოკარდიუმისს ანთებით დაავადებას, რომელიც კლინიკური გამოვლინების ფართო სპექტრით ხასიათდება — უსიმპტომო მიმდინარეობიდან ფატალურ არითმიებამდე, მწვავე გულის უკმარისობასა და უეცარ კარდიულ სიკვდილამდე. დაავადება განსაკუთრებით ხშირად გვხვდება ახალგაზრდა ასაკის პაციენტებში და ითვლება გულის ფუნქციის მოულოდნელი დარღვევის ერთ-ერთ

ყველაზე მნიშვნელოვან მიზეზად (1,2). სხვადასხვა ეპიდემიოლოგიური კვლევის მიხედვით, მიოკარდიტის წლიური სიხშირე შეადგენს დაახლოებით 10–20 შემთხვევას 100 000 მოსახლეზე, თუმცა რეალური გავრცელება, სავარაუდოდ, უფრო მაღალია, რადგან მსუბუქი ფორმები ხშირად დაუდგენელი რჩებან (3,4). ახალგაზრდა პაციენტებში იგი წარმოადგენს დილატაციური კარდიომიოპათიის ერთ-ერთ ძირითად ეტიოლოგიურ ფაქტორს (5,6).

ეტიოლოგია

მიოკარდიტის განვითარებას მრავალი ფაქტორი განაპირობებს. განვითარებულ ქვეყნებში ყველაზე ხშირ მიზეზს ვირუსული ინფექციები წარმოადგენს, მათ შორის Coxsackie B ვირუსი, ადენოვირუსი, პარვოვირუსი B19, ადამიანის ჰერპესვირუსი 6 (HHV-6), ეპშტეინ-ბარის ვირუსი (EBV), ციტომეგალოვირუსი (CMV), გრიპის ვირუსები და SARS-CoV-2 (7). გარდა ვირუსული ეტიოლოგიისა, დაავადება შეიძლება გამოწვეული იყოს ბაქტერიული, პარაზიტული და სოკოვანი ინფექციებით, ასევე აუტოიმუნური დაავადებებით, ტოქსინებით, ჰიპერმგრძნობელობის რეაქციებითა და მედიკამენტებით (8-10). მიუხედავად ამისა, პაციენტების ნაწილში ზუსტი გამომწვევი მიზეზის დადგენა ვერ ხერხდება (იდიოპათიური მიოკარდიტი).

პათოფიზიოლოგია

მიოკარდიტის პათოგენეზი მრავალსაფეხურიან პროცესს წარმოადგენს. საწყის ეტაპზე ინფექციური აგენტი ან სხვა დამაზიანებელი ფაქტორი იწვევს კარდიომიოციტების პირდაპირ დაზიანებას და თანდაყოლილი იმუნური პასუხის აქტივაციას (11-13). შემდგომ ვითარდება ადაპტაციური იმუნური რეაქცია, რომელიც მიზნად ისახავს გამომწვევი აგენტის ელიმინაციას, თუმცა რიგ შემთხვევებში ანთებითი პროცესი გრძელდება და აუტოიმუნურ ხასიათს იძენს. ქრონიკული ანთება განაპირობებს მიოკარდიუმის რემოდელირებას, ფიბროზის განვითარებას, მარცხენა პარკუჭის ფუნქციის გაუარესებასა და დილატაციური კარდიომიოპათიის ჩამოყალიბებას. სწორედ ანთებითი ინფილტრაცია, ინტერსტიციული შეშუპება და ფიბროზი განსაზღვრავს დაავადების კლინიკურ გამოვლინებებსა და პროგნოზს (14,15).

ESC-ის რეკომენდაციები

კარდიოლოგიის ევროპული საზოგადოების (European Society of Cardiology – ESC) რეკომენდაციების თანახმად, მიოკარდიტზე ეჭვი უნდა მიიტანონ იმ პაციენტებში, რომლებსაც ახლახან გადატანილი ინფექციის ფონზე უვითარდებათ ტკივილი გულმკერდის არეში, ქოშინი, არითმიები ან გულის უკმარისობის ნიშნები,

განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც აღინიშნება ტროპონინის მატება და ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებები (16,17,18). დიაგნოსტიკური ალგორითმი მოიცავს ელექტროკარდიოგრაფიას, ექოკარდიოგრაფიას, გულის ბიომარკერების განსაზღვრას და გულის მაგნიტურ-რეზონანსულ ტომოგრაფიას (Cardiac MRI), რომელიც ამჟამად არაინვაზიური დიაგნოსტიკის ოქროს სტანდარტად მიიჩნევა (19). Cardiac MRI-ის შეფასება ეფუძნება განახლებულ Lake Louise-ის კრიტერიუმებს, რომელიც მოიცავს T1 და T2 სიგნალების მონიშვნას, მიოკარდიუმისს შეშუპების შეფასებასა და გვიანი გადოლინიუმის დაგროვების გამოვლენას. ენდომიოკარდიული ბიოფსია რეკომენდებულია მხოლოდ შერჩეულ შემთხვევებში, როდესაც დიაგნოზი გაურკვეველია ან მოსალოდნელია, რომ ბიოფსიის შედეგი გავლენას მოახდენს მკურნალობის ტაქტიკაზე (20,21,22).

კლინიკური შემთხვევის განხილვა

28 წლის მამაკაცი გადაუდებელი დახმარების განყოფილებაში შემოვიდა გულმკერდში ინტენსიური ტკივილის, საერთო სისუსტისა და გულის ფრიალის შეგრძნებით. ანამნეზიდან გაირკვა, რომ სიმპტომების განვითარებამდე რამდენიმე დღით ადრე აღენიშნებოდა ვირუსული ინფექციისათვის დამახასიათებელი ჩივილები, რის შემდეგაც განვითარდა მწვავე, ხანგრძლივი რეტროსტერნალური ტკივილი, რომელიც არ იყო დაკავშირებული ფიზიკურ დატვირთვასთან. პაციენტს არ ჰქონდა გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების, არტერიული ჰიპერტენზიის, შაქრიანი დიაბეტის ან დისლიპიდემიის მნიშვნელოვანი ანამნეზი. ასევე არ გახლდათ თამბაქოს აქტიური მომხმარებელი და ოჯახური ანამნეზი გულ-სისხლძარღვთა დაავადებებით არ იყო დატვირთული.

კლინიკური სურათისა და მიოკარდიუმის დაზიანების ბიომარკერების მომატების გამო თავდაპირველად ეჭვი მიტანილი იქნა მწვავე კორონარულ სინდრომზე და პაციენტი ჰოსპიტალიზებული იქნა გლობალმედის საუნივერსიტეტო კლინიკის შინაგანი მედიცინის დეპარტამენტში, კარდიოლოგიის ინტენსიურ პალატაში.

ჰოსპიტალიზაციისას პაციენტის ზოგადი მდგომარეობა იყო საშუალო სიმძიმის. ცნობიერება შენარჩუნებული, იყო კონტაქტური და ადეკვატური. ჰემოდინამიკური მაჩვენებლები სტაბილური, კანის საფარველი და ხილული ლორწოვანი გარსები ვარდისფერი, პერიფერიული შეშუპება არ აღენიშნებოდა.

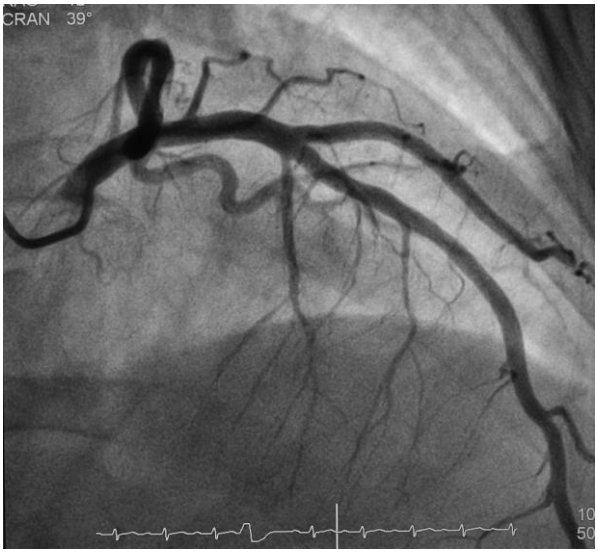
გულის აუსკულტაციით ტონები რითმული, დამატებითი ტონები და ხმიანობები არ ისმოდა. ფილტვების აუსკულტაციით ვეზიკულური სუნთქვა. ჰოსპიტალიზაციის პერიოდში გულის უკმარისობის კლინიკური ნიშნები არ განვითარებულა.

ელექტროკარდიოგრამაზე დაფიქსირდა სინუსური რითმი, გულისცემის სიხშირით 81. გამოვლინდა T კბილის არასპეციფიკური ცვლილებები III და aVF განხრებში. ST სეგმენტის კლინიკურად მნიშვნელოვანი ელევაცია ან დეპრესია არ აღინიშნებოდა. ზემოთ ხსენებული ცვლილებები არ იყო სპეციფიკური მწვავე კორონარული სინდრომისთვის, თუმცა შეესაბამებოდა მიოკარდიუმის ანთებითი დაზიანების შესაძლო ელექტროკარდიოგრაფიულ გამოვლინებებს.

მიოკარდიუმის დაზიანების ბიომარკერი – **ტროპონინ I** – მნიშვნელოვნად მომატებული იყო (**7.26**), რაც ადასტურებდა მიოკარდიუმის მწვავე დაზიანებას. კოაგულოგრამაში აღინიშნებოდა მხოლოდ ფიბრინოგენის მომატება (**493 მგ/დლ**), ხოლო PT, INR და APTT ნორმის ფარგლებში იყო.

ტრანსთორაკალურმა ექოკარდიოგრაფიამ აჩვენა, რომ მარცხენა პარკუჭის ზომები ნორმის ფარგლებში იყო. მარცხენა პარკუჭის განდევნის ფრაქცია (LVEF) შენარჩუნებული იყო და შეადგენდა დაახლოებით **58%**-ს. სეგმენტური კუმშვადობის მნიშვნელოვანი დარღვევა არ გამოვლენილა. პერიკარდიუმში მნიშვნელოვანი გამონაჟონი არ აღინიშნებოდა. კვლევის შედეგები მიუთითებდა მარცხენა პარკუჭის შენარჩუნებულ სისტოლურ ფუნქციაზე.

კლინიკური სურათისა და ტროპონინის მნიშვნელოვანი მატების გამო პაციენტს ჩაუტარდა კორონაროგრაფია მწვავე კორონარული სინდრომის გამოსარიცხად. კვლევამ კორონარულ არტერიებში ჰემოდინამიკურად მნიშვნელოვანი სტენოზური დაზიანება გამორიცხა (სურათი 1). აღნიშნულმა შედეგმა მნიშვნელოვნად შეამცირა იშემიური ეტიოლოგიის ალბათობა და დიაგნოსტიკური ძიება მიოკარდიტის მიმართულებით წარმართა.

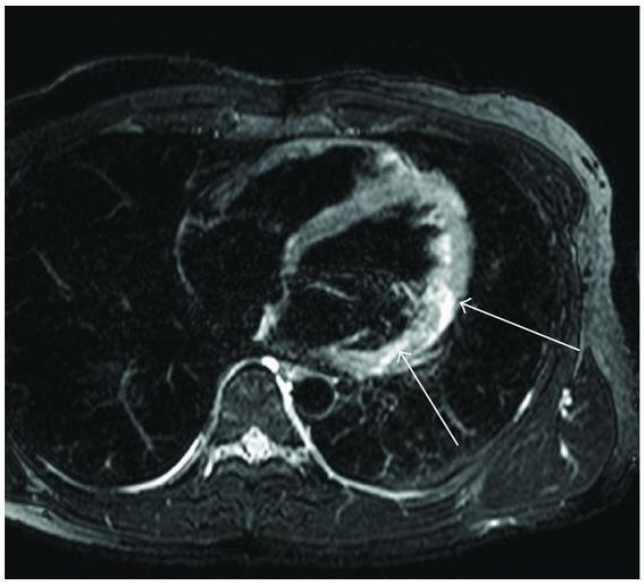


სურ 1. კორონაროგრაფიის შედეგად გამოვლინდა ინტაქტური სისხლძარღვებუ

სისხლის საერთო ანალიზში გამოვლინდა ლეიკოციტოზი **20.54 ×10⁹/ლ**, ნეიტროფილოზით (82.2%), რაც აქტიურ ანთებით პროცესზე მიუთითებდა. C-რეაქტიული ცილის (CRP) დონე მნიშვნელოვნად მომატებული იყო (**49.71 მგ/ლ**; ნორმა <5 მგ/ლ).

დიაგნოზის დაზუსტების მიზნით პაციენტს ჩაუტარდა გულის მაგნიტურ-რეზონანსული ტომოგრაფია. კვლევამ გამოავლინა **T1 და T2 სიგნალების პათოლოგიური ცვლილებები**, რაც მიოკარდიუმის შეშუპებასა და ქსოვილის დაზიანებაზე მიუთითებდა. ასევე გამოვლინდა **სუბეპიკარდიული გადოლინიუმის გვიანი გაძლიერება** ანტეროლატერალურ და ინფეროლატერალურ სეგმენტებში, არაიშემიური განაწილებით.

MRI-ის შედეგები სრულად შეესაბამებოდა **Lake Louise-ის განახლებულ (2018) კრიტერიუმებს** და შესაბამისად დადასტურდა მწვავე მიოკარდიტის დიაგნოზი (სურ 2).



სურ 2. გულის მაგნიტურ-რეზონანსული ტომოგრაფია (MRI), რომელზეც ჩანს მარცხენა პარკუჭის ინფეროლატერალური კედლის სუბეპიკარდიული გვიანი გადოლინიუმის დაგროვება

ჰოსპიტალიზაციის პერიოდში პაციენტს დაენიშნა კონსერვატიული მკურნალობა, რომელიც მოიცავდა დატვირთვის შეზღუდვას, მონიტორინგს და მედიკამენტურ თერაპიას. სტანდარტულად გამოყენებული იქნა ანტიაგრეგაციული, ანალგეზიური, ანტიჰიპერტენზიული, დიურეზული და სხვა სიმპტომური სამკურნალო საშუალებები. მკურნალობის ფონზე აღინიშნა სიმპტომების სრული ალაგება, ანთებითი მარკერებისა და ლეიკოციტოზის შემცირება. C-რეაქტიული ცილის დონე შემცირდა **10.94 მგ/ლ-მდე**,

ლეიკოციტების რაოდენობა შემცირდა **11.87 ×10⁹/ლ-მდე**, ასევე იკლო ნეიტროფილოზის ხარისხმა.

პაციენტი გაეწერა კლინიკიდან დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში, მიეცა რეკომენდაცია მინიმუმ **3–6 თვის განმავლობაში თავი შეეკავებინა ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვისა და სპორტული აქტივობისგან**, გაეგრძელებინა დანიშნული მედიკამენტური თერაპია და პერიოდულად ჩაეტარებინა კარდიოლოგიური კონტროლი, მათ შორის ელექტროკარდიოგრაფია, ექოკარდიოგრაფია და საჭიროების შემთხვევაში განმეორებითი MRI, მიოკარდიუმის ანთებითი ცვლილებების სრულყოფილი რეგრესის შეფასების მიზნით.

შეესაბამებოდა მწვავე მიოკარდიტს. პაციენტს ჩაუტარდა კონსერვატიული მკურნალობა (ანტიბიოტიკოთერაპია, ჰორმონოთერაპია, ACE ინჰიბიტორი და β-ბლოკერი), რის შედეგადაც კლინიკური მდგომარეობა მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა და გაეწერა დამაკმაყოფილებელ მდგომარეობაში.

დისკუსია

მიოკარდიტი ხშირად კლინიკურად ჰგავს მწვავე კორონარულ სინდრომს, რადგან ორივე მდგომარეობას შეიძლება ახლდეს ტკივილი გულმკერდში, ტროპონინის მომატება და ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებები. ახალგაზრდა პაციენტებში, რომლებსაც კორონარული დაავადების რისკ-ფაქტორები არ აღენიშნებათ, აუცილებელია მიოკარდიტის გამორიცხვა. წარმოდგენილ შემთხვევაში კორონაროგრაფიამ კორონარული არტერიების მნიშვნელოვანი დაზიანება გამორიცხა, ხოლო გულის MRI კვლევამ საბოლოოდ დაადასტურა მიოკარდიტის დიაგნოზი. მიოკარდიტი წარმოადგენს **MINOCA-ის (Myocardial Infarction with Non-Obstructive Coronary Arteries)** ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან დიფერენციალურ დიაგნოზს. მიუხედავად ტროპონინის მნიშვნელოვანი მატებისა და მწვავე კლინიკური სურათისა, კორონარულ არტერიებში ობსტრუქციული დაზიანება არ გამოვლინდა. ასეთ შემთხვევებში გულის MRI გადამწყვეტ როლს ასრულებს მიოკარდიუმის ინფარქტის, მიოკარდიტისა და ტაკოცუბოს კარდიომიოპათიის ერთმანეთისგან გარჩევაში.

ჩვენი კლინიკური შემთხვევა შეესაბამება საერთაშორისო ლიტერატურაში აღწერილ მიოკარდიტის ტიპურ მიმდინარეობას ახალგაზრდა პაციენტებში. კლინიკური გამოვლინება, ტროპონინისა და CRP-ის მნიშვნელოვანი მატება, ნორმალური კორონაროგრაფია და გულის MRI-ზე არაიშემიური სუბეპიკარდიული გადოლინიუმის გვიანი დაგროვება სრულ თანხვედრაშია თანამედროვე კვლევებთან. აღნიშნული შემთხვევა კიდევ ერთხელ ადასტურებს, რომ გულის MRI კვლევა წარმოადგენს მიოკარდიტის დიაგნოსტიკის ყველაზე ინფორმაციულ არაინვაზიურ მეთოდს.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Caforio ALP, Pankuweit S, Arbustini E, Basso C, Gimeno-Blanes J, Felix SB, et al. **Current state of knowledge on aetiology, diagnosis, management, and therapy of myocarditis.** Eur Heart J. 2013;34(33):2636–2648.
2. Ammirati E, Frigerio M, Adler ED, Basso C, Birnie DH, Brambatti M, et al. **Management of acute myocarditis and chronic inflammatory cardiomyopathy.** Circ Heart Fail. 2020;13(11):e007405.
3. Friedrich MG, Sechtem U, Schulz-Menger J, Holmvang G, Alakija P, Cooper LT Jr, et al. **Cardiovascular magnetic resonance in myocarditis: A JACC White Paper.** J Am Coll Cardiol. 2009;53(17):1475–1487.
4. Ferreira VM, Schulz-Menger J, Holmvang G, Kramer CM, Carbone I, Sechtem U, et al. **Cardiovascular Magnetic Resonance in Nonischemic Myocardial Inflammation: Expert Recommendations.** J Am Coll Cardiol. 2018;72(24):3158–3176.
5. Tschöpe C, Ammirati E, Bozkurt B, Caforio ALP, Cooper LT, Felix SB, et al. **Myocarditis and inflammatory cardiomyopathy: current evidence and future directions.** Nat Rev Cardiol. 2021;18(3):169–193.
6. Bozkurt B, Colvin M, Cook J, Cooper LT Jr, Deswal A, Fonarow GC, et al. **Current Diagnostic and Treatment Strategies for Specific Dilated Cardiomyopathies.** Circulation. 2016;134:e579–e646.
7. Law YM, Lal AK, Chen S, Čiháková D, Cooper LT Jr, Deshpande S, et al. **Diagnosis and Management of Myocarditis in Children.** Circulation. 2021;144(6):e123–e135.
8. Cooper LT Jr. **Myocarditis.** N Engl J Med. 2009;360(15):1526–1538.
9. Cooper LT Jr, Baughman KL, Feldman AM, Frustaci A, Jessup M, Kuhl U, et al. **The role of endomyocardial biopsy in the management of cardiovascular disease.** Circulation. 2007;116(19):2216–2233.
10. Thygesen K, Alpert JS, Jaffe AS, Chaitman BR, Bax JJ, Morrow DA, et al. **Fourth Universal Definition of Myocardial Infarction (2018).** Eur Heart J. 2019;40(3):237–269.
11. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, Bhatt DL, et al. **2020 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation.** Eur Heart J. 2021;42(14):1289–1367.
12. Ibanez B, James S, Agewall S, Antunes MJ, Bucciarelli-Ducci C, Bueno H, et al. **2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation.** Eur Heart J. 2018;39(2):119–177.
13. Pasupathy S, Air T, Dreyer RP, Tavella R, Beltrame JF. **Systematic review of patients presenting with suspected myocardial infarction and non-obstructive coronary arteries (MINOCA).** Circulation. 2015;131(10):861–870.
14. Reynolds HR, Maehara A, Kwong RY, Sedlak TL, Saw J, Smilowitz NR, et al. **Coronary Optical Coherence Tomography and Cardiac Magnetic Resonance Imaging to Determine Underlying Causes of MINOCA.** Circulation. 2021;143(7):624–640.
15. Basso C, Calabrese F, Corrado D, Thiene G. **Postmortem diagnosis in sudden cardiac death victims: myocarditis.** Cardiovasc Res. 2001;50(2):290–300.
16. Kindermann I, Barth C, Mahfoud F, Ukena C, Lenski M, Yilmaz A, et al. **Update on myocarditis.** J Am Coll Cardiol. 2012;59(9):779–792.

17. Kociol RD, Cooper LT Jr, Fang JC, Moslehi JJ, Pang PS, Sabe MA, et al. **Recognition and Initial Management of Fulminant Myocarditis.** Circulation. 2020;141:e69–e92.
18. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, Abdelhamid CM, Adamopoulos S, Albert N, et al. **Universal Definition and Classification of Heart Failure.** Eur J Heart Fail. 2021;23(3):352–380.
19. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. **2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure.** Eur Heart J. 2021;42(36):3599–3726.
20. Gulati A, Ismail TF, Jabbour A, Alpendurada F, Guha K, Ismail NA, et al. **Clinical Utility and Prognostic Value of Cardiac Magnetic Resonance Imaging in Myocarditis.** Circulation. 2013;128(18):1914–1923.
21. Luetkens JA, Faron A, Isaak A, Dabir D, Kuetting DLR, Feisst A, et al. **Comparison of Original and Updated Lake Louise Criteria for Diagnosis of Acute Myocarditis.** Radiology. 2019;292(3):597–604.
22. **McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure.** Eur Heart J. 2023;44(37):3627–3639.

Acute Infectious Myocarditis in a 28-Year-Old Male: A Case Report

Anzor Gogiberidze[1 2], Julieta Leladze[2], Irakli Gogoladze[2], Natia Naroushvili[2], Sopio Babutsidze[2], Marina Pailodze[1], Manana Arabuli-Chlikadze[1], Ana Betchvaia[2], Ana Babutsidze[2], Ketevan Jangveladze[1]

[1]Department of Human Normal Anatomy, Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia;

[2]Department of Internal Medicine, GlobalMedi University Clinic, Tbilisi, Georgia

Abstract

Acute myocarditis is an inflammatory disease of the myocardium that may clinically mimic acute coronary syndrome. A 28-year-old man presented with chest pain, dyspnoea, fever and fatigue following acute otitis media. Elevated inflammatory markers and troponin prompted coronary angiography, which demonstrated normal coronary arteries. Cardiac magnetic resonance imaging revealed myocardial oedema and subepicardial late gadolinium enhancement consistent with acute myocarditis. The patient responded well to medical therapy and was discharged in stable condition.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.10



The Influence of Healthcare Accreditation on the Safety of Healthcare Personnel: A Systematic Review

Nona Magradze[1], Otar Vasadze[2]

[1]Department of Public Health, School of Health Sciences and Public Health, University of Georgia;
[2]Department of Public Health, School of Health Sciences and Public Health, University of Georgia.

Abstract

Objective

To systematically evaluate the evidence regarding the impact of healthcare accreditation on medical personnel safety.

Design

Systematic review conducted according to PRISMA 2020 guidelines.

Data Sources

PubMed, Scopus, Web of Science, CINAHL, and grey literature were searched for studies published between 1993 and 2025.

Review Methods

Studies investigating the effects of healthcare accreditation on healthcare worker safety outcomes were included. Risk of bias was assessed using Joanna Briggs Institute critical appraisal tools. Due to methodological heterogeneity, findings were synthesized narratively.

Results

Twenty studies from more than 20 countries were included. Accreditation was associated with improvements in infection control practices, occupational safety, emergency preparedness, and safety culture. However, increased workload and psychosocial stress during accreditation processes were reported. Variability in implementation and limited longitudinal evidence restricted definitive conclusions.

Conclusions

Healthcare accreditation appears to contribute positively to healthcare worker safety when supported by institutional commitment and continuous quality improvement strategies. Further longitudinal studies are needed to determine long-term effects.

While healthcare accreditation is known to improve patient care, its effects on medical personnel safety remain underexplored.

Methods: We conducted a systematic review across PubMed, Scopus, Web of Science, and Embase from 1993 to 2025, identifying studies that examined the impact of accreditation on staff safety outcomes.

Results: Twenty studies across more than 20 countries were included. Findings indicated consistent improvements in infection control compliance, reductions in occupational injuries, increased adherence to safety protocols, and enhanced safety culture. However, variability in implementation and limited longitudinal data were noted.

Conclusions: Accreditation can positively influence healthcare worker safety, but consistent implementation and staff engagement are crucial for sustained impact.

Key words: Hospitals, Accreditation, Occupational Health and Safety, Quality assurance, Job stress.

1. Introduction

Accreditation is viewed as an effective method for evaluating and enhancing the quality of healthcare. Nevertheless, the extent of its influence on performance and outcomes is still not well understood. This review aimed to identify and evaluate the evidence regarding the effects of hospital accreditation. (Mohammed Hussein et al. 2021).

The implementation of hospital accreditation processes is essential for achieving the highest levels of healthcare standards. This procedure necessitates behavioral changes and the engagement of professionals to meet defined goals and objectives. A hospital accreditation program involves a systematic, voluntary, and rational assessment of institutional resources conducted periodically and supported by the ongoing education of professionals. When professionals understand the outcomes of the quality system, it becomes simpler to sustain the entire process and achieve excellence in treatment. (Manzo . F. et al. 2012).

Regulations from various agencies concerning occupational health and safety in hospitals are still developed in a sector-specific manner, making efforts to reduce work accidents rather challenging. (Mayangkara, R. H., et al. (2021)).

The Occupational Safety and Health Administration, along with industries, labor groups, insurance companies, and professional organizations, should work collaboratively to create

strategies that promote accreditation and guarantee that workers receive optimal occupational health protection. (Yodaiken, R. E., & Zeitz, P. S. 1993).

Healthcare professionals (HCPs) have been significantly affected by heavy workloads and burnout. The mounting pressures on HCPs and their growing experiences of burnout have become increasingly hard to overlook. The concept of psychosocial safety climate serves as an organizational framework designed to safeguard the mental health and well-being of employees through the implementation of specific policies, procedures, and practices. A positive correlation was found between the requirements for accreditation and levels of personal burnout following the accreditation process. (Alshamsi, A. I et al.2020).

During the accreditation preparation, organizational structures were enhanced. Employees believed that the hospital was more equipped to handle new quality assurance measures following accreditation; they viewed disease-specific requirements as unwarranted. Accreditation has also positively impacted other areas. Participants felt confident that the organizational changes brought about by accreditation would be maintained and that the emphasis on quality assurance would persist (Søren Bie Bogh et al. 2018).

2. Methods

2.1 Study Design This systematic review was performed in line with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 statement. The aim was to aggregate the evidence from reviewed studies in relation to the effect of healthcare accreditation on the safety of healthcare workers. Unfortunately, this review protocol was not registered in PROSPERO because of institutional restrictions, thereby, was structured and prepared in accordance to this restriction.

This review was conducted according to PRISMA 2020 recommendations. A review protocol was developed before study selection; however, the protocol was not registered in PROSPERO.

2.2 Eligibility Criteria

The inclusion criteria were as follows: Study eligibility requirements were as follows: Population: Hospital, clinic, and medical health center workers, whether physicians, nurses, allied health professionals, or medical students. Intervention: Application or existence of health care accreditation (national, international). Comparative: Non-accredited schools or not accredited yet. Design: Quantitative (randomised controlled trials, cohort, case-control, cross-sectional) and mixed methods studies, systematic reviews. Language: English. Time Frame: Articles from 1993 to 2025. Excluded were editorial pieces, commentaries, conference abstracts, and studies with no relevant outcome measure of healthcare worker safety.

2.3 Information Sources

Electronic Database Search of the Literature A search was conducted in the following electronic databases: PubMed, Scopus, Web of Science,CINAHL, NCBI, Google Schoolar Further studies were found by manual search of reference lists of included articles and grey literature of WHO, JCI and national health authorities.

2.4 Search Strategy

The search strategy was created with input from a health sciences librarian. The database was searched using the following key word: Hospitals, Accreditation, Occupational Health and Safety, Quality assurance, Job stress.

2.5 Study Selection

Articles were screened by title, abstract and full text, by two independent reviewers. Discrepancies were resolved through consensus.

2.6 Data Extraction

Relevant data was extracted using a standardised data extraction form which consisted of the following: Author(s) year, country Study setting Accreditation model1 (e.g., JCI vs. national) Keywords; Conclusions Key findings and limitations Information was extracted by one reviewer and checked by another.

2.7 Data Synthesis

A narrative synthesis methodology was employed as a result of variability in study design, setting and outcome measures. The main findings were grouped by conclusions and were interpreted themes. Meta-analysis was not possible owing to heterogeneity of measures. Results Findings are presented in summary in both the text and a table of the 20 studies included. This section presents the thematic findings and provides an overall perspective on the work safety enhancements linked with accreditation.

3. Results

3.1 Study Selection

Records identified through database searching (n = 300). After removal of duplicate records (n = 15), 285 records remained for screening.A preliminary screening process was conducted to

exclude records that were clearly irrelevant to the review topic based on title matching, automated database filters, publication type, or failure to meet predefined eligibility criteria. During this stage, 226 records were excluded.The remaining 59 records underwent title and abstract screening. Following this assessment, 20 records were excluded because they did not meet the inclusion criteria.Thirty-nine full-text articles were assessed for eligibility. Nineteen articles were excluded after full-text review for reasons including lack of relevant healthcare worker safety outcomes, absence of accreditation-related interventions, insufficient methodological information, or ineligible study design.Twenty studies met all eligibility criteria and were included in the final systematic review.

Appendix A displays the PRISMA flowchart.

3.2 Study Characteristics

The 20 included studies were conducted in more than 20 countries, including Pakistan, Lebanon, Turkey, Brazil, Indonesia, USA, United Arab Emirates, Dania, Egypt, Iran, Korea, India, Denmark, Iran, Seoul, Korea, Taiwan, China.

Most studies were cross-sectional or quasi-experimental, and focused on hospital settings. A few studies examined primary care and long-term care institutions. Table 1 summarizes the characteristics of the included studies.

Full table in Appendix B - Summary of Included Studies (n = 20)

3.3 Thematic Synthesis of Findings

The impacts of accreditation are significant in underdeveloped than in developed nations where the legal requirements are high. Concerns regarding costs and workload associated with accreditation processes are increasing. Moreover, studies regarding JCI accreditation and its impact on occupational health or patient safety are limited, thus warranting further investigations. The hospital workforce is exposed to many hazards in the workplace that may pose immediate harm to their health and well-being and can have wide-ranging consequences for the quality and efficiency of hospital care. OHS programs have been the principal organizational response to identify these hazards and proactively minimize their impact on the hospital workforce. (Vuohijoki, A et al. 2025).

A study by Gimeno et al. (2005) found that public hospitals in Costa Rica, not conducting safety trainings for employees, reported 41% more injuries when compared to those conducting trainings. Moreover, evidence points to accreditation positively impacting OHS outcomes including the development and promotion of better risk management programs, motivation of staff, and reduction of staff turnover. Salmon et al. (2003) found that accreditation in some South

African public hospitals significantly improved compliance with hospital safety standards and increased hospital OHS scores. Results support the internationalization of accreditation, offering the experiences from a developing country that does not share a great deal with the Western countries from which the accreditation framework was developed. (Rima R Habib et al. 2016).

Apart from the effect of accreditation on healthcare workers and particularly on job stress, our results indicate a consistent positive effect of hospital accreditation on safety culture, process-related performance measures, efficiency, and the patient length of stay, whereas employee satisfaction, patient satisfaction and experience, and 30-day hospital readmission rate were found to be unrelated to accreditation. (Mohammed Hussein et al. 2021).

According to the nurses, the safety applications and precautions of the private hospital were better than the university hospital. It was found out that the university hospital was poor at providing an ergonomic working environment and the private hospital was poor at planning the timetables of the nurses. In addition to this, in both hospitals sharp or pointed devices, blood/blood fluids and infected material were discovered to cause occupational diseases and other problems. In conclusion, the precautions and applications regarding occupational health and safety in the private hospital accredited with JCI were better than the university hospital (Bahcecik, N. & Ozturk, H. 2009).

It was observed, therefore, that the Hospital Accreditation is influenced by the level of motivation and involvement of the employees and, at the same time, significantly influences the work context of the healthcare professionals. From this perspective, positive and negative aspects of this process were identified, resulting in the following thematic categories: The nebulous face of the Accreditation and Accreditation as a possibility for growth and job satisfaction. With regard to the positive perception, it was observed that the Accreditation triggers feelings of pride, satisfaction and recognition in the professional. These feelings are related to the sharing of the responsibility for gaining the title and for the valorization of the hospital. The Accreditation process promotes the increase of the improvement of the working conditions through the safety acquired, as well as providing the stability of the organizational climate among the healthcare professionals, while simultaneously establishing a more pleasant working environment conducive to strengthening the human relationships (Manzo, B. F. et al. 2012).

One of the studies aimed to determine the application of occupational health and safety hospital regulations to minimize work accidents conducted using a qualitative approach and Regulations are still drawn up sectorally by various agencies that regulate occupational health and safety in hospital so that efforts to minimize the number of work accidents are quite difficult (Mayangkara, R. H., . et al. 2021).

The Occupational Safety and Health Administration, industry, labor, insurance carriers, and professional organizations collectively must develop strategies to promote accreditation and

ensure that workers receive the maximum standard of occupational health care. (Yodaiken, R. E., & Zeitz, P. S. 1993).

Hospital accreditation has been studied comprehensively, yet few studies have observed its impacts on the burnout and work engagement levels of frontline healthcare professionals (HCPs). A recent review showed that HCPs experience high levels of burnout and work-related stress as a result of increasing demands and inadequate resources at work. (Alshamsi, A. I., Santos, A., & Thomson, L. 2022).

Staff reported that The Danish Healthcare Quality Programme affected management priorities: office time and working on documentation, which reduced time with patients and on improvement activities. Organizational structures were improved during preparation for accreditation. Staff perceived that the hospital was better prepared for new QI initiatives after accreditation; staff found disease specific requirements unnecessary. Other areas benefited from accreditation. Interviewees expected that organizational changes, owing to accreditation, would be sustained and that the QI focus would continue. (Søren Bie Bogh et al. 2018).

The process of accreditation increases work-related risks before the inspection visit. Such risks were identified as increased job demands and work pace, conflicting information, and perceived strain. Furthermore, the supportive role of management was not clear or standardized during this process (Alshamsi, A. I., Thomson, L., & Santos, A. 2020).

Findings suggest raising nurses' awareness of certification systems to reduce their job stress and turnover intentions. It will be necessary to provide support for the aggressive work nurses do and improve their work structure, highlighting the need for both manpower and institutional support. Accordingly, providing regular education programs and appropriate compensation schemes, by raising nurses' awareness of medical institutions' certification systems, is necessary (Mun, M. Y., Lee, S. Y., & Kim, M. Y. 2018).

One of the most important hurdles to implementing accreditation programs is the dilemma of healthcare professionals, especially senior hospital staff, regarding the positive impact of accreditation. The need to educate healthcare professionals about the potential benefits of accreditation, which should resolve any cynical attitude of healthcare professionals towards accreditation, is of utmost importance. (Joseph, L., et al. 2021).

Clinical attitudes are important, and can affect Government decisions. On the basis of study, future attention should be paid to attitudes towards accreditation (and attitudes towards other means of quality improvement). Attitudes may reflect political agendas and impede the take-up of improvement programs, cause their demise, or reduce their effectiveness. (Ehlers, L. H.et al.2017).

Among nurses and managers, there was low support for accreditation and even less among para-clinical staff who fail to see accreditation having a positive impact on healthcare quality. Also,

nurses' attitudes toward the accreditation benefits were more positive compared with the two other groups. Staff stated that the main reasons for low support were a lack of education and training to act upon the accreditation survey results and a lack of management visibility and support for quality improvement.(Kakemam, E., et al.2020).

Occupational stress regarding healthcare accreditation is higher in nursing than in other occupations, indicating the need to lower the turnover intention of nurses by preparing a national institutional standard for nursing manpower and also put in place an appropriate compensation system for each hospital seeking accreditation. (Nam, S. H., & Heo, Y. J. 2022).

Number of psychosocial risks were prevalent during the course of accreditation. HCPs faced increased work demands during such a process, including increased working hours, increased working pace, perceived time pressure, and conflicting information. Such demands were perceived to influerice not only their health but also their families as well as patients' care. In contrast, teamwork and coworker support were vital to mitigate the effect of such demands. Study identified emerging risks during the process of accreditation. The findings show that the process of accreditation increases work-related risks before the inspection visit. These findings have significant implications for understanding how accreditation processes increase psychosocial risks; they also consolidate the idea that appropriate systems and support for HCPs should be a priority when planning for accreditation (Al, A., Thomson, L., & Santos, A. 2020).

The self-assessment tool kit from NABH was scored to find the actual problem areas. The research methodology used has been. Awareness of NABH and its standards are of prime importance when working with non-compliances. Infrastructure is sufficient but not utilized optimally. (Pandit, A., & Rao, G. P. 2018).

Aside from the intended positive effects of hospital accreditation, this study revealed several unintended impacts on medical students, including decreased clinical learning opportunities, increased trivial workload, and violation of professional integrity. Taiwanese students expressed doubt and frustration concerning the value of hospital accreditation and reflected on the cultural and systemic context in which accreditation takes place. Their commentary addressed the challenges associated with the globalization of hospital accreditation processes.(Ho, M. J. et al. 2014).

4. Discussion

This systematic review synthesized findings from 20 studies examining the impact of healthcare accreditation on medical personnel safety. The evidence supports a generally positive association between accreditation and improved safety outcomes for healthcare workers. While the degree of impact varied across contexts, several recurring themes emerged that highlight both the strengths and limitations of accreditation as a tool for occupational safety enhancement.

4.1 Safety Benefits Linked to Accreditation

The most consistent finding across studies was the reduction in physical harm, particularly needlestick injuries and exposure to infectious diseases. Accreditation frameworks often mandate the use of protective equipment, safe needle disposal, and hygiene protocols, which likely contributed to these outcomes. Accredited institutions also tended to implement better infection prevention measures and more frequent staff training.

Another area where accreditation demonstrated clear benefits was emergency preparedness. Institutions undergoing accreditation were more likely to conduct routine emergency drills and establish contingency plans for infectious outbreaks or natural disasters. These practices not only improve institutional readiness but also boost staff confidence and reduce anxiety in high-risk scenarios.

Improved safety culture and reporting systems also emerged as critical outcomes. Healthcare workers in accredited settings reported increased awareness of safety procedures, a greater sense of organizational support, and more robust mechanisms for reporting near misses and adverse events. This cultural shift is essential for long-term improvements in occupational safety.

4.2 Variability and Limitations in Impact

Despite the overall positive trends, some studies reported limited or no improvements in staff safety post-accreditation. Several factors may explain this discrepancy. First, the success of accreditation often hinges on institutional buy-in and leadership support. In settings where accreditation is treated as a checklist exercise rather than a culture-changing initiative, improvements may be superficial or short-lived.

Second, resource constraints can hinder the implementation of accreditation standards. Facilities in low- and middle-income countries (LMICs) may struggle to maintain the infrastructure, staffing levels, or supplies required to meet safety benchmarks, thus limiting the impact of accreditation.

Finally, variations in the scope and rigor of accreditation models contribute to inconsistent results. While international models like JCI offer comprehensive standards, national systems may vary widely in their enforcement and alignment with global best practices.

4.3 Policy and Practice Implications

The findings of this review suggest that healthcare accreditation can be a valuable mechanism for promoting medical personnel safety particularly when integrated with broader institutional reforms. Policymakers should ensure that accreditation bodies include occupational health indicators in their frameworks and offer support for facilities striving to meet these benchmarks.

Hospital administrators should treat accreditation not as a one-time goal but as an ongoing commitment to quality and safety. This involves fostering a non-punitive safety culture, investing

in staff training, and conducting routine internal audits. Accreditation bodies, in turn, should incorporate staff feedback and workplace safety metrics into their assessments.

4.4 Recommendations for Future Research

sWhile this review provides useful insights, further research is needed to assess the long-term sustainability of improvements associated with accreditation. Longitudinal studies and randomized controlled trials, particularly in LMICs, would enhance the evidence base. Additionally, comparative studies evaluating different accreditation models and their specific impact on staff safety would be valuable.

Future studies should also explore underexamined areas such as the mental health of healthcare workers, experiences of non-clinical staff, and the role of accreditation during health crises such as pandemics.

4.5 Strengths and Limitations of the Review

A major strength of this review is its comprehensive scope, covering multiple countries, accreditation models, and healthcare settings. It also employed rigorous screening and quality appraisal processes based on PRISMA guidelines.

However, limitations include the exclusion of non-English studies, which may have introduced language bias, and the heterogeneity of study designs, which prevented meta-analysis. The reliance on observational data also limits the ability to infer causality.

Conclusion of Discussion

Overall, healthcare accreditation appears to be a promising strategy for enhancing medical personnel safety. While not a panacea, it provides a structured framework that can drive meaningful improvements in occupational health when implemented with institutional commitment and sufficient resources.

5. Conclusion

This systematic review provides compelling evidence that healthcare accreditation contributes positively to the safety and well-being of medical personnel. The review identified consistent improvements in physical safety, infection control practices, emergency preparedness, and institutional safety culture in accredited healthcare settings. These benefits were most evident in organizations that demonstrated strong leadership, engaged staff, and sustained adherence to accreditation standards.

However, the variability in outcomes across different studies underscores the importance of contextual factors such as institutional readiness, resource availability, and the rigor of the accreditation model. Accreditation is not inherently transformative; its impact depends on how effectively it is integrated into the day-to-day practices and strategic goals of the healthcare institution.

To maximize the protective effects of accreditation, stakeholders must treat it as an evolving process rather than a one-time certification. Embedding accreditation principles into organizational culture, offering ongoing staff development, and continuously monitoring occupational safety indicators can enhance long-term outcomes.

In conclusion, while accreditation is not a standalone solution to occupational hazards in healthcare, it serves as a valuable catalyst for institutional change. Policymakers and health system leaders should leverage accreditation as part of a comprehensive strategy to ensure that the people who care for patients can do so in safe and supportive environments.

Future research should further examine the long-term effects of accreditation on medical personnel safety, particularly in under-resourced settings, and explore mechanisms through which accreditation fosters systemic improvements in occupational health.

Author Contributions

• Nona Magradze: Conceptualization, Methodology, Data Collection, Writing – Original Draft

• Otar Vasadze: Screening and Data Analysis, Writing – Review & Editing. Final Approval of the Manuscript

Conflict of Interest Statement

The authors declare no conflict of interest related to this work.

Funding

This research received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

References

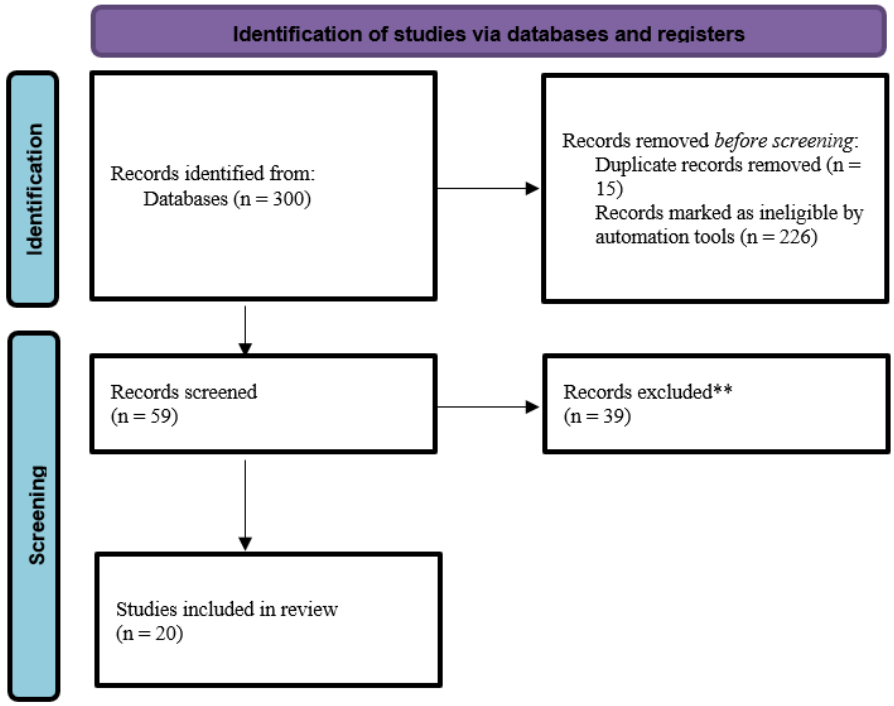
1. Vuohijoki, A., Ristolainen, L., Leppilahti, J., Kivivuori, S. M., & Hurri, H. Impact of joint commission international accreditation on occupational health and patient safety: *A systematic review. PLoS One.* 2025; 20(6), e0325894.
2. Habib, R. R., Blanche, G., Souha, F., El-Jardali, F., & Nuwayhid, I. Occupational health and safety in hospitals accreditation system: the case of Lebanon*. International Journal of Occupational and Environmental Health.* 2016; 22(3), 201–208.
3. Hussein, M., Pavlova, M., Ghalwash, M., & Groot, W. The impact of hospital accreditation on the quality of healthcare: a systematic literature review. *BMC health services research*. 2021; 21(1), 1057.
4. Bahcecik, N., & Ozturk, H. The occupational safety and health in hospitals from the point of nurses. *Collegium antropologicum.* 2009; 33(4), 1205-1214.

5. Manzo, B. F., Brito, M. J. M., & Corrêa, A. D. R. Implications of hospital accreditation on the everyday lives of healthcare professionals. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*. 2012; 46, 388-394.
6. Mayangkara, R. H., Subiyanto, A. A., & Tamtomo, D. G. Implementation of hospital occupational health and safety regulations to minimize occupational accidents at the Sultan Agung Islamic Hospital, Semarang. *Journal of Health Policy and Management.* 2021; 6(3), 160-167.
7. Yodaiken, R. E., & Zeitz, P. S. Accreditation policies in occupational health care. *Journal of occupational medicine.* 1993; 562-567.
8. Alshamsi, A. I., Santos, A., & Thomson, L. Psychosocial safety climate moderates the effect of demands of hospital accreditation on healthcare professionals: a longitudinal study. *Frontiers in Health Services.* 2022; 2, 824619.
9. Alshamsi, A. I., Thomson, L., & Santos, A. What impact does accreditation have on workplaces? A qualitative study to explore the perceptions of healthcare professionals about the process of accreditation. *Frontiers in Psychology*. 2020; 11, 1614.
10. Bogh, S.B., Blom, A., Raben, D.C., Braithwaite, J., Thude, B., Hollnagel, E. and Plessen, C.v. "Hospital accreditation: staff experiences and perceptions", International Journal of Health Care Quality Assurance. 2018; Vol. 31 No. 5, pp. 420-427
11. El-moniem, A., Salem, H. R., Metwally, F. G., & El-Araby, A. E. S. Hospital Accreditation Awareness and Experience among Nursing Staff: A key Driver for Organizational Development. Zagazig Nursing Journal. 2025; 21(2), 33-52.
12. Mosadeghrad, A. M., & Ghazanfari, F. Developing a hospital accreditation model: a Delphi study. *BMC Health Services Research.* 2021; 21(1), 879.
13. Mun, M. Y., Lee, S. Y., & Kim, M. Y. Influence of the awareness of healthcare accreditation on job stress and turnover intention in tertiary hospital nurses. *Korean Journal of Occupational Health Nursing.* 2018; 27(3), 180-189.
14. Joseph, L., Agarwal, V., Raju, U., Mavaji, A., & Rajkumar, P. Perception of hospital accreditation impact among quality management professionals in India: a survey-based multicenter study. *Global Journal on Quality and Safety in healthcare.* 2021; 4(2), 58-64.
15. Ehlers, L. H., Jensen, M. B., Simonsen, K. B., Rasmussen, G. S., & Braithwaite, J. Attitudes towards accreditation among hospital employees in Denmark: a cross-sectional survey. *International Journal for Quality in Health Care.* 2017; 29(5), 693-698.
16. Kakemam, E., Rajabi, M. R., Raeissi, P., & Ehlers, L. H. Attitudes towards accreditation and quality improvement activities among hospital employees in Iran: a quantitative study. *Journal of multidisciplinary healthcare.* 2020; 799-807.
17. Nam, S. H., & Heo, Y. J. The Effect of Occupational Stress among Occupational Groups Related to Healthcare Accreditation on Turnover Intention. *Quality Improvement in Health Care*. 2022; 28(1), 55-66.

18. Al, A., Thomson, L., & Santos, A. What Impact Does Accreditation Have on Workplaces. *Healthy Healthcare: Empirical Occupational Health Research and Evidence-Based Practice.* 2020; 161479.
19. Pandit, A., & Rao, G. P. Study of Level of Awareness of NABH Standards and Accreditation Process amongst Staff of Accident and Emergency Hospital. *Indian Journal of Public Health Research & Development.* 2018; 9(2).
20. Ho, M. J., Chang, H. H., Chiu, Y. T., & Norris, J. L. Effects of hospital accreditation on medical students: a national qualitative study in Taiwan. *Academic Medicine*. 2014; 89(11), 1533-1539.

Appendix A.

- PRISMA Flow Diagram



Stage	Records
Identified	300
Duplicates removed	15
Remaining	285
Preliminary exclusions	226

Stage	Records
Title/abstract screened	59
Excluded after title/abstract screening	20
Full text assessed	39
Full text excluded	19
Included	20

Appendix B. Summary of Included Studies (n = 20)

Study ID	Author (Year)	Country	Setting	Accreditation Type	Keywords	Conclusion/Result
S1	Vuohijoki, A et al. (2025)	PAKISTAN	JCI-accredited hospitals	JCI	Hospitals , Accreditation, job satisfaction	The impacts of accreditation are significant in underdeveloped than in developed nations where the legal requirements are high
S2	Rima R Habib et al. (2016)	Lebanon	68 private Lebanese hospitals	National accreditation	Hospitals, Accreditation, Occupational health and safety, Lebanon	Strategies to fortify OHS performance include tying service reimbursement to OHS compliance and linking OHS standards with national labor legislation.

S3	Mohammed Hussein et al. (2021)	Various	systematically searched electronic databases	Various	Accreditation, Hospitals, Quality of health care, Health services	Positive effect of hospital accreditation on safety culture, process-related performance measures, efficiency, and the patient length of stay
S4	Bahcecik, N. & Ozturk, H. (2009)	Turkey	university hospital, private hospital	JCI	nursing, health and safety, hospital	The precautions and applications regarding occupational health and safety in the private hospital accredited with JCI were better than the university hospital.
S5	Manzo, B. F. et al. (2012)	Belo Horizonte, Brazil	mid-sized private hospital	National Accreditation Organization (NAO)	Hospitals; Accreditation; Health personnel; Quality of health care; Nursing; team	Hospital Accreditation program appears as a possibility to promote changes in the current scenario eroded by the technicist model of care

S6	Mayangkara, R. H., . et al. (201)	Semarang, Indonesia	Sultan Agung Hospital	Regulations	occupational health and safety, Sultan Agung Islamic Hospital, work accidents	Regulations are still drawn up sectorally by various agencies that regulate occupational health and safety in hospital so that efforts to minimize the number of work accidents are quite difficult.
S7	Yodaiken, R. E., & Zeitz, P. S. (1993).	USA	Hospitals, group practices, and private physicians	AAAHC	Accreditation, Occupational healthcare	The Occupational Safety and Health Administration, industry, labor, insurance carriers, and professional organizations collectively must develop strategies to promote accreditation and ensure that workers receive the maximum standard of occupational health care.
S8	Alshamsi, A. I., Santos, A., & Thomson, L. (2022)	United Arab Emirates	two public hospitals	Various accreditations	healthcare professionals, hospital accreditation.	The accreditation demands construct was positively related to personal burnout after accreditation

S9	Alshamsi, A. I., Thomson, L., & Santos, A. (2020)	United Arab Emirates	three public hospitals and a network of primary healthcare centers	Various accreditations	healthcare professionals, hospital accreditation	The impact of healthcare accreditation has been investigated widely over the past decades;
S10	Søren Bie Bogh et al. (2018)	Dania	Danish hospital	National	Accreditation; Quality assurance; Quality improvement.	Accreditation creates organisational foundations for future QI initiatives.
S11	El-moniem, A., et al. (2025)	Egypt	Kafr Shukr Specialized Hospital.	National accreditation	Hospital accreditation; Nurses; Organizational development	Training programs to enhance nursing staff's understanding of hospital accreditation
S12	Mosadeghrad, A. M., & Ghazanfari, F. (2021).	Iran	Iran national hospital	Iranian hospital accreditation system	Hospital accreditation	Accreditation as a system can improve the structure, process and results.

S13	Mun, M. Y., Lee, S. Y., & Kim, M. Y. (2018).	Korea	two tertiary hospitals	National	Accreditation, Job stress, Personnel turnover, Nurses	Accordingly, providing regular education programs and appropriate compensation schemes, by raising nurses' awareness of medical institutions' certification systems, is necessary.
S14	Joseph, L., et al. (2021).	India	hospitals located in the states as well as the union territories of India	National	hospital accreditation, healthcare services, patient safety, benefits of accreditation	The need to educate healthcare professionals about the potential benefits of accreditation,
S15	Ehlers, L. H.et al.(2017)	Denmark	hospitals in Denmark	accreditation and the Danish Quality Model (DDKM)	certification/accreditation of hospitals < external quality assessment, surveys < general methodology, quality culture < quality management	Future attention should be paid to attitudes towards accreditation (and attitudes towards other means of quality improvement).
S16	Kakemam, E., et al.(2020)	Iran	hospitals in three metropolises	hospital accreditation system in Iran	Accreditation, quality improvement, employees, surveys, Iran	Improving quality through means of hospital accreditation is a complex process with high demands for management and employees.

S17	Nam, S. H., & Heo, Y. J. (2022).	Seoul, Korea	188-bed specialized hospital	National accreditation	Accreditation; Occupational stress; Personnel turnover; Nursing; Quality of healthcare	Occupational stress regarding healthcare accreditation is higher in nursing than in other occupations,
S18	Al, A., Thomson, L., & Santos, A. (2020).	United Arab Emirates	Three public hospitals	National accreditation	Accreditation, healthcare professionals, psychosocial risks, work load, psychosocial health	Number of psychosocial risks were prevalent during the course of accreditation.
S19	Pandit, A., & Rao, G. P. (2018)	Hyderabad, India	Emergency Hospital	National Accreditation Board for Hospitals & Healthcare Providers (NABH)	HOSPITAL personnel attitudes; LEGAL compliance; HOSPITAL accreditation standards	Awareness of NABH and its standards are of prime importance when working with non-compliances. Infrastructure is sufficient but not utilized optimally.
S20	Ho, M. J. et al. (2014)	Taiwan, China	34 senior, clinical year students at 11 different medical schools	National accreditation	semistructured interviews	Medical educators must recognize the unintended negative effects of hospital accreditation on medical education and take into account differences in culture and health care systems amid the globalization of medicine.

Appendix C. Table. Risk-of-Bias Assessment of Included Studies

Study ID	Author (Year)	Study Design	JBI Tool Applied	Main Sources of Bias	Overall Risk of Bias
S1	Vuohijoki et al. (2025)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Self-reported outcomes; limited confounding control	Moderate
S2	Habib et al. (2016)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Potential response bias	Low
S3	Hussein et al. (2021)	Systematic review	JBI Systematic Review Checklist	Heterogeneity among included studies	Low
S4	Bahcecik & Ozturk (2009)	Comparative observational	JBI Quasi-Experimental	Single-center design; selection bias	Moderate
S5	Manzo et al. (2012)	Descriptive study	JBI Analytical Cross-Sectional	Small sample; limited external validity	Moderate
S6	Mayangkara et al.	Descriptive study	JBI Analytical Cross-Sectional	Insufficient methodological information	High
S7	Yodaiken & Zeitz (1993)	Descriptive/policy study	JBI Text and Opinion	Lack of empirical outcome assessment	High
S8	Alshamsi et al. (2022)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Self-reported burnout measures	Moderate
S9	Alshamsi et al. (2020)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Cross-sectional design; recall bias	Moderate
S10	Bogh et al. (2018)	Observational study	JBI Cohort Checklist	Residual confounding	Low
S11	El-Moniem et al. (2025)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Single-center study	Moderate
S12	Mosadeghrad & Ghazanfari (2021)	Observational study	JBI Cohort Checklist	Potential selection bias	Low

S13	Mun et al. (2018)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Self-reported job stress	Moderate
S14	Joseph et al. (2021)	Survey study	JBI Analytical Cross-Sectional	Response bias	Moderate
S15	Ehlers et al. (2017)	Observational study	JBI Cohort Checklist	Heterogeneity in accreditation implementation	Low
S16	Kakemam et al. (2020)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Self-reported perceptions; confounding	Moderate
S17	Nam & Heo (2022)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Occupational stress measured by questionnaire	Moderate
S18	Alshamsi et al. (2020)	Cross-sectional	JBI Analytical Cross-Sectional	Psychosocial outcomes self-reported	Moderate
S19	Pandit & Rao (2018)	Survey study	JBI Analytical Cross-Sectional	Small sample; reporting bias	Moderate
S20	Ho et al. (2014)	Qualitative study	JBI Qualitative Checklist	Limited transferability	Low

Abbreviations: JBI = Joanna Briggs Institute.

Overall assessment:

- Low risk of bias: 6 studies (30%)
- Moderate risk of bias: 11 studies (55%)
- High risk of bias: 3 studies (15%)

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.11

საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი

ნატალია ბულია[1]

[1]საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, შრომის უსაფრთხოებისა და საგანგები სიტუაციების მართვის დეპარტამენტი, დოქტორანტი

აბსტრაქტი

წინამდებარე სტატიაში წარმოდგენილია საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი, რომელიც ეფუძნება საერთაშორისო სტანდარტებსა და ადაპტირებულია საქართველოს სამედიცინო სექტორის სპეციფიკურ საჭიროებებზე. კვლევების პროცესში გამოიკვეთა, რომ: 1. აუცილებელია ადგილობრივი რეალობების - ბუნებრივი პირობების, ეკონომიკური შესაძლებლობებისა და კულტურული ფაქტორების გათვალისწინება. 2. საერთაშორისო გამოცდილება გვაძლევს საუკეთესო პრაქტიკას, რომლის ინტეგრირება ადგილობრივ სისტემაში შესაძლებელია. მოდელი აერთიანებს ფსიქო-სოციალური საფრთხეების იდენტიფიკაციის, ფსიქო-სოციალური რისკების შეფასების, პრიორიტეტიზაციის, პრევენციისა და მუდმივი გაუმჯობესების მექანიზმებს. ნაშრომში შემოტანილია შემდეგი ძირითადი მახასიათებელი კომპონენტები: ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი, ფსიქო-სოციალური რისკების ინდექსი და ადრეული გაფრთხილების სისტემა. შემოთავაზებული მოდელის მიზანია საქართველოს სამედიცინო დაწესებულებებში ფსიქო-სოციალური რისკების მართვის სისტემის გაძლიერება, პროფესიული გადაღლის შემცირება, თანამშრომელთა ფსიქიკური ჯანმრთელობის დაცვის ხელშეწყობა და უსაფრთხოების კულტურის განვითარება.

საკვანძო სიტყვები: ფსიქო-სოციალური რისკები და მათი შეფასება, შრომის უსაფრთხოება, ჯანდაცვის სექტორი, ინტეგრირებული მართვის მოდელი, პროფესიული გადაღლა.

1. შესავალი

სამუშაო გარემოში ჩამოყალიბებული ფსიქოლოგიური და სოციალური ფაქტორები მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს დასაქმებულთა ჯანმრთელობაზე, შრომისუნარიანობასა და ორგანიზაციის ეფექტიან ფუნქციონირებაზე. საერთაშორისო

ორგანიზაციები, მათ შორის შრომის საერთაშორისო ორგანიზაცია ,ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაცია და ევროპის შრომის უსაფრთხოებისა და ჯანმრთელობის სააგენტო, ფსიქო-სოციალურ რისკებს განიხილავენ როგორც პროფესიული უსაფრთხოების სისტემის განუყოფელ ნაწილს და ხაზს უსვამენ მათი პრევენციული მართვის აუცილებლობას [1-3].

საქართველოში შრომის უსაფრთხოების სისტემის განვითარების მიუხედავად, ფსიქო-სოციალური რისკების შეფასებისა და მართვის მიმართულება ჯერ კიდევ საჭიროებს გაძლიერებას. საერთაშორისო გამოცდილება აჩვენებს, რომ ფსიქო-სოციალური რისკების ეფექტური მართვა მოითხოვს არა მხოლოდ არსებული პრობლემების გამოვლენას, არამედ ორგანიზაციულ დონეზე პრევენციული მექანიზმების დანერგვას. ამ მიმართულებით გამოიყენება ისეთი მიდგომები, როგორიცაა - შრომის უსაფრთხოების მართვის საერთაშორისო სახელმძღვანელო, ფსიქო-სოციალური სამუშაო გარემოს შეფასების საერთაშორისო კითხვარი, და გაერთიანებული სამეფოს ჯანმრთელობისა და უსაფრთხოების აღმასრულებელი ორგანოს მიერ შემუშავებული ინსტრუმენტები რომლებიც უზრუნველყოფს სამუშაო გარემოში არსებული ფსიქო-სოციალური ფაქტორების იდენტიფიცირებასა და მართვას [4-6].

სამედიცინო სექტორში ჩატარებული უახლესი კვლევები ასევე ადასტურებს, რომ პაციენტის უსაფრთხოება და სამედიცინო მომსახურების ხარისხი მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული პერსონალის ფიზიკურ, ფსიქოლოგიურ და ორგანიზაციულ უსაფრთხოებაზე. ჩვენს მიერ სამეცნიერო მიმოქცევაში შემოტანილი 'ჯანდაცვის ოქროს სამკუთხედის' კონცეფციის მიხედვით, პაციენტის გამოჯანმრთელება, სამედიცინო პერსონალის უსაფრთხოება და ინფრასტრუქტურის მდგრადობა ქმნის ურთიერთდაკავშირებულ სისტემას, სადაც თითოეული კომპონენტის ეფექტიანობა განსაზღვრავს მთლიანად ჯანდაცვის სისტემის შედეგიანობას. აღნიშნული მიდგომა კიდევ ერთხელ უსვამს ხაზს ფსიქო-სოციალური რისკების პრევენციული მართვის მნიშვნელობას სამედიცინო დაწესებულებებში [7].

2. საქართველოს სამედიცინო სექტორისთვის შემოთავაზებული ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი

საქართველოს სამედიცინო სექტორისთვის აუცილებელია ისეთი ინტეგრირებული მიდგომის შემუშავება, რომელიც გაითვალისწინებს ადგილობრივი სამუშაო გარემოს თავისებურებებს. ამ მიზნით შემოთავაზებულია საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი. იგი წარმოადგენს მრავალკომპონენტიან მართვის სისტემას, რომლის ძირითადი მიზანია სამედიცინო დაწესებულებებში ფსიქო-სოციალური საფრთხეების არა მხოლოდ გამოვლენა, არამედ მათგან გამომდინარე რისკების პრევენცია, მართვა და გრძელვადიანი კონტროლი.

საერთაშორისო კვლევები ასევე მიუთითებს, რომ სამედიცინო პერსონალის უსაფრთხოება, ინფრასტრუქტურის მდგრადობა და პაციენტის გამოჯანმრთელება ერთმანეთზე ურთიერთდამოკიდებული პროცესებია. შესაბამისად, ფსიქო-სოციალური რისკების მართვა უნდა იყოს ინტეგრირებული ორგანიზაციის შრომის უსაფრთხოების, ხარისხის მართვისა და პაციენტის უსაფრთხოების სისტემებთან. აღნიშნული მიდგომა შეესაბამება 'ჯანდაცვის ოქროს სამკუთხედის' კონცეფციას, რომლის მიხედვითაც თანამშრომლის უსაფრთხოება წარმოადგენს პაციენტის უსაფრთხოების ერთ-ერთ ძირითად წინაპირობას.

მოდელი ეფუძნება შემდეგ ძირითად პრინციპებს:

- პრევენციული მიდგომა - ფსიქო-სოციალური საფრთხეების გამოვლენა პრობლემის განვითარებამდე;
- სისტემური მართვა - ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირება შრომის უსაფრთხოების საერთო სისტემაში;
- მონაცემებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებები - შეფასების შედეგების გამოყენება მართვითი გადაწყვეტილებების მისაღებად;
- თანამშრომელთა ჩართულობა - პერსონალის მონაწილეობა საფრთხეების გამოვლენისა და გაუმჯობესების პროცესში;
- უწყვეტი გაუმჯობესება - სისტემის პერიოდული შეფასება და განახლება.

GH-PRISM მოდელი შედგება ხუთი ურთიერთდაკავშირებული ძირითადი კომპონენტისგან:

1. ფსიქო-სოციალური საფრთხეების იდენტიფიკაციის სისტემა;
2. ფსიქო-სოციალური რისკების შეფასებისა და ინდექსაციის სისტემა;
3. ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი;
4. ადრეული გაფრთხილების სისტემა;
5. მონაცემთა ინტეგრირებული მართვის მექანიზმი.

2.1. ფსიქო-სოციალური საფრთხეების იდენტიფიკაციის სისტემა

პირველ ეტაპზე უნდა მოხდეს სამედიცინო დაწესებულებაში არსებული ფსიქო-სოციალური საფრთხეების გამოვლენა. აღნიშნული პროცესი უნდა განხორციელდეს როგორც ორგანიზაციულ დონეზე, ასევე ცალკეული სამუშაო პოზიციების მიხედვით.

სამედიცინო სექტორში ძირითადი ფსიქო-სოციალური საფრთხეებია:

- მაღალი სამუშაო დატვირთვა და დროის დეფიციტი;
- ხანგრძლივი და ცვლური სამუშაო გრაფიკი;
- ემოციური დატვირთვა პაციენტებთან ურთიერთობისას;
- პროფესიული პასუხისმგებლობით გამოწვეული მუდმივი სტრესი;
- პერსონალის არასაკმარისი რაოდენობა;
- სამუშაო ადგილზე ძალადობის ან აგრესიული ქცევის საფრთხე;
- ხელმძღვანელობის მხარდაჭერის ნაკლებობა;
- გუნდური კომუნიკაციის პრობლემები.

აღნიშნული ფაქტორების გამოვლენა უნდა განხორციელდეს პერიოდული შეფასებების, თანამშრომელთა ანონიმური გამოკითხვების, ინტერვიუებისა და სამუშაო პროცესის ანალიზის საფუძველზე. მსგავსი მიდგომა შეესაბამება საერთაშორისო პრაქტიკას, რომლის მიხედვითაც ფსიქო-სოციალური საფრთხეების იდენტიფიკაცია და მათგან გამომდინარე რისკების შეფასება უნდა იყოს ორგანიზაციის შრომის უსაფრთხოების მართვის სისტემის ნაწილი და არა ცალკეული ერთჯერადი ღონისძიება.

საერთაშორისო პრაქტიკა აჩვენებს, რომ საფრთხეების ადრეული იდენტიფიკაცია მნიშვნელოვნად ამცირებს პროფესიული გადაღლის, სამედიცინო შეცდომებისა და თანამშრომელთა სამუშაოს დატოვების ალბათობას.

2.2. ფსიქო-სოციალური რისკების შეფასებისა და ინდექსის განსაზღვრის სისტემა

მოდელის ერთ-ერთ ძირითად ინოვაციურ კომპონენტს წარმოადგენს ფსიქო-სოციალური რისკების ინდექსი. აღნიშნული ინდექსი წარმოადგენს შეფასების ერთიან მაჩვენებელს, რომელიც საშუალებას იძლევა სამედიცინო დაწესებულებამ განსაზღვროს ფსიქო-სოციალური რისკების საერთო დონე და მოახდინოს პრიორიტეტული მიმართულებების იდენტიფიცირება. ინდექსის შესაფასებელი ძირითადი კრიტერიუმები შეტანილია ცხრილში 1.

ცხრილი 1.

ფსიქო-სოციალური რისკების ინდექსის კომპონენტები

შეფასების კრიტერიუმი	შეფასების შინაარსი
სამუშაო დატვირთვა	სამუშაოს მოცულობა, ინტენსივობა, დროის დეფიციტი
ემოციური მოთხოვნები	ემოციურად რთულ პაციენტებთან ურთიერთობა, ემოციური შრომა
სამუშაოზე კონტროლი	თანამშრომლის შესაძლებლობა დაგეგმოს და მართოს საკუთარი სამუშაო
ხელმძღვანელობის მხარდაჭერა	ხელმძღვანელობის კომუნიკაცია, უკუკავშირი და მხარდაჭერა
გუნდური ურთიერთობები	თანამშრომლებს შორის თანამშრომლობა, სოციალური მხარდაჭერა და კონფლიქტების მართვა
სამუშაოსა და პირად ცხოვრებას შორის ბალანსი	სამუშაო საათების გავლენა პირად ცხოვრებასა და დასვენებაზე
სამუშაო ადგილზე ძალადობისა და აგრესიის რისკი	ვერბალური, ფიზიკური ან ფსიქოლოგიური ძალადობის შემთხვევები

ყოველი კრიტერიუმი ფასდება სტანდარტიზებული კითხვარის საფუძველზე. მიღებული შედეგების ანალიზის შედეგად განისაზღვრება ორგანიზაციაში ფსიქო-სოციალური რისკების საერთო დონე, რაც ხელმძღვანელობას საშუალებას აძლევს განახორციელოს პოლიტიკა, განსაზღვროს პრიორიტეტული მიმართულებები და დაგეგმოს შესაბამისი პრევენციული ღონისძიებები [8, 9]. აღნიშნული შეფასების მეთოდოლოგია დამუშავებულია წინამდებარე სტატიის ფარგლებში და შეიძლება ადაპტირდეს სხვადასხვა ტიპის სამედიცინო დაწესებულების სპეციფიკის შესაბამისად.

იგი აერთიანებს სხვადასხვა შეფასების ინსტრუმენტით მიღებულ მონაცემებს ერთიან მართვით მაჩვენებელში. ინდექსის გამოყენება ხელს უწყობს რისკების პრიორიტეტიზაციას და რესურსების ეფექტიან განაწილებას. შეფასების შედეგად შესაძლებელია რისკის დონის კლასიფიცირება:

- დაბალი რისკი;
- საშუალო რისკი;
- მაღალი რისკი;
- კრიტიკული რისკი.

2.3. ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი

საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი, რომელიც წარმოადგენს კონკრეტული სამედიცინო დაწესებულების ან სამუშაო ერთეულის ფსიქო-სოციალური მდგომარეობის სისტემურ აღწერას.

საერთაშორისო პრაქტიკა ძირითადად ორიენტირებულია ინდივიდუალური კითხვარებითა და შეფასების ინსტრუმენტებით რისკების გამოვლენაზე, თუმცა საქართველოს სამედიცინო სექტორისთვის მნიშვნელოვანია ისეთი მექანიზმის შექმნა, რომელიც მიღებულ მონაცემებს გადაიყვანს ორგანიზაციულ მართვით ფორმატში [10].

ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი მოიცავს შემდეგ ძირითად ინფორმაციას:

- დაწესებულებაში იდენტიფიცირებული ფსიქო-სოციალური საფრთხეები;
- თითოეული სამუშაო პოზიციის ან განყოფილების მიხედვით შეფასებული რისკის დონე;
- გამოვლენილი ძირითადი პრობლემური მიმართულებები;
- თანამშრომელთა დატვირთვის მაჩვენებლები;
- პროფესიული გადაღლის რისკის შეფასება [11];
- განხორციელებული პრევენციული ღონისძიებები;
- განმეორებითი შეფასების შედეგები.

მაგალითად, გადაუდებელი დახმარების, ინტენსიური თერაპიისა და ონკოლოგიური მიმართულებების პერსონალს შესაძლოა ჰქონდეს განსხვავებული ფსიქო-სოციალური რისკის პროფილი, ვიდრე ადმინისტრაციულ პერსონალს. შესაბამისად, ერთიანი

მიდგომის ნაცვლად აუცილებელია რისკების მართვა კონკრეტული სამუშაო გარემოს თავისებურებების გათვალისწინებით.

ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი საშუალებას მისცემს სამედიცინო დაწესებულების ხელმძღვანელობასა და შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტებს მიიღონ კონკრეტულ მონაცემებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებები და დაგეგმონ მიზნობრივი პრევენციული ღონისძიებები. განსხვავებით ტრადიციული შეფასების ინსტრუმენტებისგან, რომლებიც ერთჯერად შეფასებაზეა ორიენტირებული, ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი უზრუნველყოფს ინფორმაციის სისტემატურ განახლებასა და სხვადასხვა განყოფილების შედეგების ერთმანეთთან შედარების შესაძლებლობას.

2.4. ადრეული გაფრთხილების სისტემა

მოდელის კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია ფსიქო-სოციალური რისკების ადრეული გამოვლენის სისტემა. ტრადიციული მიდგომები ხშირად ეფუძნება უკვე განვითარებულ პრობლემებზე რეაგირებას, მაგალითად, თანამშრომლის ხანგრძლივ არყოფნას, პროფესიული გადაღლის გამოვლენას ან სამუშაოს დატოვების გადაწყვეტილებას. თუმცა ეფექტური პრევენციული სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს ფსიქო-სოციალური საფრთხეების ადრეულ იდენტიფიცირებასა და მათგან გამომდინარე რისკების გამოვლენას მანამდე, სანამ ისინი მნიშვნელოვან გავლენას მოახდენენ თანამშრომლის ჯანმრთელობასა და ორგანიზაციის ფუნქციონირებაზე.

ადრეული გაფრთხილების სისტემა ეფუძნება შემდეგ ინდიკატორებს:

- თანამშრომელთა ავადმყოფობის გამო არყოფნის ზრდა;
- პერსონალის ხშირი ცვლა;
- სამუშაო დატვირთვის მნიშვნელოვანი ზრდა;
- თანამშრომელთა უკმაყოფილების განმეორებითი სიგნალები;
- კონფლიქტების ან საჩივრების რაოდენობის მატება;
- პროფესიული გადაღლის შეფასების შედეგების გაუარესება.

აღნიშნული მონაცემების პერიოდული ანალიზი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს პრობლემური მიმართულებები და განხორციელდეს პრევენციული ღონისძიებები.

2.5. მონაცემთა ინტეგრირებული მართვის მექანიზმი

წარმოდგენილ მოდელში მონაცემთა მართვა განიხილება როგორც დამხმარე კომპონენტი, რომელიც უზრუნველყოფს შეფასების შედეგების ერთიან სისტემაში თავმოყრას. მოცემული მექანიზმი გულისხმობს:

- ფსიქო-სოციალური საფრთხეების შეფასებების ელექტრონულ აღრიცხვას;
- პერიოდული შეფასებების შედარებით ანალიზს;
- რისკის დონის ცვლილებების მონიტორინგს;
- პრევენციული ღონისძიებების შედეგების შეფასებას.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ციფრული ინსტრუმენტები საერთაშორისო პრაქტიკაშიც გამოიყენება, თუმცა მოცემული მოდელის თავისებურება მდგომარეობს არა თავად ტექნოლოგიის გამოყენებაში, არამედ მისი ინტეგრირებაში საქართველოს სამედიცინო დაწესებულებების შრომის უსაფრთხოების მართვის სისტემასთან.

მონაცემთა ინტეგრირებული მართვის მექანიზმი უზრუნველყოფს სხვადასხვა წყაროდან მიღებული ინფორმაციის ერთიან ანალიზს, რაც ხელმძღვანელობას საშუალებას აძლევს დროულად გამოავლინოს ტენდენციები, შეაფასოს განხორციელებული პრევენციული ღონისძიებების ეფექტიანობა და დაგეგმოს შემდგომი გაუმჯობესების ღონისძიებები. მონაცემებზე დაფუძნებული მართვის ეს მიდგომა თანამედროვე შრომის უსაფრთხოების სისტემების ერთ-ერთ ძირითად პრინციპად მიიჩნევა [12].

3. მოდელის დანერგვის ეტაპები

საქართველოს სამედიცინო სექტორში ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელის ეფექტური განხორციელება საჭიროებს ეტაპობრივ მიდგომას. მოდელის დანერგვა უნდა განხორციელდეს არა როგორც ერთჯერადი ღონისძიება, არამედ როგორც უწყვეტი მართვის პროცესი, რომელიც ინტეგრირდება დაწესებულების შრომის უსაფრთხოების საერთო სისტემაში [13-16].

3.1. მოსამზადებელი ეტაპი

პირველი ეტაპი მოიცავს ორგანიზაციული გარემოს შეფასებას და მოდელის დანერგვისთვის საჭირო პირობების შექმნას. ამ ეტაპზე აუცილებელია:

- პასუხისმგებელი პირების განსაზღვრა;
- შრომის უსაფრთხოების სპეციალისტის, ადამიანური რესურსების მართვის სამსახურისა და ხელმძღვანელობის თანამშრომლობის უზრუნველყოფა;
- არსებული შრომის უსაფრთხოების სისტემის ანალიზი;
- ფსიქო-სოციალური რისკების მართვის პოლიტიკის შემუშავება.

აღნიშნულ ეტაპზე მნიშვნელოვანია ორგანიზაციული კულტურის შეფასება, რადგან ფსიქო-სოციალური რისკების მართვის ეფექტიანობა მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული იმაზე, რამდენად ღია და მხარდამჭერია სამუშაო გარემო თანამშრომლებისთვის.

3.2. ფსიქო-სოციალური რისკების შეფასების ეტაპი

მეორე ეტაპზე ხორციელდება სამედიცინო დაწესებულებაში არსებული ფსიქო-სოციალური ფაქტორების შეფასება. შეფასების პროცესში შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს საერთაშორისო შეფასების ინსტრუმენტებიც.

შეფასება უნდა განხორციელდეს არა მხოლოდ მთლიანად დაწესებულების დონეზე, არამედ სხვადასხვა სამუშაო მიმართულების მიხედვით, რადგან რისკების დონე მნიშვნელოვნად განსხვავდება განყოფილებების მიხედვით. მაგალითად, გადაუდებელი დახმარების, ინტენსიური თერაპიისა და ქირურგიული მიმართულებების

თანამშრომლები შესაძლოა ექვემდებარებოდნენ უფრო მაღალ ემოციურ და სამუშაო დატვირთვას, ვიდრე ადმინისტრაციული პერსონალი.

3.3. ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტის შექმნის ეტაპი

შეფასების შედეგების საფუძველზე იქმნება დაწესებულების ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი. პასპორტში აისახება:

- გამოვლენილი ძირითადი ფსიქო-სოციალური საფრთხეები;
- შეფასებული რისკის დონე;
- მაღალი რისკის მქონე სამუშაო პოზიციები;
- არსებული პრევენციული ღონისძიებები;
- დამატებით გასატარებელი ღონისძიებები.

აღნიშნული მექანიზმი უზრუნველყოფს რისკების მართვის პროცესის სისტემატიზაციას და ხელს უწყობს გადაწყვეტილებების მიღებას კონკრეტულ მონაცემებზე დაყრდნობით.

3.4. პრევენციული ღონისძიებების განხორციელების ეტაპი

ამ ეტაპზე ხორციელდება გამოვლენილი რისკების შემცირების ღონისძიებები, რომლებიც შეიძლება მოიცავდეს:

- სამუშაო დატვირთვის ოპტიმიზაციას;
- სამუშაო გრაფიკის გაუმჯობესებას;
- პერსონალის რაოდენობისა და ფუნქციების გადახედვას;
- ხელმძღვანელთა ტრენინგებს თანამშრომელთა მხარდაჭერის მიმართულებით;
- კონფლიქტების მართვის მექანიზმების განვითარებას;
- ფსიქოლოგიური მხარდაჭერის პროგრამების დანერგვას;
- პროფესიული გადაღლის პრევენციის ღონისძიებებს.

3.5 .მონიტორინგისა და უწყვეტი გაუმჯობესების ეტაპი

მოდელის საბოლოო ეტაპი გულისხმობს მიღებული შედეგების პერიოდულ შეფასებას. მონიტორინგის ფარგლებში უნდა შეფასდეს:

- ფსიქო-სოციალური რისკების ინდექსის ცვლილება;
- თანამშრომელთა კმაყოფილების დინამიკა;
- პროფესიული გადაღლის მაჩვენებლები;
- განხორციელებული ღონისძიებების ეფექტიანობა;
- ახალი საფრთხეებისა და რისკების წარმოშობა.

3.6. მოდელის მოსალოდნელი შედეგები და უპირატესობები

საქართველოს სამედიცინო სექტორში მოდელის დანერგვა ხელს შეუწყობს ფსიქო-სოციალური რისკების მართვის სისტემის განვითარებას და შექმნის უფრო უსაფრთხო სამუშაო გარემოს.

1. პროფესიული გადაღლის შემცირება

2. თანამშრომელთა კეთილდღეობის გაუმჯობესება
3. სამედიცინო მომსახურების ხარისხის გაუმჯობესება
4. შრომის უსაფრთხოების სისტემის განვითარება
5. მენეჯმენტის გადაწყვეტილებების გაუმჯობესება

4. დასკვნა

შესრულებული კვლევების საფუძველზე შესაძლებელია დავასკვნათ, რომ საერთაშორისო გამოცდილების მიხედვით შემუშავებული საქართველოს სამედიცინო სექტორის ფსიქო-სოციალური რისკების ინტეგრირებული მართვის მოდელი სრულად შეესაბამება საქართველოს სამედიცინო სექტორის სპეციფიკურ საჭიროებებს. კერძოდ, მართვის მოდელის ძირითადი ინოვაციური ელემენტები: ფსიქო-სოციალური საფრთხეების პასპორტი, ფსიქო-სოციალური რისკების ინდექსი, ადრეული გაფრთხილების სისტემა და მონაცემებზე დაფუძნებული მართვის მექანიზმი უზრუნველყოფს ფსიქო-სოციალური რისკების სისტემურ შეფასებასა და მართვას, რისკების ადრეულ იდენტიფიცირებას, პრევენციული ღონისძიებების მიზნობრივ დაგეგმვას, რესურსების ეფექტიან განაწილებას, მენეჯმენტის მონაცემებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების მიღებას და შრომის უსაფრთხოების სისტემის უწყვეტ გაუმჯობესებას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, მართვის მოდელი პასუხობს საქართველოს სამედიცინო სექტორის სპეციფიკურ საჭიროებებს, ამცირებს ან ანეიტრალებს სამედიცინო პერსონალის მაღალ სამუშაო და ემოციურ დატვირთვას, პროფესიული გადაღლის რისკს, ცვლებში გამოხატულ და გახანგრძლივებულ სამუშაო რეჟიმს.

აქედან გამომდინარე, წინამდებარე ნაშრომის ფარგლებში დამუშავებული ინტეგრირებული მოდელის პრაქტიკაში გამოყენება ხელს შეუწყობს სამედიცინო დაწესებულებებში უსაფრთხოების კულტურის განვითარებას, პროფესიული გადაღლის შემცირებას, თანამშრომელთა კეთილდღეობის გაუმჯობესებასა და საბოლოოდ - სამედიცინო მომსახურების ხარისხის ამაღლებას. იგი უნდა შეფასდეს როგორც მნიშვნელოვანი წინგადადგმული ნაბიჯი, რადგან ფსიქო-სოციალური საფრთხეების მართვა აღარ იქნება მხოლოდ ინდივიდუალური პრობლემების გადაჭრის მექანიზმი და იგი გადაიქცევა ორგანიზაციული უსაფრთხოების სისტემის სრულფასოვან კომპონენტად.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. International Labour Organization (ILO). Psychosocial risks and stress at work. Available at: https://www.ilo.org

2. World Health Organization (WHO). Mental health at work: Policy brief. Geneva: WHO.

3. European Agency for Safety and Health at Work (EU-OSHA). Psychosocial risks and workers' health. Available at: https://osha.europa.eu

4. International Organization for Standardization. ISO 45003:2021 Occupational health and safety management - Psychological health and safety at work - Guidelines.

5. Copenhagen Psychosocial Questionnaire (COPSOQ) International Network. Copenhagen Psychosocial Questionnaire. Available at: https://www.copsoq-network.org

6. Health and Safety Executive (HSE). Management Standards Indicator Tool. Available at: https://www.hse.gov.uk

7. Lanchava, O., Ratiani, N., Bulia, N., & Bezhanishvili, A. (2026). The Theory and Practice of the Healthcare "Golden Triangle". Georgian Scientists, 8(3), 89–96.

8. Karasek, R. A. (1979). Job demands, job decision latitude, and mental strain: Implications for job redesign. Administrative Science Quarterly, 24(2), 285–308.

9. Siegrist, J. (1996). Adverse health effects of high-effort/low-reward conditions. Journal of Occupational Health Psychology, 1(1), 27–41.

10. Bulia, N. (2026). Psychosocial risk assessment and management strategies in the healthcare sector: International practice analysis. Georgian Scientists, 8(2), 812–819. https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.02.63

11. Maslach, C., & Jackson, S. E. (1981). The measurement of experienced burnout. Journal of Occupational Behaviour, 2(2), 99–113.

12. Lanchava, O., Bulia, N., & Darakhvelidze, M. (2025). Ensuring occupational safety in the medical sector: Key problems, systemic challenges, and strategic recommendations. Georgian Scientists, 7(2), 617–624.

13. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Nozadze, G., & Jangidze M. (2022). Preventing the Spread of Combustible Products in Tunnels by Implementing a Divisible System. *Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ)* 21(4), 627-635.

14. Lanchava, O., & Ilias, N. (2020). Calculation of railway tunnels ventilation. Journal of Engineering Sciences and Innovation 5 (1), 69-86.

15. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Nozadze, G., & Tsanava, D. (2022). Analysis of the use of transformable elements in intelligent tunnel ventilation systems. MATEC Web of Conferences 354, 00020.

16. Lanchava, O., Ilias, N., Radu, S.M., Jangidze, M., & Khokerasvili, Z. (2021). Fire development study on physical models of transport tunnels. MATEC Web of Conferences 342, 03020.

Integrated Psychosocial Risk Management Model for the Georgian Healthcare Sector

Natalia Bulia[1]

[1]Georgian Technical University, **Georgia**

Abstract

This article presents an integrated psychosocial risk management model for the Georgian healthcare sector, developed on the basis of international standards and adapted to the specific needs and characteristics of Georgia's healthcare system. The research findings indicate that: (1) effective psychosocial risk management requires consideration of local realities, including natural conditions, economic capacities, and cultural factors; and (2) international experience provides best practices that can be successfully integrated into the national healthcare system. The proposed model integrates mechanisms for psychosocial hazard identification, psychosocial risk assessment, prioritization, prevention, and continuous improvement. The framework introduces several key components, including the Psychosocial Hazard Passport (PHP), the Psychosocial Risk Index (PRI), and an Early Warning System (EWS) for the timely identification and management of emerging psychosocial risks. The proposed model aims to strengthen psychosocial risk management practices in Georgian healthcare institutions, reduce occupational burnout, promote the protection of employees' mental health, and foster a proactive occupational safety culture.

Keywords: psychosocial risks and their assessment, occupational safety, healthcare sector, integrated management model, occupational burnout.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.12



Steroid-Induced Diabetic Ketoacidosis Following High-Dose Intravenous Methylprednisolone Pulse Therapy in a Patient with Dermatomyositis: A Case Report

Julieta Leladze[2], Anzor Gogiberidze[1 2], Nino Chkhikvadze[2], Sopio Babutsidze[2], Marina Pailodze[1], Manana Arabuli-Chlikadze[1], Sopiko Kandelaki[1], Ana Betchvaia[2], Ana Babutsidze[2], Ketevan Jangveladze[1]

[1]Department of Human Normal Anatomy, Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia;
[2]Department of Internal Medicine, GlobalMedi University Clinic, Tbilisi, Georgia

Abstract

Background: Diabetic ketoacidosis (DKA) is a life-threatening acute metabolic complication of diabetes mellitus characterized by hyperglycemia, metabolic acidosis, and ketosis. Although glucocorticoid therapy is a well-recognized cause of steroid-induced hyperglycemia, the development of DKA in patients without previously diagnosed diabetes is uncommon. High-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy may significantly increase insulin resistance and precipitate severe metabolic decompensation, particularly in patients with underlying inflammatory disorders.

Case Presentation: We report the case of a 62-year-old patient with active dermatomyositis who developed severe diabetic ketoacidosis shortly after receiving high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy. Before hospitalization, the patient had no history of diabetes mellitus, and self-monitored blood glucose levels had remained within the normal range. Following pulse therapy, the patient presented with profound hyperglycemia (545 mg/dL), positive ketonuria, metabolic acidosis (pH 7.20, bicarbonate 14.8 mmol/L), and an elevated anion gap, fulfilling the diagnostic criteria for DKA. Intensive management, including aggressive intravenous fluid resuscitation, continuous intravenous insulin infusion, electrolyte replacement, and close metabolic monitoring, resulted in gradual correction of hyperglycemia and metabolic acidosis. Despite metabolic stabilization, the patient experienced progressive muscle weakness, dysphagia, and respiratory deterioration related to active dermatomyositis.

Conclusion: This case highlights high-dose glucocorticoid pulse therapy as a potential precipitating factor for diabetic ketoacidosis, even in individuals without previously diagnosed diabetes mellitus. Clinicians should closely monitor blood glucose levels before, during, and after corticosteroid pulse therapy, particularly in patients with autoimmune inflammatory diseases receiving prolonged glucocorticoid treatment. Early recognition and prompt management of steroid-induced DKA are essential to reduce morbidity and improve clinical outcomes.

Keywords: diabetic ketoacidosis; steroid-induced diabetes; methylprednisolone pulse therapy; dermatomyositis; glucocorticoids; hyperglycemia; case report.

Introduction

Diabetic ketoacidosis (DKA) is an acute, life-threatening metabolic emergency characterized by hyperglycemia, ketonemia, and high anion gap metabolic acidosis resulting from absolute or relative insulin deficiency. Although DKA is most frequently associated with type 1 diabetes mellitus, it may also occur in individuals with type 2 diabetes or, less commonly, in patients without a previous diagnosis of diabetes when exposed to significant metabolic stress or diabetogenic medications (1,2,3). Prompt recognition and treatment are essential, as delayed diagnosis may result in severe electrolyte disturbances, cerebral edema, multiple organ dysfunction, and death (4,5,6).

The incidence of DKA has increased worldwide over the past two decades despite advances in diabetes care. Recent epidemiological studies estimate an annual incidence of approximately 8–46 episodes per 1,000 patients with type 1 diabetes, whereas DKA occurs considerably less frequently in patients with type 2 diabetes. Mortality rates have markedly declined in developed countries and are generally below 1–5% when evidence-based management protocols are applied; however, mortality remains substantially higher among older adults and patients with significant comorbidities (7,8).

Several precipitating factors have been identified, including infections, omission or inadequate administration of insulin, myocardial infarction, stroke, acute pancreatitis, trauma, surgery, and medications that impair glucose metabolism. Among pharmacological triggers, systemic glucocorticoids are well recognized for inducing hyperglycemia through increased hepatic gluconeogenesis, enhanced peripheral insulin resistance, and impaired pancreatic β-cell function. Nevertheless, progression from steroid-induced hyperglycemia to overt diabetic ketoacidosis remains uncommon, particularly in individuals without previously diagnosed diabetes mellitus.

Dermatomyositis is a rare autoimmune inflammatory myopathy characterized by progressive proximal muscle weakness, characteristic cutaneous manifestations, and potential involvement

of the lungs, gastrointestinal tract, and other organs. High-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy remains an important treatment option for severe or rapidly progressive disease because of its potent anti-inflammatory and immunosuppressive effects. However, pulse-dose glucocorticoids may precipitate profound metabolic disturbances, including severe hyperglycemia, especially in susceptible individuals (9).

We present the case of a 62-year-old patient with active dermatomyositis who developed severe steroid-induced diabetic ketoacidosis shortly after receiving high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy despite having no previous history of diabetes mellitus. This case highlights the importance of careful glucose monitoring before, during, and after glucocorticoid pulse therapy and emphasizes that diabetic ketoacidosis should be considered in the differential diagnosis of patients presenting with acute metabolic deterioration following high-dose corticosteroid administration.

Etiology and Pathophysiology

Diabetic ketoacidosis (DKA) develops as a consequence of absolute or relative insulin deficiency combined with increased secretion of counter-regulatory hormones, including glucagon, catecholamines, cortisol, and growth hormone. This hormonal imbalance results in impaired glucose utilization by peripheral tissues, excessive hepatic gluconeogenesis and glycogenolysis, accelerated lipolysis, and increased hepatic ketogenesis. The accumulation of ketone bodies, primarily β-hydroxybutyrate and acetoacetate, leads to high anion gap metabolic acidosis, while persistent hyperglycemia causes osmotic diuresis, dehydration, electrolyte depletion, and intravascular volume contraction (10,11).

The most common precipitating factors for DKA include infections, inadequate insulin therapy or treatment discontinuation, newly diagnosed diabetes mellitus, acute myocardial infarction, stroke, pancreatitis, surgery, trauma, and certain medications. In recent years, several pharmacological agents, including sodium-glucose cotransporter-2 (SGLT2) inhibitors, atypical antipsychotics, immune checkpoint inhibitors, and systemic glucocorticoids, have been increasingly recognized as potential triggers of DKA (12).

Glucocorticoids induce hyperglycemia through multiple mechanisms. They stimulate hepatic gluconeogenesis, reduce peripheral glucose uptake by skeletal muscle and adipose tissue, suppress insulin-mediated glucose utilization, and impair pancreatic β-cell function, resulting in increased insulin resistance and relative insulin deficiency. High-dose corticosteroid therapy, particularly intravenous methylprednisolone pulse therapy, produces rapid and profound metabolic alterations that may overwhelm pancreatic compensatory mechanisms, especially in patients

with predisposing factors such as obesity, prediabetes, advanced age, chronic inflammatory diseases, or prolonged glucocorticoid exposure (13).

Dermatomyositis itself may further contribute to the development of severe metabolic disturbances. Active systemic inflammation is associated with increased production of pro-inflammatory cytokines, including tumor necrosis factor-α (TNF-α), interleukin-1 (IL-1), and interleukin-6 (IL-6), which promote insulin resistance and impair insulin signaling. The combined effects of systemic inflammation and high-dose glucocorticoid therapy markedly increase the risk of severe hyperglycemia and, in susceptible individuals, may precipitate diabetic ketoacidosis (14,15).

In the present case, the development of DKA was most likely multifactorial. Long-term glucocorticoid treatment, recent administration of high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy, active dermatomyositis-associated systemic inflammation, and previously unrecognized chronic hyperglycemia, as suggested by the elevated glycated hemoglobin (HbA1c 9.9%), probably acted synergistically to precipitate acute metabolic decompensation. This case illustrates that diabetic ketoacidosis should be considered in any patient who develops severe hyperglycemia and metabolic acidosis following glucocorticoid pulse therapy, even in the absence of a previously established diagnosis of diabetes mellitus (16,17,18).

Case Presentation

A 62-year-old patient was admitted to the emergency department with severe generalized weakness, nausea, repeated vomiting, diffuse abdominal discomfort, polyuria, and polydipsia. On admission, marked hyperglycemia was detected, which persisted despite initial insulin administration.

The patient had been diagnosed with dermatomyositis in December 2025 and was under regular rheumatologic follow-up. The disease was characterized by progressive proximal muscle weakness, mild cutaneous rash, impaired ambulation, difficulty rising from a seated position, and dysphagia.

Before hospitalization, the patient's maintenance treatment included hydroxychloroquine 200 mg twice daily, prednisolone 10 mg/day, mycophenolate mofetil twice daily, tacrolimus (oral capsules and topical ointment), esomeprazole 40 mg/day, and rivaroxaban 10 mg/day. During the two weeks preceding admission, oral methylprednisolone 16 mg twice daily had been added because of worsening disease activity.

The patient had no previous diagnosis of diabetes mellitus. Self-monitoring of blood glucose during chronic corticosteroid therapy had shown fasting glucose levels ranging from 108 to 115 mg/dL and postprandial glucose levels of approximately 128 mg/dL.

On the day of admission, according to the rheumatologist's recommendation, the patient received high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy consisting of 1 g methylprednisolone administered in 250 mL of 0.9% sodium chloride solution. Shortly after completion of the infusion, the patient developed profound hyperglycemia (36.36 mmol/L), accompanied by generalized weakness, dizziness, nausea, dry mouth, and marked polyuria, prompting emergency hospital admission.

The patient reported that mild xerostomia and increased urinary frequency had been present for approximately one month before admission; however, severe hyperglycemia had never previously been documented. The medical history was also notable for partial right nephrectomy performed in 2025 for a renal cyst confirmed by histopathological examination.

On physical examination, the patient appeared acutely ill but remained conscious and cooperative, with delayed verbal responses. Hemodynamic parameters were stable. Cardiac auscultation revealed regular rhythm with muffled heart sounds and no audible murmurs. Pulmonary examination demonstrated bilateral vesicular breath sounds without adventitious sounds. The tongue and oral mucosa were markedly dry. The abdomen was soft with diffuse tenderness on palpation but without signs of peritoneal irritation. No costovertebral angle tenderness was present, and urine output was preserved. Neurological examination demonstrated no focal deficits or meningeal signs. Musculoskeletal examination revealed no skeletal deformities.

Electrocardiography showed normal sinus rhythm without evidence of acute ischemic changes.

Initial laboratory investigations demonstrated a white blood cell count of $7.84 \times 10^3/\mu L$ with neutrophil predominance (94.6%), hemoglobin of 116 g/L, platelet count of $124 \times 10^3/\mu L$, serum glucose of 545 mg/dL, and serum creatinine of 146.6 μmol/L. Urinalysis revealed marked glucosuria, positive ketonuria, urinary pH of 5.0, and a specific gravity of 1.015.

Arterial blood gas analysis confirmed metabolic acidosis with a pH of 7.20, bicarbonate concentration of 14.8 mmol/L, partial pressure of carbon dioxide (pCO_2) of 38.1 mmHg, an anion gap of 18.6 mmol/L, and serum potassium of 4.99 mmol/L. Glycated hemoglobin (HbA1c) was 9.9%.

Based on the clinical presentation and laboratory findings, the diagnosis of diabetic ketoacidosis was established.

Immediate treatment included aggressive intravenous fluid resuscitation, continuous intravenous insulin infusion using insulin glulisine (Apidra), electrolyte replacement therapy, oxygen supplementation, and close monitoring of blood glucose, electrolyte concentrations, and acid-base status. Because blood glucose levels initially exceeded the upper measurable limit of the glucometer (HI), 10 units of subcutaneous insulin glulisine were administered without significant improvement. Continuous intravenous insulin infusion was subsequently initiated (50 units of insulin glulisine diluted in 50 mL of 0.9% sodium chloride, infused at 4 units/hour), together with intensive fluid replacement and serial biochemical monitoring.

The patient's metabolic parameters gradually improved during treatment. Arterial pH increased from 7.20 to 7.39, serum bicarbonate increased from 14.8 to 20.9 mmol/L, and blood glucose decreased from 545 mg/dL to 227 mg/dL.

Despite successful correction of diabetic ketoacidosis, the patient's overall clinical condition deteriorated because of progressive dermatomyositis. Marked proximal muscle weakness, worsening dysphagia, progressive respiratory insufficiency, and increasing oxygen requirements developed during hospitalization, reflecting progression of the underlying autoimmune disease.

Discussion

Diabetic ketoacidosis (DKA) is a serious acute metabolic complication that usually develops in patients with type 1 diabetes mellitus but may also occur in individuals with type 2 diabetes or previously undiagnosed diabetes under conditions of severe physiological stress. The development of DKA following glucocorticoid therapy is uncommon, and only a limited number of cases have been described in the literature. This case highlights the potential for high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy to precipitate severe DKA in a patient with active dermatomyositis and no previously established diagnosis of diabetes mellitus.

Glucocorticoids are widely used in the treatment of autoimmune and inflammatory diseases because of their potent anti-inflammatory and immunosuppressive effects. However, they profoundly affect glucose metabolism by increasing hepatic gluconeogenesis, decreasing peripheral glucose uptake, promoting insulin resistance, and impairing pancreatic β-cell function. These mechanisms result in steroid-induced hyperglycemia, which is frequently observed during corticosteroid therapy. Nevertheless, progression to diabetic ketoacidosis is rare and generally occurs in susceptible individuals with impaired β-cell reserve or previously unrecognized abnormalities of glucose metabolism.

Several factors likely contributed to the development of DKA in the present patient. First, prolonged exposure to oral glucocorticoids had already increased insulin resistance. Second, administration of high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy resulted in an abrupt increase in circulating glucocorticoid concentrations, further aggravating hyperglycemia. Third, active dermatomyositis itself represents a state of systemic inflammation characterized by increased production of pro-inflammatory cytokines, including tumor necrosis factor-α, interleukin-1, and interleukin-6, all of which are known to interfere with insulin signaling and promote insulin resistance. The combined effects of these mechanisms likely exceeded the patient's endogenous insulin secretory capacity, leading to uncontrolled hyperglycemia, ketogenesis, and metabolic acidosis.

Although the patient had no documented history of diabetes mellitus, the glycated hemoglobin level of 9.9% suggests that chronic hyperglycemia had been present before hospitalization. Previous self-monitored glucose values remained near the normal range, indicating that significant deterioration occurred only after methylprednisolone pulse therapy. It is therefore likely that glucocorticoid administration precipitated acute metabolic decompensation in a patient with previously unrecognized diabetes or significant impairment of glucose tolerance.

Current international guidelines recommend prompt recognition and aggressive treatment of DKA with intravenous isotonic fluids, continuous intravenous insulin infusion, careful potassium replacement, correction of electrolyte abnormalities, and frequent monitoring of acid-base status and blood glucose levels. Early initiation of this standardized treatment protocol in our patient resulted in rapid correction of metabolic acidosis, normalization of serum glucose concentrations, and closure of the anion gap, demonstrating the effectiveness of evidence-based management.

Despite successful metabolic stabilization, the patient's overall clinical condition deteriorated because of progressive dermatomyositis, manifested by worsening proximal muscle weakness, dysphagia, respiratory insufficiency, and increasing oxygen requirements. This observation emphasizes that successful treatment of DKA does not necessarily improve the underlying autoimmune disease and that multidisciplinary management involving endocrinologists, rheumatologists, and intensive care specialists is essential in such complex clinical situations.

The present case has several important clinical implications. Patients receiving high-dose glucocorticoid pulse therapy, particularly those with autoimmune inflammatory diseases, advanced age, prolonged corticosteroid exposure, or other risk factors for impaired glucose metabolism, should undergo careful glucose assessment before treatment and close glycemic monitoring throughout therapy. Early identification of steroid-induced hyperglycemia may allow timely intervention and prevent progression to life-threatening diabetic ketoacidosis.

In conclusion, this case demonstrates that high-dose intravenous methylprednisolone pulse therapy can precipitate severe diabetic ketoacidosis even in patients without a previously established diagnosis of diabetes mellitus. Awareness of this rare but potentially fatal complication is essential for physicians managing autoimmune diseases, as early recognition and prompt treatment may significantly improve patient outcomes.

References

1. Kitabchi AE, Umpierrez GE, Miles JM, Fisher JN. Hyperglycemic crises in adult patients with diabetes. N Engl J Med. 2009;360(16):1636–1645.
2. Wolfsdorf JI, Glaser N, Agus M, Fritsch M, Hanas R, Rewers A, et al. ISPAD Clinical Practice Consensus Guidelines 2022: Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. Pediatr Diabetes. 2022;23(Suppl 27):508–546.
3. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 16. Diabetes care in the hospital: Standards of Care in Diabetes—2025. Diabetes Care. 2025;48(Suppl 1):S344–S357.
4. Umpierrez GE, Korytkowski M. Diabetic emergencies—ketoacidosis, hyperglycaemic hyperosmolar state and hypoglycaemia. Nat Rev Endocrinol. 2016;12(4):222–232.
5. Pasquel FJ, Umpierrez GE. Hyperglycemic crises in adults: A look at the 2024 consensus report. Cleve Clin J Med. 2025;92(3):152–160.
6. Dhatariya KK, Glaser NS, Codner E, Umpierrez GE. Diabetic ketoacidosis. Nat Rev Dis Primers. 2020;6(1):40.
7. Joint British Diabetes Societies (JBDS) for Inpatient Care. The Management of Diabetic Ketoacidosis in Adults. 2nd ed. London: JBDS; 2023.
8. Dalakas MC. Inflammatory muscle diseases. N Engl J Med. 2015;372(18):1734–1747.
9. Lundberg IE, Fujimoto M, Vencovský J, Aggarwal R, Holmqvist M, Christopher-Stine L, et al. Idiopathic inflammatory myopathies. Nat Rev Dis Primers. 2021;7(1):86.
10. Dalakas MC. Polymyositis, dermatomyositis, and inclusion-body myositis. N Engl J Med. 1991;325(21):1487–1498.
11. Fardet L, Petersen I, Nazareth I. Risk of clinical cardiovascular events with glucocorticoid therapy in patients with immune-mediated inflammatory diseases. CMAJ. 2015;187(17):E492–E499.
12. Clore JN, Thurby-Hay L. Glucocorticoid-induced hyperglycemia. Endocr Pract. 2009;15(5):469–474.
13. Suh S, Park MK. Glucocorticoid-induced diabetes mellitus: An important but overlooked problem. Endocrinol Metab (Seoul). 2017;32(2):180–189.
14. Perez A, Jansen-Chaparro S, Saigi I, Bernal-Lopez MR, Miñambres I, Gomez-Huelgas R. Glucocorticoid-induced hyperglycemia. J Diabetes. 2014;6(1):9–20.
15. Jeong Y, Jeong HS, Kim YS, Kim DH. Steroid-induced diabetic ketoacidosis: A case report and review of the literature. Medicine (Baltimore). 2022;101(35):e30340.
16. Gosmanov AR, Gosmanova EO, Kitabchi AE. Hyperglycemic crises: Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar state. Endocrinol Metab Clin North Am. 2014;43(1):75–106.

17. Umpierrez GE, Murphy MB, Kitabchi AE. Diabetic ketoacidosis and hyperglycemic hyperosmolar syndrome. Diabetes Spectr. 2002;15(1):28–36.
18. Misra S, Oliver NS. Diabetic ketoacidosis in adults. BMJ. 2015;351:h5660.

მაღალი დოზით ინტრავენური მეთილპრედნიზოლონის პულს-თერაპიით ინდუცირებული დიაბეტური კეტოაციდოზი დერმატომიოზიტის მქონე პაციენტში: კლინიკური შემთხვევა

ჯულიეტა ლელაძე[2], ანზორ გოგიბერიძე[1 2], ნინო ჩხიკვაძე [2], სოფიო ბაბუციძე[2], მარინა ფაილოძე[1], მანანა არაბული-ჭლიკაძე[1], სოფიკო კანდელაკი[1], ანა ბეჭვაია[2], ანა ბაბუციძე[2], ქეთევან ჯანგველაძე[1]

[1]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, ადამიანის ნორმალური ანატომიის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო; [2]გლობალმედის საუნივერსიტეტო კლინიკა, შინაგანი მედიცინის დეპარტამენტი, თბილისი, საქართველო

ანოტაცია

შესავალი: დიაბეტური კეტოაციდოზი (DKA) შაქრიანი დიაბეტის ერთ-ერთი ყველაზე მძიმე და სიცოცხლისათვის საშიში მწვავე გართულებაა, რომელიც ხასიათდება ჰიპერგლიკემიით, მეტაბოლური აციდოზითა და კეტოზით. მიუხედავად იმისა, რომ გლუკოკორტიკოიდებით გამოწვეული ჰიპერგლიკემია ფართოდ არის ცნობილი, დიაბეტური კეტოაციდოზის განვითარება პაციენტებში, რომლებსაც მანამდე შაქრიანი დიაბეტი არ ჰქონდათ, იშვიათ მოვლენას წარმოადგენს. მაღალი დოზით ინტრავენურმა მეთილპრედნიზოლონის პულს-თერაპიამ შესაძლოა მკვეთრად გაზარდოს ინსულინრეზისტენტობა და გამოიწვიოს მძიმე მეტაბოლური დეკომპენსაცია.

კლინიკური შემთხვევა: წარმოდგენილია 62 წლის პაციენტის კლინიკური შემთხვევა აქტიური დერმატომიოზიტით, რომელსაც მაღალი დოზით ინტრავენური მეთილპრედნიზოლონის პულს-თერაპიის ჩატარების შემდეგ განუვითარდა მძიმე დიაბეტური კეტოაციდოზი. პაციენტს ანამნეზში შაქრიანი დიაბეტი არ აღენიშნებოდა, ხოლო თვითკონტროლისას გლიკემიის მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებში იყო. პულს-თერაპიის დასრულების შემდეგ განვითარდა გამოხატული ჰიპერგლიკემია (545 მგ/დლ), კეტონურია, მეტაბოლური აციდოზი (pH 7.20; HCO_3^- 14.8 mmol/L) და ანიონური ნაპრალის მომატება, რაც შეესაბამებოდა დიაბეტური კეტოაციდოზის დიაგნოსტიკურ კრიტერიუმებს. დაუყოვნებლივ დაიწყო ინტენსიური ინფუზიური თერაპია, ინტრავენური ინსულინის უწყვეტი ინფუზია, ელექტროლიტური დარღვევების კორექცია და მუდმივი მონიტორინგი, რის შედეგადაც მიღწეულ იქნა ჰიპერგლიკემიისა

და მეტაბოლური აციდოზის ეტაპობრივი კორექცია. მიუხედავად მეტაბოლური პარამეტრების გაუმჯობესებისა, პაციენტს აღენიშნებოდა დერმატომიოზიტის პროგრესირებასთან დაკავშირებული კუნთოვანი სისუსტე, დისფაგია და სუნთქვის უკმარისობის გაღრმავება.

დასკვნა: წარმოდგენილი შემთხვევა ხაზს უსვამს, რომ მაღალი დოზით გლუკოკორტიკოიდული პულს-თერაპია შეიძლება გახდეს დიაბეტური კეტოაციდოზის მაპროვოცირებელი ფაქტორი იმ პაციენტებშიც კი, რომლებსაც მანამდე შაქრიანი დიაბეტი არ ჰქონდათ. გლუკოკორტიკოიდებით მკურნალობის დროს, განსაკუთრებით აუტოიმუნური დაავადებების მქონე პაციენტებში, აუცილებელია სისხლის გლუკოზის დონის რეგულარული მონიტორინგი, რათა თავიდან იქნას აცილებული მძიმე მეტაბოლური გართულებები და უზრუნველყოფილი იყოს დროული დიაგნოსტიკა და მკურნალობა.

საკვანძო სიტყვები: დიაბეტური კეტოაციდოზი; გლუკოკორტიკოიდები; სტეროიდებით ინდუცირებული ჰიპერგლიკემია; მეთილპრედნიზოლონის პულს-თერაპია; დერმატომიოზიტი; კლინიკური შემთხვევა.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.13



Combined Application of Stevia and Amylase Enzyme in Wheat Flour Buns

Ekaterine Gobronidze
Institute of Subtropical Crops and Tea Industry, Agricultural University of Georgia

Abstract

In the modern food industry, sugar reduction strategies in bakery products are highly relevant due to growing consumer demand for low-glycemic alternatives. However, the multifaceted technological functions of sucrose pose significant challenges when substituting it in yeast-leavened formulations. This study evaluates the combined effect of *Stevia rebaudiana*, as a natural high-intensity sweetener, and alpha-amylase, acting as an enzymatic modifier, in wheat flour bun production. The feasibility of complete sucrose substitution using stevia alongside varying doses of alpha-amylase was investigated. The rheological properties of the dough, fermentation kinetics, physicochemical characteristics, and the sensory profile of the final baked goods were systematically evaluated. The results demonstrated that the incorporation of alpha-amylase significantly mitigates the adverse quality effects induced by stevia, markedly improving loaf volume, crumb porosity, and textural attributes. The optimal formulation was achieved by replacing 100% of sucrose with stevia extract supplemented with 40 ppm of alpha-amylase, which successfully restored the dough stability and gas production capacity to levels comparable to the control.

Keywords: *Stevia rebaudiana*; amylase; Sugar substitution; Dough rheology; Fermentation kinetics; Functional baking.

1. Introduction

Excessive dietary sugar consumption is closely linked to global metabolic disorders, including obesity, cardiovascular diseases, and type 2 diabetes. Consequently, the development of low-calorie and low-glycemic food alternatives has become a priority for food technologists. In baking technology, sucrose serves not merely as a flavor modifier but also as a critical structural, hygroscopic, and biochemical component. It acts as the primary substrate for yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) metabolism and participates in thermal browning via the Maillard reaction and caramelization, which define the crust color and aroma of the finished product [3, 5].

Stevia rebaudiana Bertoni is widely recognized as a safe, natural, zero-calorie sweetener containing steviol glycosides, which possess intense sweetness (200–300 times sweeter than sucrose). Beyond its sweetening capacity, stevia exhibits therapeutic potential, including anti-hyperglycemic, anti-hypertensive, and antioxidant activities [7]. However, the total substitution of sucrose with stevia in yeast-leavened doughs presents severe technological drawbacks. The absence of fermentable bulk sugars leads to a dramatic suppression of yeast activity, reduced gas production, impaired dough rheology, and a diminished volume, often accompanied by an undesirable bitter aftertaste [8].

To overcome these structural and fermentative limitations, enzymatic modification offers a promising clean-label approach. The introduction of exogenous alpha-amylase (EC 3.2.1.1) facilitates the endohydrolysis of alpha-(1,4)-glucosidic linkages in amylose and amylopectin. This enzymatic breakdown generates fermentable sugars (mainly maltose and maltotriose) directly from the flour starch matrix, thereby compensating for the lack of added sucrose and restoring yeast metabolic pathways [6].

While individual effects of sweeteners and enzymes have been documented, the synergistic application of a stevia-alpha-amylase binary system remains insufficiently explored in sweet bun formulations. Therefore, this study aims to investigate the combined effect of stevia extract and varying concentrations of alpha-amylase on dough proofing dynamics, farinographic characteristics, gas retention, and the overall quality attributes of the final product.

2. Materials and Methods

Premium-quality commercial wheat flour (moisture 14.0%, ash 0.55%, wet gluten 28.0%), compressed baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), commercial *Stevia rebaudiana* extract (high-purity steviol glycosides), industrial-grade fungal alpha-amylase (enzyme activity: 20,000 U/g), sodium chloride, commercial sucrose, vegetable oil, and distilled water were used in the formulations.

The dough was prepared using a straight-dough baking method. The control formulation consisted of wheat flour (100%), sucrose (10%), compressed yeast (3%), sodium chloride (1.5%), vegetable oil (4%), and water (determined by water absorption capacity). In the experimental formulations, sucrose was completely replaced by stevia extract (scaled to match the sweetness equivalence of the control). Fungal alpha-amylase was incorporated into the stevia formulations at concentrations of 20, 40, and 50 ppm (mg/kg of flour).

The parameters recorded included Water Absorption Capacity (WAC, %), Dough Development Time (DDT, min), Dough Stability (DS, min), and Mechanical Weakening/Degree of Softening .

Dough proofing dynamics and cumulative carbon dioxide ({CO}_) production were monitored using a standard rheofermentometer-type setup over a 90-minute fermentation period at

30circ\text and 85% relative humidity. Total gas production (mL) and gas retention capacity (%) were calculated.

Buns were baked at 210circ\text for 18 minutes. After cooling for 2 hours, the moisture content was determined by drying at 105circ\text to a constant weight (AACC Method 44-15A). Crumb porosity (%) was measured by the volumetric displacement method. Descriptive sensory analysis was performed by a trained panel using a 10-point hedonic scale scoring aroma, taste, and crust appearance.

3. Results and Discussion

The impact of complete sucrose replacement with stevia extract on dough proofing volume expansion was monitored over a 90-minute period (Table 1).

Table 1: Dough proofing dynamics under sucrose-to-stevia substitution conditions

Proofing Time (min)	Control Sample .%	Experimental Sample .%
30	45	20
60	85	42
90	120	58

As indicated by the data in Table 1, the total substitution of sucrose with stevia severely hindered the dough proofing process, resulting in a dramatic reduction of the final volume expansion from 120% (control) down to 58%. This inhibition is primarily driven by the metabolic starvation of *Saccharomyces cerevisiae*, as steviol glycosides are non-fermentable by standard baker's yeast [8]. This deficiency in fermentable mono- and disaccharides suppresses the glycolytic pathway of the yeast, limiting gas generation and dough expansion. To resolve this technological bottleneck, exogenous alpha-amylase was introduced as an enzymatic corrective agent in the subsequent phase.

The effects of combining stevia with various concentrations of alpha-amylase on the structural-mechanical and farinographic properties of the dough were investigated to establish optimal proportions (Table 2).

Table 2. Structural-mechanical characteristics of dough with alternative sweeteners and enzymatic modification

Sample Designation	Dough Development Time (min)	Water Absorption Capacity (%)	Dough Stability (min)	Mechanical Weakening (FU)
Control (100% Sugar)	2.5	58.0	8.0	60
Stevia + Amylase 20 ppm	2.9	59.5	7.2	75
Stevia + Amylase 40 ppm	2.8	59.2	7.5	70
Stevia + Amylase 50 ppm	3.4	60.8	6.9	90

Experimental data showed that the combined use of stevia and α-amylase slightly altered the water absorption capacity (WAC) of the flour, increasing it from 58.0% to 60.8% at higher enzyme levels. This is attributed to the intense hygroscopicity of stevia extracts and the structural alterations in starch granules [4].

The formulation containing stevia combined with 40 ppm of amylase exhibited the most balanced rheological profile, maintaining high mechanical stability (7.5 min) and a moderate softening degree (70). However, increasing the alpha-amylase dose to 50 ppm led to a prominent increase in mechanical weakening (90) and a drop in stability (6.9 min). Excessive endohydrolysis of starch by alpha-amylase over-produces dextrins, which dilutes and destabilizes the gluten matrix, resulting in a sticky, technologically unmanageable dough [2, 9]. Thus, 40 ppm was established as the critical threshold for maintaining structural integrity.

Since replacing sugar with stevia alters the nutrient medium for yeast, it was essential to determine how the selected enzyme concentrations affect carbon dioxide ({CO} generation and retention within the dough matrix (Table 3).

Table 3: Influence of stevia and amylase on dough gas production and gas retention capacity

Sample Designation	CO2 Production (mL)	Gas Retention (%)	Fermentation Rate
Control	1450	92	High
Stevia + Amylase 20 ppm	1300	88	Moderate
Stevia + Amylase 40 ppm	1380	90	High
Stevia + Amylase 50 ppm	1200	82	Moderate

The data outline that sugar reduction leads to a decline in yeast activity, directly diminishing \text{CO}_2 generation due to the lack of fermentable sugars. However, the addition of alpha-amylase effectively compensates for this by hydrolyzing damaged starch into maltose, providing an alternative nutrient substrate for yeast fermentation [6].

The sample with 40 ppm amylase closely approached the control values, achieving a total gas production of 1380 mL and 90% gas retention. Interestingly, the 50 ppm sample showed decreased gas retention (82%), which correlates with the farinographic findings: the over-degradation of starch weakens the gas-retaining gluten-starch matrix, allowing gas to escape prematurely [2].

To determine how these fermentation improvements translate into the final baked goods, the organoleptic and physicochemical parameters of the buns were evaluated (Table 4)

Table 4. Organoleptic and qualitative parameters of the finished baked products

Sample Designation	Moisture Content (%)	Porosity (%)	Aroma Score (Max 10)	Taste Score (Max 10)	Crust Color
Control	28.5	72	9.5	9.5	Light, bright golden
Stevia + Amylase 20 ppm	29.5	68	8.5	8.5	Intensive dark golden
Stevia + Amylase 40 ppm	28.7	70	9.0	9.0	Uniform golden
Stevia + Amylase 50 ppm	28.7	70	9.0	9.0	Golden

Based on these results, the formulation supplemented with 40 ppm of -amylase yielded the best technological performance. It successfully achieved a high porosity level (70%) and excellent sensory scores (9.0 for both taste and aroma). The enzymatic accumulation of reducing sugars via amylase action provided the necessary precursors for the Maillard reaction, resulting in a desirable uniform golden crust color, effectively eliminating the pale, unappealing crust typical of pure stevia-substituted bakery formulations [1, 5].

4. Conclusion

The total substitution of sucrose with *Stevia rebaudiana* extract negatively affects dough fermentation kinetics, farinographic stability, and the organoleptic properties of baked goods due to substrate starvation in yeast cells. The incorporation of exogenous fungal amylase effectively compensates for sugar deficiencies by continuously liberating fermentable maltose from the starch matrix.An optimal concentration of 40 ppm of -amylase combined with stevia extract establishes a balanced binary system, ensuring high gas retention, optimal crumb porosity, and desired crust coloration via the Maillard reaction.This established formulation model presents a highly viable approach for the commercial production of low-calorie, low-glycemic, and functional bakery products without sacrificing traditional quality attributes.

References

1. **Nutsubidze, N., & Kiziria, L.** (2018). *Enzymatic modification of wheat flour carbohydrates in breadmaking technology*. Proceedings of the Agricultural University of Georgia, 42(3), 112–118. (in Georgian).
2. **Chikovani, M., & Beridze, T.** (2021). *The impact of natural sweeteners on the rheological properties of dough and quality of functional bakery products*. Food Technology and Industry, 15(2), 45–51. (in Georgian).
3. **Goliashvili, Z.** (2019). *Application of high-intensity sweeteners of plant origin in confectionery and bakery production*. Bulletin of the Academy of Agricultural Sciences of Georgia, 5(4), 88–94. (in Georgian).
4. **Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P.** (2009). *Food Chemistry* (4th ed.). Springer-Verlag.
5. **Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., & Delcour, J. A.** (2009). *Amylases and bread stalling – an integrated view*. Journal of Cereal Science, 50(3), 345–352. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.04.010
6. **Lemus-Mondaca, R., Vega-Gálvez, A., Zura-Bravo, L., & Ah-Hen, K.** (2012). *Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects*. Food Chemistry, 132(3), 1121–1132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.140

7. **Manisha, G., Soumya, C., & Indrani, D.** (2012). *Studies on rheological characteristics of wheat flour dough using stevioside and its effect on cake quality*. Journal of Texture Studies, 43(3), 224–232. https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2011.00332.x
8. **Rosell, C. M., Rojas, J. A., & de Barber, C. B.** (2001). *Influence of hydrocolloids on dough rheology and bread quality*. Food Hydrocolloids, 15(1), 75–81. https://doi.org/10.1016/S0268-005X(00)00054-0

სტევიისა და ფერმენტ ამილაზას კომბინირებული გამოყენება ხორბლის ფქვილისგან დამზადებულ ფუნთუშებში

ეკატერინე გობრონიძე

ტექნიკის მეცნიერებათა აკადემიური დოქტორი, ა(ა)იპ საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტი, ჩაის სუბტროპიკული კულტურების და ჩაის მრეწველობის ინსტიტუტი

ანოტაცია: თანამედროვე კვების ინდუსტრიაში შაქრის შემცირების სტრატეგიები აქტუალურია, თუმცა მისი ტექნოლოგიური ფუნქციების მრავალფეროვნება მნიშვნელოვან სირთულეს ქმნის საცხობ პროდუქტებში ჩანაცვლებისას. წინამდებარე კვლევის მიზანია, სტევიის, როგორც ბუნებრივი მაღალი ინტესივობის დამატკბობლის და ფერმენტ ამილაზას, როგორც ფერმენტული მოდიფიკატორის კომბინირებული გავლენის შეფასება ხორბლის ფქვილისაგან დამზადებულ ფუნთუშებში. შესწავლილ იქნა შაქრის ჩანაცვლების შესაძლებლობა სტევიათი და ფერმენტ ამილაზათი. შეფასდა ცომის რეოლოგიური თვისებები, ფერმენტაციის კინეტიკა, მზა პროდუქტის ფიზიკო-ქიმიური მახასიათებლები. შედეგებმა აჩვენა, რომ ამილაზას დამატება მნიშვნელოვნად ამცირებს სტევიის გამოყენებით გამოწვეულ უარყოფით ეფექტებს, აუმჯობესებს მოცულობას, ფორიანობასა და ტექსტურას. ოპტიმალური ფორმულაცია მიღწეული იქნა შაქრის სტევიით ჩანაცვლებით და ფერმენტ ამილაზის გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები: სტევია, ამილაზა, შაქრის ჩანაცვლება, ფერმენტული კორექცია

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.14

ხმის ვოკალური ბიომარკერები გულის უკმარისობის მართვაში: პათოფიზიოლოგიური საფუძვლები, თანამედროვე მტკიცებულებები და მომავალი პერსპექტივები

ნინო სოზაშვილი[1]; თეონა ძაგნიძე[2]

[1]ექიმი-კარდიოლოგი აკადემიკოს .ვ.ბოჭორიშვილის კლინიკა; [2]MD,MSc,PhD

აბსტრაქტი

შესავალი: გულის ქრონიკული უკმარისობა (გქუ) წარმოადგენს თანამედროვე ჯანდაცვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან გამოწვევას, რომელიც ასოცირებულია ავადობის, სიკვდილიანობისა და განმეორებითი ჰოსპიტალიზაციის მატების მნიშვნელოვან რისკთან. მიუხედავად მედიკამენტური თერაპიის გაუმჯობესებისა, პაციენტთა ნაწილი სამედიცინო დაწესებულებიდან გაწერის შემდეგ კვლავ იმყოფება დეკომპენსაციის მაღალი რისკის ქვეშ. არსებული დისტანციური მონიტორინგის მეთოდები, მათ შორის სხეულის წონის ყოველდღიური კონტროლი და სიმპტომების თვითშეფასება, ხშირად ვერ უზრუნველყოფს სითხის შეკავებისა და ფილტვის კონგესტიის ადრეულ გამოვლენას. გულის უკმარისობის მართვის ერთ-ერთ მთავარ გამოწვევას წარმოადგენს მდგომარეობის გაუარესების ადრეული გამოვლენა, განსაკუთრებით იმ ეტაპზე, როდესაც ვითარდება სითხის შეკავება და ფილტვის კონგესტია, თუმცა კლინიკური სიმპტომები ჯერ კიდევ მინიმალურად არის გამოხატული.

არსებული მონიტორინგის მეთოდები, მათ შორის სხეულის წონის ყოველდღიური კონტროლი და სიმპტომების თვითშეფასება, ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს პათოფიზიოლოგიური ცვლილებების ადრეულ იდენტიფიცირებას.

ბოლო წლებში ციფრული ჯანმრთელობისა და ხელოვნური ინტელექტის (AI) ტექნოლოგიების განვითარებამ შექმნა ახალი შესაძლებლობები ქრონიკული დაავადებების დისტანციური მართვისთვის. მათ შორის განსაკუთრებულ ინტერესს იწვევს ვოკალური ბიომარკერები — ხმის აკუსტიკური მახასიათებლების საფუძველზე მიღებული ციფრული ინდიკატორები, რომლებიც შესაძლოა ასახავდეს ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს.

მიზანი: წინამდებარე მიმოხილვის მიზანია გულის უკმარისობის მართვაში ვოკალური ბიომარკერების გამოყენების პათოფიზიოლოგიური საფუძვლების, თანამედროვე კლინიკური მტკიცებულებების, ტექნოლოგიური შესაძლებლობებისა და არსებული გამოწვევების შეფასება.

მეთოდოლოგია: ჩატარდა ნარატიული ლიტერატურული მიმოხილვა. ლიტერატურის მოძიება განხორციელდა PubMed/MEDLINE, Scopus და Web of Science მონაცემთა ბაზებში. ძიებისას გამოყენებული იქნა შემდეგი საკვანძო ტერმინები: „heart failure“, „vocal biomarkers“, „voice analysis“, „artificial intelligence“, „digital biomarkers“, „remote monitoring“. ძირითადი ყურადღება დაეთმო 2020–2025 წლებში გამოქვეყნებულ კვლევებს, რომლებიც აფასებდნენ ვოკალური მახასიათებლების კავშირს გულის უკმარისობის კლინიკურ მდგომარეობასთან, ჰოსპიტალიზაციის რისკთან და დისტანციური მონიტორინგის შესაძლებლობებთან.

ძირითადი მიგნებები

არსებული კვლევები მიუთითებს, რომ ხმის გარკვეული აკუსტიკური მახასიათებლები შესაძლოა დაკავშირებული იყოს გულის უკმარისობის დროს განვითარებულ ფიზიოლოგიურ ცვლილებებთან. ვოკალური ბიომარკერების ანალიზში ხშირად გამოიყენება ისეთი პარამეტრები, როგორიცაა: ჯიტერი (jitter) იგი წარმოადგენს ხმის აკუსტიკური ანალიზის უმნიშვნელოვანეს პარამეტრს. ჯიტერი გამოიყენება სახმო იოგების ვიბრაციის მიკრო-არასტაბილურობის შესაფასებლად, შიმერი (shimmer) **შიმერი (Shimmer) არის ბგერის ამპლიტუდის (ხმამაღლობის) პერიოდული ცვალებადობის საზომი**., ჰარმონია-ხმაურის თანაფარდობა (HNR), მეტყველების სიჩქარე, ფონაციის ხანგრძლივობა, მეტყველების პაუზების სტრუქტურა. ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებულმა ალგორითმებმა აჩვენა შესაძლებლობა, გამოავლინონ ხმის ისეთი მცირე ცვლილებები, რომლებიც შესაძლოა დაკავშირებული იყოს გულის უკმარისობის გამწვავების ადრეულ ეტაპებთან.

თუმცა, არსებული მტკიცებულებები ჯერ კიდევ საჭიროებს დამატებით დადასტურებას, განსაკუთრებით ფართომასშტაბიანი, მრავალცენტრული და განსხვავებულ პოპულაციებზე ჩატარებული კვლევების საშუალებით.

დასკვნა: ვოკალური ბიომარკერები წარმოადგენს პერსპექტიულ მიმართულებას ციფრულ კარდიოლოგიაში. მიუხედავად იმისა, რომ ამ ეტაპზე ისინი ვერ ჩაანაცვლებენ გულის უკმარისობის სტანდარტულ კლინიკურ შეფასებას, შესაძლებელია მათი გამოყენება როგორც დამატებითი ციფრული ინსტრუმენტის პაციენტთა დისტანციური მონიტორინგისა და ადრეული რისკის შეფასებისთვის. მომავალში საჭიროა დამატებითი კვლევები მათი კლინიკური ეფექტურობის, სანდოობისა და ყოველდღიურ პრაქტიკაში ინტეგრაციის შესაძლებლობების შესაფასებლად.

საკვანძო სიტყვები: გულის უკმარისობა; ვოკალური ბიომარკერები; ხელოვნური ინტელექტი; ციფრული ბიომარკერები; დისტანციური მონიტორინგი; ხმის ანალიზი; ციფრული ჯანმრთელობა; პერსონალიზებული მედიცინა.

1. შესავალი

გულის უკმარისობა წარმოადგენს კომპლექსურ კლინიკურ სინდრომს, რომელიც ვითარდება გულის სტრუქტურული ან ფუნქციური დარღვევების შედეგად და იწვევს გულის მიერ ორგანიზმის მეტაბოლური მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების უნარის დაქვეითებას.

თანამედროვე თერაპიული მიდგომების, მათ შორის ანგიოტენზინის რეცეპტორისა და ნეპრილიზინის ინჰიბიტორების, ბეტა-ბლოკერების, მინერალოკორტიკოიდული რეცეპტორების ანტაგონისტებისა და SGLT2 ინჰიბიტორების გამოყენების მიუხედავად, გულის უკმარისობის დეკომპენსაცია კვლავ რჩება ჰოსპიტალიზაციის ერთ-ერთ ძირითად მიზეზად.

გულის უკმარისობის გამწვავება ხშირად არ ვითარდება მოულოდნელად. ხშირ შემთხვევაში წინ უსწრებს თანდათანობითი ჰემოდინამიკური ცვლილებები, მათ შორის გულის მარცხენა ნახევარში შევსების წნევის მატება, ვენური სისტემის გადატვირთვა და ფილტვის შეშუპების პროგრესირება.

პრობლემას წარმოადგენს ის, რომ აღნიშნული ცვლილებები შესაძლოა განვითარდეს იმ პერიოდში, როდესაც პაციენტს ჯერ კიდევ არ აქვს გამოხატული სიმპტომები ან მათი ინტენსივობა არასაკმარისია და პაციენტი ვერ ახერხებს ამ ეტაპზე ექიმთან დაკავშირებას, ვინაიდან სუბიექტურად ჯერ თავს დამაკმაყოფილებლად გრძნობს.

თვითშეფასების ტრადიციული მეთოდები, როგორიცაა სხეულის წონის მონიტორინგი, არტერიული წნევის კონტროლი და სიმპტომების შეფასება, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს პაციენტების მართვაში, თუმცა მათი მგრძნობელობა ადრეული ცვლილებების გამოვლენისას შეზღუდულია.

ამ ფონზე განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ციფრული ბიომარკერების განვითარება. ციფრული ბიომარკერი წარმოადგენს ობიექტურად გაზომვად ფიზიოლოგიურ ან ქცევით მონაცემს, რომელიც შესაძლებელია შეგროვდეს ციფრული მოწყობილობების საშუალებით და გამოყენებული იქნას ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასებისთვის.

ვოკალური ბიომარკერები ამ მიმართულების ერთ-ერთი ახალი სფეროა. ადამიანის ხმა წარმოადგენს რთულ ბიოლოგიურ სიგნალს, რომელზეც გავლენას ახდენს სასუნთქი სისტემის ფუნქცია, ხმის იოგების ვიბრაცია, ნეირომუსკულური კონტროლი და ზოგადი ფიზიოლოგიური მდგომარეობა.

ხელოვნური ინტელექტისა და მანქანური სწავლების ალგორითმების განვითარებამ შესაძლებელი გახადა ხმის სიგნალებში არსებული მცირე ცვლილებების ავტომატური აღმოჩენა და ანალიზი.

შესაბამისად, ვოკალური ბიომარკერები განიხილება როგორც პოტენციური დამატებითი ინსტრუმენტი გულის უკმარისობის მქონე პაციენტების დისტანციური მონიტორინგისა და მდგომარეობის ადრეული ცვლილებების გამოვლენისთვის.

2. ვოკალური ბიომარკერების პათოფიზიოლოგიური საფუძვლები გულის უკმარისობის დროს ადამიანის ხმა წარმოადგენს კომპლექსურ ბიოლოგიურ სიგნალს, რომლის ფორმირება დამოკიდებულია სასუნთქი სისტემის, ხორხის, ნერვული რეგულაციისა და კუნთოვანი აპარატის კოორდინირებულ ფუნქციონირებაზე. შესაბამისად, ნებისმიერი მდგომარეობა, რომელიც გავლენას ახდენს სუნთქვის მექანიკაზე, ჰაერის ნაკადზე ან ფონაციის პროცესზე, შესაძლოა აისახოს ხმის აკუსტიკურ მახასიათებლებზე. გულის უკმარისობის დროს განვითარებული ჰემოდინამიკური ცვლილებები, განსაკუთრებით მარცხენა წინაგულსა და მარცხენა პარკუჭში წნევის მატება და ფილტვის ვენური სისტემის გადატვირთვა, წარმოადგენს იმ შესაძლო მექანიზმებს, რომელთა საშუალებითაც დაავადების პროგრესირება შესაძლოა აისახოს ხმოვან სიგნალზე.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ ვოკალური ცვლილებები არ წარმოადგენს გულის უკმარისობის სპეციფიკურ ნიშანს და მათი ინტერპრეტაცია უნდა მოხდეს სხვა კლინიკურ, ლაბორატორიულ და ინსტრუმენტულ მონაცემებთან ერთობლიობაში.

2.1. ფილტვის კონგესტია და რესპირატორული ცვლილებები

გულის უკმარისობის დროს, განსაკუთრებით გულის მარცხენა ღრუებში ავსების წნევის მატება და მოცულობითი გადატვირთვა იწვევს ვენურ სისტემისა და ფილტვის კაპილარულ ქსელში ჰიდროსტატიკური წნევის მატებას.

შედეგად შესაძლებელია განვითარდეს: ფილტვის ინტერსტიციული შეშუპება, ალვეოლურ-კაპილარული ბარიერის ცვლილებები, ფილტვის ქსოვილის ელასტიკურობის შემცირება, რესპირატორული დატვირთვის ზრდა. ფილტვის შეშუპება გავლენას ახდენს სუნთქვის პროცესზე და შესაძლოა გამოიწვიოს: სუნთქვის სიხშირის ცვლილება, მეტყველების დროს სუნთქვითი პაუზების გახშირება, ხანგრძლივი ფრაზების წარმოთქმის უნარის შემცირება, მეტყველების საერთო დინამიკის ცვლილება. აღნიშნული ცვლილებები შეიძლება აისახოს ხმის სიგნალის ისეთ პარამეტრებზე, რომლებიც დაკავშირებულია მეტყველების რიტმთან და ფონაციის თავისებურებებთან.

2.2. ხმის წარმოქმნის ფიზიოლოგია და გულის უკმარისობასთან შესაძლო კავშირი

ხმის წარმოქმნა ეფუძნება სამ ძირითად კომპონენტს:

1. **რესპირატორული სისტემა** — უზრუნველყოფს ჰაერის ნაკადის მოძრაობას

2. **ხორხი და ხმის იოგები** — გარდაქმნის ჰაერის ნაკადს ხმოვან ვიბრაციად
3. **რეზონატორული სისტემა** — განსაზღვრავს ხმის ტემბრსა და ხარისხს.

გულის უკმარისობის დროს რესპირატორული სისტემის ფუნქციური ცვლილებები შესაძლოა გავლენას ახდენდეს ხმის წარმოქმნის პირობებზე. მაგალითად: შემცირებული ფილტვის მოცულობა, გაზრდილი სუნთქვითი ძალისხმევა, ჰაერის ნაკადის არასტაბილურობა. შესაძლოა დაკავშირებული იყოს ფონაციის ცვლილებებთან. თანამედროვე AI-ზე დაფუძნებული სისტემები ცდილობენ სწორედ ამ მცირე ცვლილებების გამოვლენას, რომლებიც შესაძლოა მიუთითებდეს პაციენტის ფუნქციური მდგომარეობის გაუარესებაზე მანამდე, სანამ განვითარდება მკვეთრი კლინიკური სიმპტომები.

2.3. ვოკალური ტრაქტის ცვლილებები და ფონაციის მახასიათებლები

ხმის ხარისხი დამოკიდებულია ხმის იოგების ვიბრაციის რეგულარულობაზე. ვიბრაციის პროცესზე გავლენას ახდენს: ქსოვილის ელასტიკურობა, ლორწოვანი გარსის მდგომარეობა, კუნთოვანი სისტემის მდგომარეობა, ჰაერის ნაკადი.

გულის უკმარისობის მქონე პაციენტებში სისტემურმა ფიზიოლოგიურმა სტრესმა, სითხის ბალანსის ცვლილებებმა და რესპირატორულმა დატვირთვამ შესაძლოა გამოიწვიოს ხმის ისეთი მახასიათებლების ცვლილება, როგორიცაა: ხმის პერიოდულობა, ამპლიტუდის სტაბილურობა, ხმოვანი სიგნალის სისუფთავე.

თუმცა, არსებული მონაცემები მიუთითებს, რომ აღნიშნული ცვლილებები უფრო მეტად წარმოადგენს **კომპლექსური ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ირიბ მაჩვენებელს**, ვიდრე უშუალოდ გულის უკმარისობის სპეციფიკურ მარკერს.

2.4. კარდიო-ვოკალური სინდრომი (ორტნერის სინდრომი)

გულისა და ხმის ცვლილებების ურთიერთკავშირის ერთ-ერთი ისტორიულად ცნობილი მაგალითია კარდიო-ვოკალური სინდრომი, ასევე ცნობილი როგორც ორტნერის სინდრომი. აღნიშნული მდგომარეობა ვითარდება მაშინ, როდესაც გულ-სისხლძარღვთა სტრუქტურების გადაძაბვა იწვევს მარცხენა ხორხის ნერვის (left recurrent laryngeal nerve) კომპრესიას, რომელიც ანატომიურად გადის აორტის რკალის მიმდებარედ, რის გამოც გარკვეული პათოლოგიური მდგომარეობების დროს შესაძლებელია მისი კომპრესია.კლინიკურად ეს შეიძლება გამოვლინდეს შემდეგი სიმპტომებით: ხმის ჩახლეჩა, ტემბრის ცვლილება, ფონაციის დაქვეითება.

2.5. ვოკალური ბიომარკერები როგორც კომპლექსური ციფრული სიგნალი

მნიშვნელოვანია, რომ თანამედროვე მიდგომები არ ცდილობს ერთი კონკრეტული ხმის პარამეტრის გამოყენებას დიაგნოსტიკისთვის. ხელოვნური ინტელექტის მოდელები აანალიზებენ მრავალრიცხოვან მახასიათებლებს ერთობლივად, მათ შორის: სიხშირით

მახასიათებლებს, დროით მახასიათებლებს, სპექტრულ მახასიათებლებს, მეტყველების დინამიკას.

ამრიგად, ვოკალური ბიომარკერი უფრო სწორად უნდა განიხილებოდეს როგორც **მრავალპარამეტრული ციფრული პროფილი**, რომელიც ასახავს პაციენტის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ცვლილებების ალბათობას.

3. ხელოვნური ინტელექტი და ხმის ციფრული ანალიზის ტექნოლოგიები

ციფრული ჯანმრთელობის ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ მნიშვნელოვნად გააფართოვა ბიოლოგიური სიგნალების გამოყენების შესაძლებლობები დაავადებების მონიტორინგისა და რისკის სტრატიფიკაციის პროცესში. ამ კონტექსტში ვოკალური ბიომარკერები წარმოადგენს ციფრული ბიომარკერების ერთ-ერთ განვითარებად მიმართულებას, რომლის საფუძველიცაა ადამიანის ხმოვანი სიგნალის რაოდენობრივი ანალიზი და ასოციაცია პათოფიზიოლოგიურ მდგომარეობებთან.

ხმის ანალიზის თანამედროვე სისტემები ეფუძნება ხელოვნური ინტელექტის (Artificial Intelligence, AI), მანქანური სწავლების (Machine Learning, ML) და ღრმა სწავლების (Deep Learning, DL) ალგორითმებს, რომლებიც შესაძლებელს ხდის აუდიოსიგნალებიდან ისეთი მახასიათებლების ავტომატურ ექსტრაქციას, რომელთა გამოვლენა ტრადიციული სმენითი შეფასებით შეუძლებელია. ვოკალური ანალიზის ძირითადი პრინციპი მდგომარეობს იმაში, რომ მეტყველების სიგნალი წარმოადგენს მრავალგანზომილებიან მონაცემთა წყაროს, რომელიც შეიცავს ინფორმაციას როგორც ფონაციის პროცესის, ასევე რესპირატორული და ნეირომუსკულური ფუნქციის შესახებ.

3.1. აუდიოსიგნალის ციფრული დამუშავება და მახასიათებლების ექსტრაქცია

ვოკალური ბიომარკერების ანალიზის პირველი ეტაპია აუდიოსიგნალის ციფრული დამუშავება. ხმოვანი ჩანაწერი გარდაიქმნება ციფრულ მონაცემებად, რის შემდეგაც სპეციალური ალგორითმები ახორციელებენ მისი სტრუქტურული მახასიათებლების იდენტიფიცირებას. ძირითადად ანალიზდება სამი ტიპის მახასიათებელი:

1. აკუსტიკური მახასიათებლები

მოიცავს: ფუნდამენტურ სიხშირეს (Fundamental Frequency, F0), სიხშირის ცვალებადობას, ამპლიტუდის ცვლილებებს, ჰარმონიულ კომპონენტებს. აღნიშნული პარამეტრები ასახავს ხმის იოგების ვიბრაციის სტაბილურობასა და ფონაციის ხარისხს.

2. სპექტრული მახასიათებლები

სპექტრული ანალიზი აფასებს ხმის ენერგიის განაწილებას სხვადასხვა სიხშირის დიაპაზონში. ეს მახასიათებლები ფართოდ გამოიყენება თანამედროვე ხმის ამომცნობ სისტემებსა და ბიოლოგიური სიგნალების კლასიფიკაციაში.

3. დროითი მახასიათებლები

დროითი ანალიზი აფასებს: მეტყველების სიჩქარეს,პაუზების ხანგრძლივობას, ფონაციის უწყვეტობას,სუნთქვითი ციკლის ცვლილებებს.გულის უკმარისობის შემთხვევაში აღნიშნული მახასიათებლები შესაძლოა ასახავდეს რესპირატორული დატვირთვის ზრდასთან დაკავშირებულ ფუნქციურ ცვლილებებს.

3.2. მანქანური სწავლება და ღრმა სწავლების ალგორითმები

ტრადიციული სტატისტიკური მეთოდებისგან განსხვავებით, მანქანური სწავლების ალგორითმებს შეუძლიათ დიდი მოცულობის მრავალგანზომილებიანი მონაცემების დამუშავება და ისეთი კომპლექსური კავშირების გამოვლენა, რომლებიც წინასწარ განსაზღვრული ჰიპოთეზებით ყოველთვის ვერ იდენტიფიცირდება.

ვოკალური ბიომარკერების კვლევებში გამოყენებულია სხვადასხვა მიდგომა. ღრმა სწავლების მოდელები განსაკუთრებით პერსპექტიულია ხმოვანი მონაცემების ანალიზში, რადგან მათ შეუძლიათ უშუალოდ ნედლი აუდიოსიგნალებიდან მნიშვნელოვანი მახასიათებლების ავტომატური ამოღება.

3.3. სმარტფონზე დაფუძნებული ვოკალური მონიტორინგი

ვოკალური ბიომარკერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი უპირატესობა არის მათი პოტენციური ინტეგრაცია ყოველდღიურად გამოყენებად ციფრულ მოწყობილობებში. სმარტფონზე დაფუძნებული სისტემები იძლევა შესაძლებლობას:

პაციენტმა დამოუკიდებლად განახორციელოს ხმოვანი ჩანაწერის რეგულარული მიწოდება, მონაცემები ავტომატურად დამუშავდეს ღრუბლოვან პლატფორმებზე, გამოვლენილი ცვლილებები ინტეგრირდეს კლინიკური გადაწყვეტილების მხარდაჭერის სისტემებში.

ამ მიდგომის მთავარი უპირატესობაა მისი არაინვაზიურობა, დაბალი ღირებულება და მასშტაბირების შესაძლებლობა. თუმცა, კლინიკურ პრაქტიკაში დანერგვამდე აუცილებელია შეფასდეს ისეთი ფაქტორების გავლენა, როგორიცაა: სხვადასხვა მოწყობილობის მიკროფონის ტექნიკური მახასიათებლები, გარემოს ხმაური, ჩანაწერის სტანდარტიზაციის ხარისხი, პაციენტის ტექნოლოგიური უნარები.

3.4. ხელოვნური ინტელექტის როლი კლინიკური გადაწყვეტილების მხარდაჭერაში

ვოკალური ბიომარკერები არ განიხილება როგორც დამოუკიდებელი დიაგნოსტიკური ინსტრუმენტი. მათი პოტენციური კლინიკური ღირებულება მდგომარეობს არსებული მონაცემების გაძლიერებაში.

მომავალში შესაძლებელია მათი ინტეგრაცია: ელექტრონულ სამედიცინო ჩანაწერებთან, პაციენტის მიერ მოწოდებულ სიმპტომურ მონაცემებთან, ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებთან, ტარებადი მოწყობილობების (wearables) მონაცემებთან. ასეთი ინტეგრირებული მიდგომა შეიძლება გახდეს პერსონალიზებული მედიცინის ერთ-ერთი

მნიშვნელოვანი კომპონენტი, სადაც მკურნალობის გადაწყვეტილებები ეფუძნება პაციენტის მდგომარეობის უწყვეტ, დინამიკურ შეფასებას.

4. ვოკალური ბიომარკერების ძირითადი აკუსტიკური პარამეტრები და მათი კლინიკური მნიშვნელობა

ვოკალური ბიომარკერების კვლევებში გამოყენებული აკუსტიკური პარამეტრები წარმოადგენს ხმის სიგნალიდან მიღებულ რაოდენობრივ მახასიათებლებს, რომლებიც ასახავს ფონაციის სტაბილურობას, ხმის ხარისხს, მეტყველების დინამიკასა და რესპირატორულ ფუნქციასთან დაკავშირებულ ცვლილებებს. გულის უკმარისობის კონტექსტში აღნიშნული პარამეტრები არ განიხილება როგორც დაავადების სპეციფიკური მარკერები, არამედ როგორც **მრავალპარამეტრული ციფრული პროფილის კომპონენტები**, რომლებიც შესაძლოა ასახავდეს პაციენტის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებებს.

ცხრილი 1. ვოკალური ბიომარკერების ძირითადი აკუსტიკური პარამეტრები და მათი შესაძლო კლინიკური მნიშვნელობა გულის უკმარისობის დროს

აკუსტიკური პარამეტრი	განმარტება	ბიოლოგიური საფუძველი	შესაძლო მნიშვნელობა გულის უკმარისობის მართვაში
Jitter	ხმის ფუნდამენტური სიხშირის (Fundamental Frequency, F0) მცირე პერიოდული ვარიაციები თანმიმდევრულ ვოკალურ ციკლებს შორის	ასახავს ხმის იოგების ვიბრაციის პერიოდულობის სტაბილურობას	შესაძლოა ასახავდეს ფონაციის სტაბილურობის ცვლილებებს, რომლებიც დაკავშირებულია რესპირატორულ ან ზოგად ფიზიოლოგიურ ცვლილებებთან
Shimmer	ხმის ტალღის ამპლიტუდის ცვალებადობა ვოკალურ ციკლებს შორის	დაკავშირებულია ხმის იოგების ვიბრაციის ენერგეტიკულ სტაბილურობასთან	შესაძლოა მიუთითებდეს ხმის ხარისხის ცვლილებაზე და გამოყენებულ იქნას, როგორც ერთ-ერთი მახასიათებელი AI მოდელებში
Harmonics-to-Noise Ratio (HNR)	ჰარმონიული კომპონენტების თანაფარდობა არარეგულარულ ხმოვან კომპონენტებთან	ასახავს ხმოვანი სიგნალის სისუფთავესა და პერიოდულობას	HNR-ის ცვლილება შესაძლოა დაკავშირებული იყოს ფონაციის ხარისხის გაუარესებასთან

აკუსტიკური პარამეტრი	განმარტება	ბიოლოგიური საფუძველი	შესაძლო მნიშვნელობა გულის უკმარისობის მართვაში
Mel-frequency Cepstral Coefficients (MFCC)	ხმის სპექტრული მახასიათებლების მათემატიკური აღწერა, რომელიც ეფუძნება ადამიანის სმენის მოდელს	ასახავს ხმის ენერგიის განაწილებას სხვადასხვა სიხშირის დიაპაზონში	ფართოდ გამოიყენება მანქანური სწავლების მოდელებში ხმოვანი კლასიფიკაციისთვის
Speech rate	მეტყველების სიჩქარე (სიტყვების ან მარცვლების რაოდენობა დროის ერთეულში)	დამოკიდებულია რესპირატორულ შესაძლებლობაზე, ნეირომუსკულურ კონტროლსა და ფუნქციურ მდგომარეობაზე	შესაძლოა შეიცვალოს ქოშინის, დაღლილობის ან ფუნქციური შეზღუდვის დროს
Pause duration	მეტყველებისას პაუზების სიხშირე და ხანგრძლივობა	ასახავს სუნთქვითი ციკლისა და მეტყველების კოორდინაციას	შეიძლება გამოყენებულ იქნას რესპირატორული დატვირთვის ირიბი შეფასებისთვის
Maximum Phonation Time (MPT)	მაქსიმალური დრო, რომლის განმავლობაშიც პაციენტი ახორციელებს უწყვეტ ხმოვან ფონაციას	დამოკიდებულია ფილტვის მოცულობაზე, ჰაერის ნაკადსა და ხმის იოგების ფუნქციაზე	შესაძლოა ასახავდეს რესპირატორული ფუნქციის ცვლილებებს

4.1. ჯიტერი (Jitter)

ჯიტერი წარმოადგენს ხმის ფუნდამენტური სიხშირის ციკლთაშორის ცვალებადობას და გამოიყენება ხმის იოგების ვიბრაციის რეგულარულობის შესაფასებლად.

ნორმალურ პირობებში ხმის იოგების ოსცილაცია შედარებით სტაბილურია. ფონაციის პროცესში მცირე დარღვევები, რომლებიც დაკავშირებულია ქსოვილის მახასიათებლების, ჰაერის ნაკადის ან ნერვული კონტროლის ცვლილებებთან, შესაძლოა აისახოს ჯიტერის მაჩვენებლის ზრდაში.

გულის უკმარისობის მქონე პაციენტებში ჯიტერის ცვლილება არ განიხილება როგორც უშუალო პათოლოგიური მარკერი, თუმცა შესაძლებელია ასახავდეს საერთო ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ცვლილებებს, რომლებიც გავლენას ახდენს ფონაციის პროცესზე.

4.2. შიმერი (Shimmer)

შიმერი აღწერს ხმის ამპლიტუდის ცვალებადობას თანმიმდევრულ ვოკალურ ციკლებს შორის. მისი ზრდა შეიძლება დაკავშირებული იყოს: ხმის იოგების ვიბრაციის არასტაბილურობასთან, ჰაერის ნაკადის ცვლილებასთან, ფონაციის კონტროლის დარღვევასთან. AI-ზე დაფუძნებული სისტემები ხშირად იყენებენ შიმერს სხვა აკუსტიკურ პარამეტრებთან კომბინაციაში, რადგან ერთი იზოლირებული მახასიათებელი, როგორც წესი, ვერ უზრუნველყოფს საკმარის დიაგნოსტიკურ სიზუსტეს.

4.3. ჰარმონია-ხმაურის თანაფარდობა (HNR)

HNR წარმოადგენს ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ინდიკატორს, რომელიც აფასებს რეგულარული ჰარმონიული კომპონენტების და არარეგულარული ხმოვანი კომპონენტების თანაფარდობას. მისი შემცირება ხშირად ასოცირდება: ხმის ხარისხის გაუარესებასთან, ხმის ტემბრის ცვლილებასთან,ფონაციის დარღვევასთან.

გულის უკმარისობის შემთხვევაში HNR-ის ცვლილებები შესაძლოა დაკავშირებული იყოს რესპირატორული დატვირთვისა და საერთო ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ცვლილებებთან, თუმცა საჭიროა დამატებითი კვლევები მისი სპეციფიკური კლინიკური მნიშვნელობის დასადგენად.

4.4. მეტყველების დინამიკური მახასიათებლები

თანამედროვე ვოკალური ანალიზის სისტემები მხოლოდ ხმის ხარისხის შეფასებით არ შემოიფარგლება. ისინი ასევე აანალიზებენ მეტყველების სტრუქტურულ მახასიათებლებს. მნიშვნელოვან პარამეტრებს წარმოადგენს: მეტყველების სიჩქარე, პაუზების რაოდენობა, ფრაზის ხანგრძლივობა, ფონაციის უწყვეტობა. გულის უკმარისობის პროგრესირებისას რესპირატორული დატვირთვის ზრდამ შესაძლოა გამოიწვიოს მეტყველებისა და სუნთქვის კოორდინაციის ცვლილებები.

4.5. მრავალპარამეტრული ანალიზის მნიშვნელობა

თანამედროვე კვლევები მიუთითებს, რომ ვოკალური ბიომარკერების კლინიკური ღირებულება არ არის დამოკიდებული რომელიმე ერთი აკუსტიკური პარამეტრის ცვლილებაზე. უფრო პერსპექტიული მიდგომაა: მრავალი აკუსტიკური მახასიათებლის ინტეგრაცია, AI მოდელის გაწვრთნა და რისკის შეფასება ასეთი მიდგომა საშუალებას იძლევა შეფასდეს კომპლექსური ცვლილებები, რომლებიც შესაძლოა დაკავშირებული იყოს გულის უკმარისობის მდგომარეობის გაუარესებასთან.

5. ვოკალური ბიომარკერების კლინიკური მტკიცებულებები გულის უკმარისობის დროს

ვოკალური ბიომარკერების გამოყენება გულის უკმარისობის მართვაში ჯერ კიდევ განვითარების ეტაპზე მყოფი მიმართულებაა. არსებული კვლევები ძირითადად ფოკუსირებულია ორი ძირითადი მიმართულებით:

1. ვოკალური მახასიათებლების კავშირი გულის უკმარისობის პროგნოზთან და არასასურველ კლინიკურ გამოსავლებთან
2. ხმის ანალიზის გამოყენება გულის უკმარისობის გაუარესების ადრეული გამოვლენის მიზნით.

მიუხედავად იმისა, რომ მიღებული შედეგები პერსპექტიულია, არსებული მტკიცებულებები ძირითადად მიღებულია მცირე ან საშუალო ზომის კოჰორტული კვლევებიდან და საჭიროებს დამატებით ვალიდაციას.

5.1. ვოკალური ბიომარკერი და გულის უკმარისობის გამოსავლები

ერთ-ერთი პირველი მნიშვნელოვანი კვლევა, რომელმაც შეაფასა ვოკალური ბიომარკერის კავშირი გულის უკმარისობის კლინიკურ გამოსავლებთან, გამოქვეყნდა *Journal of the American Heart Association*-ში (2020წ.). კვლევაში შეფასდა გულის უკმარისობის მქონე პაციენტების ხმოვანი სიგნალები და გაანალიზდა მათი კავშირი შემდგომ ჰოსპიტალიზაციასა და სიკვდილიანობასთან. ავტორებმა აჩვენეს, რომ ხმის ანალიზით მიღებული ბიომარკერი დამოუკიდებლად ასოცირდებოდა არასასურველ კლინიკურ გამოსავლებთან, რაც მიუთითებს მისი, როგორც ტელემედიცინისა და დისტანციური მონიტორინგის პოტენციური ინსტრუმენტის გამოყენების შესაძლებლობაზე. აღნიშნული კვლევის მნიშვნელოვანი წვლილი იყო იმ ჰიპოთეზის გაძლიერება, რომ ადამიანის ხმა შესაძლოა შეიცავდეს ფიზიოლოგიურ ინფორმაციას, რომელიც დაკავშირებულია გულის უკმარისობის პროგრესირებასთან. თუმცა, კვლევის შედეგების ინტერპრეტაციისას გასათვალისწინებელია რამდენიმე შეზღუდვა: კვლევა არ წარმოადგენდა ფართომასშტაბიან რანდომიზებულ კვლევას, საჭირო იყო დამატებითი გარე ვალიდაცია, ხმის ბიომარკერის კლინიკური გამოყენება არ შეფასებულა როგორც დამოუკიდებელი გადაწყვეტილების ინსტრუმენტი.

5.2. დისტანციური ხმის ანალიზი მწვავე დეკომპენსირებული გულის უკმარისობის დროს მკვლევართა სხვა ჯგუფმა შეისწავლა დისტანციური ხმის ანალიზის შესაძლებლობები მწვავე დეკომპენსირებული გულის უკმარისობის მქონე პაციენტებში. კვლევის ძირითადი იდეა ეფუძნებოდა ვარაუდს, რომ გულის უკმარისობის დეკომპენსაციისას განვითარებული მოცულობითი გადატვირთვა და ფილტვის შეშუპება შესაძლოა აისახოს ხმოვან მახასიათებლებში. ავტორებმა შეაფასეს ხმის მახასიათებლების ცვლილებები ჰოსპიტალიზაციის პერიოდში და აჩვენეს, რომ ხმის სიგნალის ანალიზს შესაძლოა ჰქონდეს დამატებითი ღირებულება პაციენტის კლინიკური მდგომარეობის შეფასებაში. ამ მიმართულების კვლევები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია, რადგან ისინი ცდილობენ უპასუხონ პრაქტიკულ კითხვას: შესაძლებელია თუ არა ხმის ცვლილებებით გულის უკმარისობის გაუარესების იდენტიფიცირება მანამდე, სანამ პაციენტს განუვითარდება გამოხატული კლინიკური სიმპტომები? თუმცა, ამ ეტაპზე არსებული მონაცემები არ არის საკმარისი იმის

დასამტკიცებლად, რომ ვოკალური ბიომარკერები დამოუკიდებლად ცვლიან სტანდარტული მონიტორინგის მეთოდებს.

5.3. AHF-Voice კვლევა: ვოკალური ბიომარკერების პათოფიზიოლოგიური საფუძვლების შეფასება AHF-Voice წარმოადგენს ერთ-ერთ თანამედროვე პერსპექტიულ კვლევით პროექტს, რომლის მიზანია გულის მწვავე უკმარისობის დროს ხმის ცვლილებების დინამიკის შესწავლა.

კვლევა ეფუძნება პროსპექტულ კოჰორტულ დიზაინს და მიზნად ისახავს: ვოკალური ცვლილებების მახასიათებლების განსაზღვრას, მათი კავშირის შეფასებას პაციენტის კლინიკურ მდგომარეობასთან, ხმის ცვლილებების შედარებას ტრადიციულ კლინიკურ პარამეტრებთან, შესაძლო პათოფიზიოლოგიური მექანიზმების შესწავლას. კვლევის განსაკუთრებული მნიშვნელობა მდგომარეობს იმაში, რომ იგი ცდილობს არა მხოლოდ პროგნოზული მოდელის შექმნას, არამედ უკეთ გაიგოს, რატომ იცვლება ხმა გულის უკმარისობის დროს.

5.4. არსებული მტკიცებულებების კრიტიკული შეფასება

მიუხედავად ვოკალური ბიომარკერების მნიშვნელოვანი პოტენციალისა, მათი კლინიკური გამოყენების შეფასებისას აუცილებელია რამდენიმე ფაქტორის გათვალისწინება. პირველ რიგში, არსებული კვლევების უმრავლესობა არის აღწერითი ხასიათის და მათი მიზანი ძირითადად ტექნოლოგიის შესაძლებლობების შეფასებაა. მეორე მხრივ, ვოკალური მახასიათებლები შესაძლოა დამოკიდებული იყოს მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის: ასაკზე, სქესზე, ენობრივ თავისებურებებზე, თანმხლებ დაავადებებზე, ხმის ჩაწერის პირობებზე. ამიტომ, მომავალი კვლევები უნდა ფოკუსირდეს: სტანდარტიზებული აუდიოპროტოკოლების შექმნაზე, მრავალცენტრულ ვალიდაციაზე, სხვადასხვა პოპულაციაში ალგორითმების შეფასებაზე, კლინიკურ გადაწყვეტილებებში მათი რეალური სარგებლობის განსაზღვრაზე.

6. შეზღუდვები და სამომავლო კვლევის მიმართულებები მიუხედავად იმისა, რომ ვოკალური ბიომარკერები წარმოადგენს პერსპექტიულ მიმართულებას ციფრულ კარდიოლოგიაში, მათი ფართო კლინიკური გამოყენება ამ ეტაპზე შეზღუდულია რამდენიმე მნიშვნელოვანი მეთოდოლოგიური და პრაქტიკული ფაქტორით.

6.1. არსებული მტკიცებულებების შეზღუდვები დღეისათვის გამოქვეყნებული კვლევების უმრავლესობა წარმოადგენს საძიებო ან პილოტურ კვლევებს, რომლებიც ძირითადად აფასებს ტექნოლოგიის ტექნიკურ შესაძლებლობებს და არა მის საბოლოო კლინიკურ ეფექტურობას. ძირითად შეზღუდვებს მიეკუთვნება: კვლევებში ჩართული პაციენტების შედარებით მცირე რაოდენობა, განსხვავებული კვლევითი დიზაინები, ვოკალური ჩანაწერების მიღებისა და დამუშავების არაერთგვაროვანი მეთოდოლოგია, საბოლოო გამოსავლების შეზღუდული შეფასება კლინიკური მიმართულებით. შესაბამისად, მიუხედავად არსებული დადებითი სიგნალებისა, საჭიროა ფართომასშტაბიანი, მრავალცენტრული კვლევები, რომლებიც დაადასტურებს

ვოკალური ბიომარკერების პროგნოზულ ღირებულებას რეალურ კლინიკურ პრაქტიკაში.

6.2. ალგორითმების ვალიდაცია და გენერალიზაციის პრობლემა ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული მოდელების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი გამოწვევაა მათი გამოყენებადობა იმ პოპულაციებში, რომლებზეც ისინი თავდაპირველად არ ყოფილა შემუშავებული. ვოკალური სიგნალი დამოკიდებულია მრავალ ინდივიდუალურ და გარემო ფაქტორზე, მათ შორის: ასაკზე, სქესზე, ენობრივ თავისებურებებზე, დიალექტზე, განათლებისა და მეტყველების სტილზე, ხმის ჩაწერის ტექნიკურ პირობებზე.

ამიტომ, ერთი პოპულაციიდან მიღებული ალგორითმის პირდაპირი გამოყენება სხვა პოპულაციაში შესაძლოა დაკავშირებული იყოს სიზუსტის შემცირებასთან. მომავალი კვლევები უნდა მოიცავდეს სხვადასხვა დემოგრაფიული და კულტურული ჯგუფების წარმომადგენლებს, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მოდელების გარე ვალიდაცია და კლინიკური გამოყენებადობა.

6.3. სტანდარტიზაციის საჭიროება ვოკალური ბიომარკერების კვლევის ერთ-ერთი მთავარი გამოწვევაა მონაცემთა შეგროვების სტანდარტიზაცია.

აუცილებელია განისაზღვროს: ხმოვანი ჩანაწერის ოპტიმალური ხანგრძლივობა, გამოყენებული ფონეტიკური დავალებები, ჩაწერის პირობები, მიკროფონის ტექნიკური პარამეტრები, მონაცემთა დამუშავების ერთიანი პროტოკოლები. სტანდარტიზებული მიდგომების გარეშე რთულდება სხვადასხვა კვლევის შედეგების შედარება და მეტაანალიზის ჩატარება.

6.4. ხელოვნური ინტელექტის გამჭვირვალობა და კლინიკური ინტერპრეტაცია

ხელოვნური ინტელექტის მოდელების გამოყენებისას მნიშვნელოვანი საკითხია მათი გადაწყვეტილებების ინტერპრეტაცია. კლინიკური პრაქტიკისთვის მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ იმის ცოდნა, რომ ალგორითმმა გამოავლინა მაღალი რისკი, არამედ იმის გაგებაც, თუ რომელი მახასიათებლები განაპირობებდა აღნიშნულ პროგნოზს.

ამ მიმართულებით განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება: Explainable Artificial Intelligence (XAI) მიდგომებს, ალგორითმების გამჭვირვალობას, ექიმისთვის გასაგები გადაწყვეტილების მხარდაჭერის სისტემების შექმნას.

6.5. მონაცემთა უსაფრთხოება და ეთიკური საკითხები ვოკალური ბიომარკერების გამოყენება გულისხმობს პაციენტის ბიოლოგიური მონაცემების, კერძოდ კი ხმოვანი ჩანაწერების, შეგროვებასა და დამუშავებას. ამიტომ განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინება: პერსონალური მონაცემების დაცვის უზრუნველყოფა, მონაცემთა დაშიფვრა, პაციენტის ინფორმირებული თანხმობა, მონაცემების გამოყენების მიზნების მკაფიო განსაზღვრა. ციფრული ჯანმრთელობის

ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად მონაცემთა უსაფრთხოება წარმოადგენს არა მხოლოდ ტექნიკურ, არამედ ეთიკურ და სამართლებრივ გამოწვევას.

6.6. სამომავლო კვლევის პერსპექტივები მომავალი კვლევები უნდა იყოს მიმართული რამდენიმე ძირითად მიმართულებაზე:

1. ფართომასშტაბიანი კლინიკური ვალიდაცია: საჭიროა მრავალცენტრული პროსპექტული კვლევები, რომლებიც შეაფასებს ვოკალური ბიომარკერების უნარს: გამოავლინოს გულის უკმარისობის გაუარესება, შეამციროს არასასურველი კლინიკური მოვლენები, გააუმჯობესოს პაციენტის მართვის პროცესი.

2. მულტიმოდალური ციფრული მოდელების განვითარება: ვოკალური მონაცემების ინტეგრაციამ სხვა ციფრულ ბიომარკერებთან შესაძლოა გაზარდოს პროგნოზული სიზუსტე. პერსპექტიული მიმართულებებია: ვოკალური მონაცემების გაერთიანება wearable მოწყობილობების მონაცემებთან, ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებთან ინტეგრაცია, ელექტრონულ სამედიცინო ჩანაწერებთან დაკავშირება.

3. კლინიკური ინტეგრაციის შეფასება

მნიშვნელოვანია განისაზღვროს არა მხოლოდ ალგორითმის ტექნიკური სიზუსტე, არამედ მისი რეალური გავლენა: პაციენტის მართვის კლინიკურ შედეგზე, ჯანდაცვის დანახარჯებზე, პაციენტის ცხოვრების ხარისხზე.

7. დასკვნა ვოკალური ბიომარკერები წარმოადგენს ციფრული კარდიოლოგიის სწრაფად განვითარებად მიმართულებას, რომელიც ეფუძნება ადამიანის ხმის, როგორც ფიზიოლოგიური ინფორმაციის მატარებელი სიგნალის, გამოყენებას. არსებული კვლევები მიუთითებს, რომ ხმის აკუსტიკური მახასიათებლების ანალიზს შესაძლოა ჰქონდეს პოტენციალი გულის უკმარისობის მქონე პაციენტების დისტანციური მონიტორინგისა და კლინიკური გაუარესების ადრეული გამოვლენის მიმართულებით. მიუხედავად ამისა, თანამედროვე მტკიცებულებები ჯერ კიდევ არ არის საკმარისი იმისთვის, რომ ვოკალური ბიომარკერები განიხილებოდეს როგორც დამოუკიდებელი დიაგნოსტიკური ან თერაპიული გადაწყვეტილების ინსტრუმენტი. ამ ეტაპზე მათი ყველაზე რეალისტური როლი არის დამატებითი ციფრული ინსტრუმენტი, რომელიც ავსებს არსებულ კლინიკურ შეფასებას. მომავალში აუცილებელია მაღალი ხარისხის, მრავალცენტრული კვლევების ჩატარება, რომლებიც დაადასტურებს მათი გამოყენების სანდოობას, კლინიკურ ეფექტურობასა და ჯანდაცვის სისტემებში ინტეგრაციის შესაძლებლობას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. Maor E, Perry D, Mevorach D, et al. Vocal Biomarker Is Associated With Hospitalization and Mortality Among Heart Failure Patients. *J Am Heart Assoc.* 2020;9(7):e013359. doi:10.1161/JAHA.119.013359. (PubMed)

2. Amir O, Abraham WT, Azzam ZS, et al. Remote Speech Analysis in the Evaluation of Hospitalized Patients With Acute Decompensated Heart Failure. *JACC Heart Fail.* 2022;10(1):41-49.
doi:10.1016/j.jchf.2021.08.008. (PMC)

3. Kerwagen F, Bauser M, Baur M, et al. Vocal biomarkers in heart failure—design, rationale and baseline characteristics of the AHF-Voice study. *Front Digit Health.* 2025;7:1548600. doi:10.3389/fdgth.2025.1548600. (PubMed)

4. Murton OM, Hillman RE, Mehta DD, et al. Acoustic speech analysis of patients with decompensated heart failure: a pilot study. *J Acoust Soc Am.* 2017;142(4):EL401.

5. Maor E, Sara JD, Orbelo DM, et al. Voice Signal Characteristics Are Independently Associated With Coronary Artery Disease. *Mayo Clin Proc.* 2018;93(7):840-847.

6. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599-3726.

7. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure. *Circulation.* 2022;145:e895-e1032.

8. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal Definition and Classification of Heart Failure. *J Card Fail.* 2021;27(4):387-413.

9. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2016;37:2129-2200.

10. Topol EJ. High-performance medicine: the convergence of human and artificial intelligence. *Nat Med.* 2019;25:44-56.

11. Johnson KW, Torres Soto J, Glicksberg BS, et al. Artificial Intelligence in Cardiology. *J Am Coll Cardiol.* 2018;71(23):2668-2679.

12. Rajkomar A, Dean J, Kohane I. Machine Learning in Medicine. *N Engl J Med.* 2019;380:1347-1358.

13. Esteva A, Robicquet A, Ramsundar B, et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nat Med.* 2019;25:24-29.

14. Steinhubl SR, Muse ED, Topol EJ. The emerging field of mobile health. *Sci Transl Med.* 2015;7(283):283rv3.

15. Dorsey ER, Topol EJ. State of Telehealth. *N Engl J Med.* 2016;375:154-161.

16. Teixeira JP, Oliveira C, Lopes C. Vocal acoustic analysis: jitter, shimmer and HNR parameters. *Procedia Technology.* 2013;9:1112-1122.

17. Maryn Y, Roy N, De Bodt M, Van Cauwenberge P, Corthals P. Acoustic measurement of overall voice quality: a meta-analysis. *J Acoust Soc Am.* 2009;126:2619-2634.

18. Godino-Llorente JI, Gómez-Vilda P, Blanco-Velasco M. Dimensionality reduction of a pathological voice quality assessment system. *J Acoust Soc Am.* 2006;119:2281-2293.

19. Rabiner LR, Juang BH. Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall; 1993.

20. Huang X, Acero A, Hon HW. Spoken Language Processing: A Guide to Theory, Algorithm and System Development. Prentice Hall; 2001.

21. Bhavnani SP, Narula J, Sengupta PP. Mobile technology and the digitization of healthcare. *Eur Heart J.* 2016;37:1428-1438.

22. Kotecha D, et al. Digital health technologies for heart failure management: current evidence and future opportunities. *Eur J Heart Fail.* 2021.

23. Cowie MR, Lam CSP. Remote monitoring and digital health tools in heart failure. *Lancet.* 2021.

24. Benjamins JW, et al. Digital biomarkers in cardiovascular disease: opportunities and challenges. *Eur Heart J Digit Health.* 2021.

25. Gensini GF, Alderighi C, Rasoini R, et al. Value of telemonitoring and digital health in cardiovascular disease. *Eur Heart J Suppl.* 2017.

Vocal Biomarkers in the Management of Heart Failure: Pathophysiological Basis, Current Evidence, and Future Perspectives

Abstract

Introduction: Chronic heart failure (HF) represents a major challenge in contemporary healthcare and is associated with a substantial risk of morbidity, mortality, and recurrent hospitalization. Despite advances in pharmacological therapy, a proportion of patients remain at high risk of decompensation following hospital discharge. Current remote monitoring strategies, including daily body weight assessment and self-reported symptoms, often fail to detect fluid retention and pulmonary congestion at an early stage. One of the major challenges in heart failure management is the early detection of clinical deterioration, particularly during the stage when fluid retention and pulmonary congestion begin to develop while overt clinical symptoms remain minimal. Existing monitoring approaches do not always allow for the early identification of underlying pathophysiological changes.

In recent years, advances in digital health and artificial intelligence (AI) technologies have created new opportunities for the remote management of chronic diseases. Among these, vocal biomarkers have attracted increasing interest. Vocal biomarkers are digital indicators derived from acoustic characteristics of the human voice that may reflect underlying physiological changes within the body.

Objective: The aim of this review is to evaluate the pathophysiological basis, current clinical evidence, technological potential, and existing challenges associated with the use of vocal biomarkers in heart failure management.

Methods: A narrative literature review was conducted. The literature search was performed using the PubMed/MEDLINE, Scopus, and Web of Science databases. The following keywords were used: “heart failure,” “vocal biomarkers,” “voice analysis,” “artificial intelligence,” “digital biomarkers,” and “remote monitoring.” Particular emphasis was placed on studies published between 2020 and 2025 that investigated the association between vocal characteristics and the clinical status of patients with heart failure, the risk of hospitalization, and the potential applications of voice-based remote monitoring.

Key Findings: Existing studies suggest that specific acoustic characteristics of the human voice may be associated with physiological changes occurring in patients with heart failure. Parameters commonly evaluated in vocal biomarker analysis include jitter, which reflects short-term variability in vocal fold vibration; shimmer, a measure of periodic variation in voice amplitude; the harmonic-to-noise ratio (HNR); speech rate; phonation duration; and the temporal structure of speech pauses. Artificial intelligence-based algorithms have demonstrated the potential to

detect subtle changes in vocal characteristics that may be associated with the early stages of heart failure deterioration.

However, the current evidence remains insufficient for definitive clinical implementation and requires further validation, particularly through large-scale, multicenter studies conducted across diverse patient populations.

Conclusion: Vocal biomarkers represent a promising emerging field in digital cardiology. Although they cannot currently replace standard clinical assessment of heart failure, they may serve as an additional digital tool for remote patient monitoring and early risk stratification. Further research is required to establish their clinical effectiveness, reliability, and feasibility of integration into routine clinical practice.

Keywords: heart failure; vocal biomarkers; artificial intelligence; digital biomarkers; remote monitoring; voice analysis; digital health; personalized medicine.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.15



Purification and regeneration of organic solvents: modern approaches and development prospects

Karkashadze Nino[1], Uridia Rusudan[2], Bolkvadze Nona[3], Abdushelishvili Inga[4], Dolidze Liparit[5], Tserodze Nana[6], Tatiashvili Leila[7], Tsiskarishvili Rusudan[8], Gvidani Sophio[9]

[1]PhD of Chemistry sciences, Senior Researcher of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia. nino.karkashadze@tsu.ge; [2]PhD of Biology sciences, Senior Researcher of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia; Associate Orcidhttps://orcid.org/0009-0002-0685-2813 rusudan.uridia@tsu.ge; [3]PhD of Chemistry sciences, Associate Professor of Georgian Technical University. Tbilisi, Georgia. bolkvadzenana04@gtu.ge; [4]PhD of Biology, Professor of Chemistry at the Agricultural University of Georgia. Tbilisi, Georgia. i.abdushelishvili@agruni.edu.ge; [5]PhD in Chemistry sciences, Senior Researcher of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia. liparit.dolidze@tsu.ge; [6]PhD in Chemistry sciences, Scientist of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia. nana.tserodze@tsu.ge; [7]PhD in Chemistry sciences, Scientist of Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia. leila.tatiashvili@tsu.ge; [8]PhD in Chemistry sciences, Senior Researcher of Iv.Javakhishvili Tbilisi State University, P. Melikishvili Institute of Physical and Organic Chemistry. Tbilisi, Georgia. rusudan.tsiskarishvili@tsu.ge; [9]PhD in Chemistry sciences, Iv. Javakhishvili Tbilisi State University, Al. Natishvili Morphology Institute. Tbilisi, Georgia. sofia.gvidani@tsu.ge

Abstract

Organic solvents are essential across various industrial sectors, including pharmaceuticals, petrochemicals, and polymer manufacturing, but they gradually accumulate contaminants during technological processes. Direct disposal of spent solvents leads to substantial economic losses and environmental degradation through the formation of volatile organic compounds. Consequently, developing efficient purification and regeneration technologies is crucial for sustainable industrial operations. This work reviews key physical, chemical, and combined solvent recovery methods, evaluating their operating principles, benefits, and limitations. Standard techniques such as distillation and rectification enable high-volume processing but demand high energy, whereas membrane separation, extraction, and vacuum technologies offer energy-efficient solutions suitable for azeotropic or heat-sensitive mixtures. Adsorption is particularly effective for removing trace impurities, with increasing emphasis on biomass-derived adsorbents. Special attention is paid to lignin, whose functional group diversity, high porosity, and chemical modifiability enable the creation of low-cost, highly effective, and ecologically safe adsorbents.

Furthermore, integrated processes—such as combining distillation with adsorption or membrane technologies—are increasingly implemented to achieve superior solvent purity while optimizing energy use. Overall, advancing energy-saving technologies and natural adsorbents supports green chemistry principles and promotes sustainable resource reuse.

Keywords: Organic solvents, Regeneration, Purification, Distillation, Membrane technologies, Lignin adsorbents.

Organic solvents are the integral part of chemical, pharmaceutical, petrochemical, dyes and varnishes, polymeric materials production and many other branches of industry. When used, they are getting polluted with various organic and inorganic admixtures, and thereby their efficiency is significantly reduced. Direct disposal of used solvents is associated both with substantial economic losses and environmental pollution, that is why the development of their purification and regeneration technologies is of great importance [1].

In the presented work, we have considered the key methods of organic solvents purification and regeneration, their advantages and restrictions. Distillation, rectification, adsorption, membrane technologies, extraction and other modern approaches have been considered. Special attention has been paid to the use of natural-origin adsorbents, especially lignin in the organic solvents' purification process [2].

Organic solvents are liquid organic compounds used for securing of extraction, purification, synthesis and technological processes related to different substances. Their ability to dissolve diverse organic and inorganic substances stipulates their wide application in the industry and scientific research [3].

As of today, million tons of organic solvents are used every year worldwide.

They become most widely used in pharmaceutical production, organic synthesis process, petroleum (oil) processing, manufacture of polymeric materials, dyes, varnishes, and electronic components.

Acetone, methanol, ethanol, isopropanol, ethyl acetate, toluene, xylene, hexane, chloroform, and dichloromethane are ranked among the most common solutions.

In the course of technological processes, the solvents are gradually polluted by different admixtures, such as reaction by-products, resinous substances, catalyst residuals, water, metal ions and mechanical particles. Use of polluted solvents deteriorates product quality, increases energy consumption and frequently leads to technological process failure [4].

Many organic solvents easily evaporate and form volatile organic compounds, which take part in photochemical smog formation and have a negative effect on human health and ecosystem.

One of the most effective lines of problem solution is a regeneration of organic solvents, which implies their restoration up to such degree, which makes it possible to reuse them in the

technological process, reduces the consumption of new solvents, amount of hazardous waste and economic expenses incurred by enterprise.

Over the last two decades a special attention has been paid to development of those technologies, which are featured by low energy consumption, high efficiency and minimum environmental impact]5].

Among these methods the most important ones are membrane separation, use of supercritical fluids, advanced adsorption technologies and application of modified forms of natural adsorbents, including lignin.

Lignin, as one of the basic components of vegetable biomass, has become the subject of special attention over the last years. Its chemical structure, high porosity and diversity of functional groups makes it possible to generate effective, cheap and ecologically safe adsorbents successfully used in purification and regeneration of organic solvents.

Organic solvents are classified by several features according to polarity.

Polar solvents are distinguished by high dielectric constant and they are good solvents for polar substances [6].

Non-polar solvents are used as solvents for fats, oils and other hydrophobic substances.

Chlorinated solvents are distinguished by high dissolving ability, however due to toxicity and environmental impact they require special control.

Classification according to boiling temperature is especially important during distillatory regeneration:

- low-boiling <100°C;
- medium-boiling 100°C-150°C;
- high-boiling >150°C.

Multiple use of solvents gradually deteriorates their quality. In the course of reaction, the by-products, resinous substances, polymers and oxidation products are formed, which reduce solvent purity.

Many organic solvents are hygroscopic and absorb moisture from the air. Water presence is especially problematic in pharmaceutical and high-purity chemical production, since it has an effect on reaction rate and product quality [7].

Solvents can be polluted by inorganic admixtures, which frequently leads to corrosion and reduces service life of processing equipment.

Dust, carbon particles, filter residuals and other solid particles impede technological process and deteriorate solvent quality.

Regeneration of organic solvents is one of the important directions of modern chemical technology [8].

Various physical, chemical and mixed technologies are used for regeneration of organic solvents. Method choice depends on solvent nature, admixture type, their concentration, required purity degree and economic efficiency of the process. Modern enterprises frequently use the combination of several methods, which enables restoration of high quality.

- Distillation and rectification;

Distillation is one of the oldest and widely used methods of organic solvent purification. The method is based on difference between boiling temperature of components entering a mixture. More volatile components evaporate during a process, then become condensed and relatively pure substance (solvent) is obtained [9].

This method is especially effective in case of regeneration of such solvents, which admixtures are featured by different volatility. For instance, it is possible to restore hexane, acetone, ethanol, ethyl acetate and other solvents.

Rectification is an improved version of distillation, during which a multi-stage separation is used. Repeated contact between steam and vapor in the column type rectifier enhances separation efficiency and makes it possible to obtain a high-quality product.

Advantages:

- technology simplicity
- opportunity of processing large volumes of solvents;
- receipt of high-quality product.

Shortcomings:

- high energy consumption;
- opportunity of decomposition of thermally sensitive compounds;
- difficulty of azeotropic mixtures' separation;
- adsorptive purification.

Adsorption is one of the most effective methods for small amount admixture removal from organic solvents. This process is based on substance adsorption on the solid state surface [10].

The following substances are used as adsorbents:

- activated carbon;
- zeolites;
- silicagel;
- aluminium oxide;
- polymeric adsorbents;
- materials prepared on biomass basis.

Activated carbon is widely used due to its large surface and porous structure. It effectively adsorbs nonpolar organic solvents, including hexane, toluene and chlorinated solvents.

In recent years a special attention has been paid to natural adsorbents. Lignin, as a basic polymer of vegetable biomass, consists of functional groups of hydroxide, methoxide and other substances, which participate in organic molecules' binding. Lignin chemical modification enhances its adsorptive capacity and extends its potential for use [11].

Advantages:

- high selectivity;
- low temperature;
- effective removal of small amounts of admixtures;

Restrictions:

- adsorbent saturation;
- necessity of periodical substitution;
- low selectivity of some solvents;
- membrane technologies.

Membranous processes represent the modern energy-efficient technology, which is based on selective transport (transfer) of mixture components through semi-conducting membrane.

The following techniques are used for organic solvent purification: pervaporation, steam-conducting membranes, nano-filtration, and organo-filtration processes.

The key advantage of membrane methods is their low energy consumption compared to distillation. They are especially prospective for azeotropic mixture separation and removal of small amount of water from organic solvents [12].

Disadvantages:

- membrane contamination;
- relatively high initial cost;
- difficulty with membrane selection for particular system.

Extraction method.

Extraction is the method for organic solvent purification, based on different solubility of components entering into the mixture, between two phases immiscible to each other. This method is especially effective, when it is difficult to separate via distillation the admixtures present in the solvent to be processed or their boiling temperature is close to that of basic solvent.

In the extraction process, such solvent is used additionally, which has high selectivity towards specific admixture. Upon completion of the process takes place phase separation and extragent (extraction agent) regeneration if required [9,10].

Extraction is used for: removal of organic acids; separation of polar admixtures; removal of resinous compounds and compounds with high molecular mass.

The method advantages:

- high selectivity;
- it is possible to purify thermally sensitive compounds;
- relatively low temperature regime.

Shortcomings:

- need for additional solvent;
- multiple-stage process;
- necessity of subsequent removal of extragent (extraction agent)
- chemical treatment methods.

In some cases, chemical treatment is necessary for receipt of high-purity organic solvent. This method is used when it is impossible to remove admixtures using physical methods only [11,12].

For removal of water, acids and alkaline admixtures, as well as oxidative admixtures, the following chemical treatment methods are used: cryogenic and vacuum technologies. For regeneration of some high-purity solvents the special technologies, such as vacuum distillation and low-temperature selection are used.

Vacuum distillation makes it possible to reduce boiling temperature and to avoid decomposition of thermally unstable organic compounds.

This method is of great importance for pharmaceutical production, receipt of high-purity reagents and heat-sensitive solvents.

- Combined methods

Modern enterprises increasingly make use of integration of several technologies, since a single method doesn't not always guarantee complete removal of all types of admixtures.

For instance:

Distillation + adsorption.

Separation of basic solution is conducted using distillation, while adsorption removes the rest small amounts of organic admixtures [4].

Membrane technology + distillation

Membrane reduces content of water or specific components, while distillation secures final purification.

Chemical processing + adsorption.

Chemical method, when used, transforms or decomposes complex admixtures, and adsorbent provides final polishing.

Combined processes are especially important for modern green chemistry, since they reduce energy consumption and increases possibility of solvents' reuse [9,12].

Conclusions

Purification and regeneration of organic solvents is an important field of modern chemical technology. Restoration of used solvents reduces both manufacturing expenses and negative environmental impact.

Distillation, rectification, adsorption, membrane and other physical-chemical methods are widely used as of today. Each technology has its own advantages and restrictions, that is why their combination is frequently used for attaining high efficiency.

Application of energy-saving processes and ecologically safe adsorbents, including materials based on biomass, is particularly promising. Development of organic solvent regeneration will promote implementation of green chemistry principles and establishment of sustainable production.

References

1. Wypych, G. (2023). Handbook of Solvents. 3rd Edition. ChemTec Publishing.
2. Smallwood, I. M. (1996). Handbook of Organic Solvent Properties. Arnold Publishers.
3. Perry, R. H., & Green, D. W. (2019). Perry's Chemical Engineers' Handbook. 9th Edition. McGraw–Hill Education.
4. Seader, J. D., Henley, E. J., & Roper, D. K. (2016). Separation Process Principles. 4th Edition. Wiley.
5. Ruthven, D. M. (1984). Principles of Adsorption and Adsorption Processes. John Wiley & Sons.
6. Marsh, H., & Rodríguez-Reinoso, F. (2006). Activated Carbon. Elsevier.
7. Bansal, R. C., & Goyal, M. (2005). Activated Carbon Adsorption. CRC Press.
8. Mohan, D., & Pittman, C. U. (2006). Activated carbons and low-cost adsorbents for remediation of organic pollutants. Journal of Hazardous Materials, 137, 762–811.
9. Foo, K. Y., & Hameed, B. H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. Chemical Engineering Journal, 156, 2–10.
10. IUPAC. (2015). Compendium of Chemical Terminology (Gold Book). International Union of Pure and Applied Chemistry.
11. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2016). Solvents in the Workplace. Washington, DC: U.S. EPA.
12. European Chemicals Agency (ECHA). Guidance on the compilation of Safety Data Sheets. December 2020. Helsinki: European Chemicals Agency.

ორგანული გამხსნელების გასუფთავება და რეგენერაცია: თანამედროვე მიდგომები და განვითარების პერსპექტივები

ქარქაშაძე ნინო[1], ურიდია რუსუდანი[2], ბოლქვაძე ნონა[3], აბდუშელიშვილი ინგა[4], დოლიძე ლიპარიტ[5], წეროძე ნანა[6], ტატიაშვილი ლეილა[7], ცისკარიშვილი რუსუდანი[8], გვიდანი სოფიო[9]

[1]PhD ქიმიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი. საქართველო, თბილისი. nino.karkashadze@tsu.ge; [2]PhD ბიოლოგიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი. Orcidhttps://orcid.org/0009-0002-0685-2813 rusudan.uridia@tsu.ge; [3]PhD ქიმიის დოქტორი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასოცირებული პროფესორი. საქართველო, თბილისი. bolkvadzenana04@gtu.ge; [4]PhD ბიოლოგიის დოქტორი, საქართველოს აგრარული უნივერსიტეტის ქიმიის პროფესორი. საქართველო, თბილისი. i.abdushelishvili@agruni.edu.ge; [5]PhD ქიმიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი. საქართველო, თბილისი. liparit.dolidze@tsu.ge; [6]PhD ქიმიის ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი. საქართველო, თბილისი. nana.tserodze@tsu.ge; [7]PhD ქიმიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის მეცნიერ თანამშრომელი. საქართველო, თბილისი. leila.tatiashvili@tsu.ge; [8]PhD ქიმიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, პ. მელიქიშვილის სახ. ფიზიკური და ორგანული ქიმიის ინსტიტუტის უფროსი მეცნიერ თანამშრომელი. საქართველო, თბილისი. rusudan.tsiskarishvili@tsu.ge; [9]PhD ქიმიის დოქტორი, ივ. ჯავახიშვილის სახ. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ალ. ნათიშვილის სახ. მორფოლოგიის ინსტიტუტი, საქართველო, თბილისი. sofia.gvidani@tsu.ge

რეზიუმე

ორგანული გამხსნელები უმნიშვნელოვანეს როლს ასრულებენ ინდუსტრიის სხვადასხვა სექტორში, მათ შორის ფარმაცევტულ, ნავთობქიმიურ და პოლიმერების წარმოებაში, თუმცა ტექნოლოგიური პროცესების დროს ისინი თანდათან ბინძურდებიან მინარევებით. გამოყენებული გამხსნელების პირდაპირი უტილიზაცია დაკავშირებულია როგორც მნიშვნელოვან ეკონომიკურ დანაკარგებთან, ასევე გარემოს დაბინძურებასთან მრავალი ორგანული ნაერთების წარმოქმნის გზით. შესაბამისად, გაწმენდისა და რეგენერაციის ეფექტური ტექნოლოგიების შემუშავებას დიდი მნიშვნელობა აქვს მდგრადი სამრეწველო საქმიანობისთვის. წინამდებარე ნაშრომში განხილულია გამხსნელების აღდგენის ძირითადი ფიზიკური, ქიმიური და კომბინირებული მეთოდები, მათი მოქმედების პრინციპები, უპირატესობები და შეზღუდვები. სტანდარტული ტექნოლოგიები, როგორებიცაა დისტილაცია და რექტიფიკაცია, იძლევა დიდი მოცულობის გადამუშავების საშუალებას, თუმცა ხასიათდება მაღალი ენერგომოხმარებით; ხოლო მემბრანული სეპარაცია, ექსტრაქცია და ვაკუუმური ტექნოლოგიები ენერგოეფექტურ გადაწყვეტილებებს გვთავაზობენ აზეოტროპული ან

თერმულად მგრძნობიარე ნარევებისთვის. ადსორბცია განსაკუთრებით ეფექტურია მცირე რაოდენობის მინარევების მოსაცილებლად, სადაც სულ უფრო მეტი ყურადღება ეთმობა ბიომასაზე დაფუძნებულ ადსორბენტებს. განსაკუთრებული ყურადღება გამახვილებულია ლიგნინზე, რომლის ფუნქციური ჯგუფების მრავალფეროვნება, მაღალი ფორების არსებობა და ქიმიური მოდიფიცირების შესაძლებლობა იძლევა იაფი, მაღალეფექტური და ეკოლოგიურად უსაფრთხო ადსორბენტების შექმნის საშუალებას. გარდა ამისა, სულ უფრო ხშირად დანერგილია ინტეგრირებული პროცესები - მაგალითად, დისტილაციისა და ადსორბციის ან მემბრანული ტექნოლოგიების კომბინაცია -გამხსნელის მაღალი სიწმინდის მისაღწევად და ენერგიის მოხმარების ოპტიმიზაციისთვის. მთლიანობაში, ენერგოდამზოგავი ტექნოლოგიებისა და ბუნებრივი ადსორბენტების განვითარება ხელს უწყობს „მწვანე ქიმიის“ პრინციპების დანერგვასა და რესურსების მდგრად განმეორებით გამოყენებას.

საკვანძო სიტყვები: *ორგანული გამხსნელები, რეგენერაცია, გაწმენდა, დისტილაცია, მემბრანული ტექნოლოგიები, ლიგნინის ადსორბენტები.*

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.16



კვლევის მეთოდოლოგიის ჩამოყალიბება კადრების შეფასება/შერჩევის ამოცანის გადასაჭრელად მარკეტინგის სამსახურის მაგალითზე

მედეა თევდორაძე, ანა გერგაული

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

medeat@gtu.ge, gergauli.ana@gtu.ge

რეზიუმე

სტატიაში განხილულია ორგანიზაციაში არსებული პერსონალისა და რეკრუტინგის პროცესში კანდიდატის საქმიანობის შეფასების ამოცანის გადაჭრის მეთოდოლოგიის შემუშავება. შეფასება/შერჩევის პროცესისათვის ნაგულისხმევია ხელოვნური ნეირონული ქსელის შემუშავება და გამოყენება, რომელსაც შესავლელზე უნდა მიეწოდოს იმ პარამეტრების ნაკრების მნიშვნელობები, რომელიც საკმარისია მარკეტინგის სამსახურის თანამშრომლის საქმიანობის ანალიზისთვის და შეფასებისათვის. ხელოვნური ნეირონული ქსელის გამოსასვლელ შრეზე უნდა იყოს მიღებული გარკვეული კოეფიციენტი, რომელიც შემდგომ გამოიყენება სამსახურში მიმდინარე პროცესების მოდელირებისათვის დროითი პარამეტრების დასაკორექტირებლად. ნაშრომში წარმოდგენილია კვლევის განხორციელების სრული ციკლი: პარამეტრების სისტემის ჩამოყალიბება, პარამეტრების წონების განსაზღვრა, მოდელირების პროცესში დროითი პარამეტრების დასაკორექტირებლად განკუთვნილი კოეფიციენტის განსაზღვრა და შეფასება, კოეფიციენტების პროგნოზული მნიშვნელობების მიღება ხელოვნური ნეირონული ქსელის საშუალებით, მარკეტინგული პროცესების მოდელირება კოეფიციენტების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: პერსონალის/კანდიდატის შეფასების ამოცანის გადაჭრის მეთოდოლოგიის ჩამოყალიბება, კანდიდატების შერჩევის/პერსონალის შეფასების პარამეტრების სისტემის ჩამოყალიბება, ხელოვნური ნეირონული ქსელის შემუშავება თანამშრომლების/კანდიდატების შესაფასებელი კოეფიციენტის პროგნოზირებისათვის, მარკეტინგული ბიზნეს-პროცესის მოდელირება.

შესავალი

ადამიანური რესურსების მართვა ორგანიზაციის სტრატეგიული მენეჯმენტის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიმართულებას წარმოადგენს (Liu, Li, & Xia, 2021; Yilmaz, 2023), რომელიც არ შემოიფარგლება მხოლოდ ადმინისტრაციული ფუნქციებით - იგი მოიცავს თანამშრომელთა შერჩევას/რეკრუტინგს, შესრულებული სამუშაოს შეფასებას, სწავლებისა და განვითარების დაგეგმვას, კარიერული ზრდის ხელშეწყობასა და სამუშაო გარემოს გაუმჯობესებას.

კადრების შერჩევა (რეკრუტინგი) გულისხმობს კვალიფიციური კანდიდატების მოძიებას, შეფასებასა და საუკეთესო კანდიდატის შერჩევას ორგანიზაციის მოთხოვნებისა და საჭიროებების შესაბამისად (De Alwis, Andrli´c, & Šostar, 2022). თანამედროვე პირობებში ამ პროცესში სულ უფრო აქტიურად ინერგება ხელოვნური ინტელექტის ტექნოლოგიები. ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული სისტემები ავტომატურად აანალიზებენ კანდიდატების რეზიუმეებს, ადარებენ მათ ვაკანსიის მოთხოვნებს, ადგენენ შესაბამისობის ხარისხს და რეკრუტერს სთავაზობენ ყველაზე პერსპექტიულ კანდიდატებს. გარდა ამისა, ხელოვნური ინტელექტი გამოიყენება ჩატ-ბოტების საშუალებით კანდიდატებთან პირველადი კომუნიკაციისთვის, ხშირად დასმულ კითხვებზე პასუხის გასაცემად და გასაუბრებების დაგეგმვის პროცესის ავტომატიზაციისთვის, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის რეკრუტინგის ეფექტიანობას (Cayrat & Boxall, 2023).

ადამიანური რესურსების მართვის კიდევ ერთი უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა პერსონალის საქმიანობის შეფასება, რომელიც წარმოადგენს თანამშრომლის მიერ შესრულებული სამუშაოს, შედეგებისა და პროფესიული კომპეტენციების სისტემურ ანალიზს. შეფასების შედეგები გამოიყენება თანამშრომელთა კარიერული განვითარების, წახალისების, ანაზღაურების სისტემის, სწავლებისა და პროფესიული განვითარების პროგრამების დაგეგმვისთვის (Zdravković, Panetto, & Weichhart, 2021). ტრადიციული შეფასების მეთოდები ხშირად ეფუძნება სუბიექტურ მოსაზრებებს, რაც ზოგიერთ შემთხვევაში შეფასების ობიექტურობას ამცირებს, ხოლო ხელოვნურ ინტელექტზე დაფუძნებული მოდელები მნიშვნელოვნად ზრდის მონაცემთა ანალიზის მიუკერძოებლობას, სიზუსტესა და ეფექტიანობას. თანამედროვე ანალიტიკური სისტემები თანამშრომელთა საქმიანობის შესაფასებლად ისეთ მონაცემებს იყენებენ, როგორიცაა შესრულებული სამუშაოს მოცულობა, პროექტების შედეგები, ხარისხობრივი მაჩვენებლები, მომხმარებელთა უკუკავშირი და სხვა მნიშვნელოვანი ინდიკატორები. აღნიშნული მონაცემების საფუძველზე შესაძლებელია თანამშრომლის საქმიანობის უფრო ობიექტური და კომპლექსური შეფასება. გარდა ამისა, ხელოვნური ინტელექტი ხელს უწყობს თანამშრომელთა პროფესიული განვითარების საჭიროებების იდენტიფიცირებას, პროგნოზირებას ახდენს მათი კარიერული განვითარების

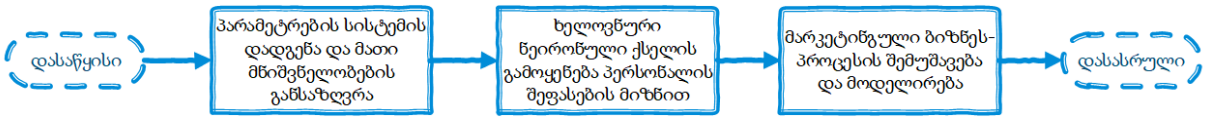
პერსპექტივებს და რეკომენდაციას უწევს ინდივიდუალურ სასწავლო პროგრამებს (Bhardwaj, Singh, & Kumar, 2020; Zdravković, Panetto, & Weichhart, 2021).

მოცემული კვლევის მიზანი იყო მენეჯერების, ასევე კანდიდატების საქმიანობის შეფასების პროცესების გაუმჯობესების მეთოდების შემუშავება და მათი ანალიზი შესაბამისი დანიშნულების ინფორმაციულ (ექსპერტულ) სისტემებში გამოყენების მიზნით. სტატიაში წარმოდგენილი ამოცანის გადაჭრა ეფუძნება შერეულ/ჰიბრიდულ მეთოდოლოგიას (mixed-methods approach), რომელიც აერთიანებს როგორც თვისებრივ (qualitative) და რაოდენობრივ (quantitative) კვლევის მეთოდებს, ასევე მრავალკრიტერიუმიანი გადაწყვეტილების მიღების (Multiple Criteria Decision Making - MCDM) ინსტრუმენტებს. აღნიშნული მიდგომის გამოყენება განპირობებულია იმით, რომ კვლევის მიზანი მოითხოვს როგორც ექსპერტული ცოდნის იდენტიფიცირებასა და სტრუქტურირებას, ისე მიღებული მონაცემების რაოდენობრივ ანალიზსა და პროგნოზირების მოდელის აგებას. სხვადასხვა ტიპის მონაცემების ინტეგრაცია ერთ კვლევაში უზრუნველყოფს უფრო სიღრმისეულ და სანდო შედეგებს.

ძირითადი ნაწილი

მეთოდოლოგიის შემუშავების თეორიული ნაწილი

პერსონალის (თანამშრომლებიდან და კანდიდატებიდან) შერჩევისა და შეფასების მოდელის ასაგებად მნიშვნელოვანი არის რელევანტური შეფასების პარამეტრების იდენტიფიცირება, შემდეგ ამ პარამეტრების ხელოვნური ნეირონული ქსელის მეშვეობით დამუშავება და ბოლოს შესარჩევი პერსონალის ჩართულობით სამუშაოების შესრულების შედეგების დანახვა. შესაბამისად, კვლევის მეთოდოლოგიისთვის ჩამოყალიბდა ეტაპები, რომელიც მოცემულია ნახ.1-ზე.



ნახ. 1. კვლევის ძირითადი ეტაპები

ნახ. 1-ის მიხედვით, კვლევა მოიცავს შემდეგ ძირითად ეტაპებს:

1. პარამეტრების სისტემის დადგენა და მათი მნიშვნელობების განსაზღვრა.

კვლევა ეფუძნებოდა დაშვებას, რომ პირველ ეტაპზე იდენტიფიცირებული უნდა ყოფილიყო შეფასების შესაბამისი პარამეტრები, როგორც კანდიდატის შერჩევის, ასევე თანამშრომლის მიერ შესრულებული სამუშაოს შეფასების მიზნით, რომლებიც ზოგიერთ შემთხვევაში ერთიანდება კატეგორიებში. თითოეული კატეგორია განსხვავებულ

ასპექტს უნდა აფასებდეს - აქ ადგილი არ აქვს გადაფარვებს, და მათი ერთობლიობა იძლევა ობიექტური და სრულყოფილი დასკვნის გაკეთების შესაძლებლობას. შესაბამისად, წარმოდგენილი კატეგორიები და პარამეტრები შეფასებისთვის საკმარისად შეიძლება ჩაითვალოს;

2. მიღებული პარამეტრების სისტემის საფუძველზე ხელოვნური ნეირონული ქსელის გამოყენება პერსონალის შეფასების მიზნით.

კვლევა ეფუძნებოდა დაშვებას, რომ ამ ეტაპზე დასწავლის შედეგად უნდა განხორციელდეს ხელოვნური ნეირონული ქსელის ფორმირება, რისთვისაც ხელოვნური ნეირონული ქსელის შესასვლელზე უნდა მიეწოდოს წინა პუნქტში შემუშავებული პარამეტრების სისტემის მნიშვნელობები. ამასთან ერთად უნდა განხორციელდეს ექსპერტების მიერ შემუშავებული პარამეტრებისათვის წონების განსაზღვრა ხელოვნური ნეირონული ქსელის სწორი დასწავლის მიზნით. ამავე ეტაპზე უნდა განისაზღვროს ხელოვნური ნეირონული ქსელის გამოსასვლელ შრეზე მისაღები კოეფიციენტი, რომელსაც შემდგომ ვუწოდებთ - პროდუქტიულობის კოეფიციენტს. ვთვლით, რომ აღნიშნული კოეფიციენტი შეიძლება წარმოადგენდეს კონკრეტული თანამშრომლისა თუ კანდიდატის ეფექტიანობის მაჩვენებელს, კერძოდ, რაც უფრო მაღალია კოეფიციენტი, მით უფრო მაღალი შრომის ნაყოფიერებით ხასიათდება თანამშრომელი თუ კანდიდატი;

3. ბიზნეს-პროცესის (მარკეტინგის სამსახურის მაგალითზე) შემუშავება და მოდელირება წინა ეტაპზე მიღებული კოეფიციენტების გათვალისწინებით.

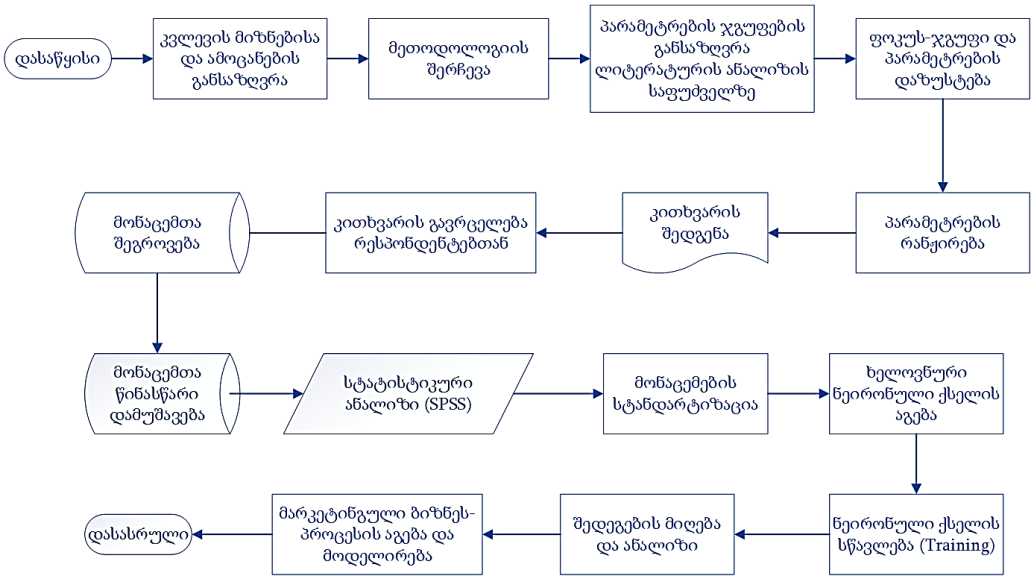
ვთვლით, რომ მარკეტინგული სამსახურის ბიზნეს-პროცესში უნდა გათვალისწინებული იყოს ხელოვნური ნეირონული ქსელის მუშაობის შედეგი - პროდუქტიულობის კოეფიციენტი, რომელიც ზეგავლენას ახდენს პროცესის ოპერაციების შესრულების დროზე.

მეთოდოლოგიის განხორციელების პრაქტიკული ნაწილი

დასმული ამოცანების სიღრმისეული შესწავლისა და ანალიზის შედეგად ჩამოყალიბდა კვლევის მეთოდოლოგია, რომლის ძირითადი ეტაპები და პროცესის თანმიმდევრულობა წარმოდგენილია სქემატურად შესაბამისი ნახაზის სახით (ნახ.2). აღნიშნული პროცესის სრული ციკლი მოიცავს კვლევის დაგეგმვის, პერსონალის დამახასიათებელი პარამეტრების მონაცემთა შეგროვების, წინასწარი დამუშავებისა და ანალიზის, მიღებული შედეგების ინტერპრეტაციის, მიღებული პარამეტრების დასამუშავებლად და შესაფასებელი კოეფიციენტის პროგნოზირებისათვის ხელოვნური ნეირონული ქსელის აგებისა და ბოლოს, მიღებული კოეფიციენტის გამოყენებით მარკეტინგული ბიზნეს-პროცესის აგების და მოდელირების ეტაპებს.

სადისერტაციო ნაშრომის (გერგაული. ა., 2026) ფარგლებში განხორციელდა წინამდებარე სტატიაში წარმოდგენილი კვლევითი სამუშაოები, მათ შორის კვლევის მიზნებისა და ამოცანების შესაბამისად რელევანტური მეთოდოლოგიის შერჩევა. მეთოდოლოგია მოიცავდა როგორც თვისებრივ, ისე რაოდენობრივი კვლევის მეთოდებს. პირველ ეტაპზე, ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე განისაზღვრა პარამეტრების ჯგუფები და შემდეგ თვისებრივი კვლევის ერთ-ერთი მეთოდის - ფოკუს ჯგუფის გამოყენებით - ექსპერტთა მიერ განხორციელდა პარამეტრების დაზუსტება და რანჟირება, როგორც კანდიდატის შერჩევის, ასევე თანამშრომლის მიერ შესრულებული სამუშაოს შეფასებისთვის.

ფოკუს-ჯგუფის მეთოდი გამოიყენება კონკრეტულ საკითხთან დაკავშირებით მონაწილეთა შეხედულებების, გამოცდილებებისა და შეფასებების გამოსავლენად. ფოკუს-ჯგუფის მეთოდის დროს მონაწილეები იღებენ მონაწილეობას მოდელირებულ დისკუსიაში, რომლის მიზანია გარკვეული პრობლემის, მოვლენის ან პროცესის მრავალმხრივი განხილვა.



ნახ. 2. თანამშრომლის/კანდიდატის შეფასების მოდელის შემუშავებისათვის შესაბამისი მეთოდოლოგიის განხორციელების თანმიმდევრულობა

აღნიშნული მეთოდის მთავარი უპირატესობებია:

- მონაწილეთა შორის ინტერაქციის შესაძლებლობა;
- იდეებისა და შეხედულებების გენერირება;
- საკითხის სიღრმისეული განხილვა;
- ფაქტორებს შორის კავშირების გამოვლენა;
- ექსპერტული ცოდნის ფორმალიზაციის შესაძლებლობა.

ფოკუს-ჯგუფის შედეგად შესაძლებელია ისეთი პარამეტრების გამოვლენა, რომლებიც შემდგომ გამოიყენება რაოდენობრივ ანალიზში.

კვლევის განხორციელების პროცესში ფოკუს-ჯგუფში მონაწილეობდნენ:

- HR სპეციალისტები,
- დარგის სპეციალისტები (გაყიდვების/მარკეტინგის მენეჯერები).

შემდგომ ეტაპზე, შესაბამისი პარამეტრების გასაზომად შემუშავებული იყო კომპლექსური სტანდარტიზებული გამოკითხვის ფორმა, რომელიც მოიცავდა როგორც დემოგრაფიულ და სამუშაო პოზიციასთან დაკავშირებულ კითხვებს, ასევე კონკრეტული პარამეტრების გასაზომად უკვე არსებულ კითხვარებს. შემუშავებული კომპლექსური კითხვარი გაგზავნილ იქნა რესპოდენტებთან მონაცემთა შეგროვების მიზნით.

შეგროვებული მონაცემების წინასწარი დამუშავების შემდეგ (მონაცემების გაწმენდა, კოდირება, ნორმალიზაცია), განხორციელდა მათი სტატისტიკური ანალიზი სტატისტიკური პროგრამა SPSS-ის გამოყენებით.

ხელოვნური ნეირონული ქსელის დასწავლისთვის ფოკუს-ჯგუფის მიერ დაზუსტებული პარამეტრებისთვის განისაზღვრა წონები SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) მეთოდის გამოყენებით.

SWARA მეთოდი ეფუძნება ექსპერტულ შეფასებებს და განსაზღვრავს თითოეული პარამეტრის შედარებით მნიშვნელობას (Yazdani et al., 2019; Karabašević et al., 2015). SWARA მეთოდი პირველად შემოთავაზებულ იქნა 2010 წელს Kersuliene, Zavadskas და Turskis-ის მიერ. აღნიშნული მეთოდის ძირითადი მიზანია კრიტერიუმების და მათი წონების განსაზღვრა ექსპერტული შეფასებების საფუძველზე. SWARA-ს განსაკუთრებული უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ კრიტერიუმების პრიორიტეტიზაცია ხორციელდება ეტაპობრივად, რაც ექსპერტებს საშუალებას აძლევს თანმიმდევრულად შეაფასონ თითოეული კრიტერიუმის შედარებითი მნიშვნელობა; ექსპერტული ცოდნის ეფექტიანი გამოყენება; ინტერპრეტირებადი შედეგები. მეთოდი ფართოდ გამოიყენება ეკონომიკის, მენეჯმენტის, ინჟინერიის, ლოგისტიკისა და მდგრადი განვითარების კვლევებში (Keršuliene et al., 2010).

შემდგომ მრავალკრიტერიუმიანი გადაწყვეტილების მიღების - CoCoSo მეთოდის გამოყენებით, განხორციელდა თანამშრომლების პროდუქტიულობის კოეფიციენტების დადგენა. შედეგად, გამოვლინდა ის თანამშრომლები, რომლებიც შეესაბამებიან ორგანიზაციის მიზნებს და რომლებსაც გააჩნიათ მაღალი ეფექტიანობა. კვლევის ფარგლებში CoCoSo მეთოდი გამოყენებულ იქნა პროდუქტიულობის კოეფიციენტის პროგნოზირებისათვის, რომელიც, თავის მხრივ, განხორციელდა ხელოვნური ნეირონული ქსელით.

ხელოვნური ნეირონული ქსელის მოდელირება - აღნიშნულ ეტაპზე შერჩეულ იქნა პირდაპირი გავრცელების ნეირონული ქსელის არქიტექტურა (განხორციელდა შრეების, ნეირონების შესაბამისი რაოდენობისა და აქტივაციის ფუნქციის განსაზღვრა). შემუშავებული ხელოვნური ნეირონული ქსელი იძლევა პროდუქტიულობის კოეფიციენტის პროგნოზულ მნიშვნელობებს თითოეული თანამშრომლისთვის, რომლებიც შემდგომ გამოიყენება ბიზნეს-პროცესის მოდელირებისათვის დროითი პარამეტრების კორექტირებისათვის.

და ბოლოს, განხორციელდა ორგანიზაციული (მარკეტინგი/გაყიდვები) ბიზნეს-პროცესის მოდელირება კომპიუტერული პროგრამა BPMN Bizagi Modeler-ის გამოყენებით მისი პარამეტრების შესაფასებლად. ხელოვნური ნეირონული ქსელის მუშაობის შედეგი - პროდუქტიულობის კოეფიციენტი - ინტეგრირდება ბიზნეს-პროცესის მოდელში, რათა შეფასდეს დროითი რესურსები და ფინანსური დანახარჯები.

დასკვნა

ზემოთ წარმოდგენილი კვლევის მეთოდოლოგია და მისი გამოყენების შედეგები, მიღებული სადისერტაციო ნაშრომის ფარგლებში, ცხადყოფს, რომ პერსონალის შერჩევისა და შეფასების პროცესში თვისებრივი და რაოდენობრივი კვლევის მეთოდების ერთობლივი გამოყენება უზრუნველყოფს გადაწყვეტილების მიღების უფრო მაღალ სიზუსტეს, ობიექტურობასა და სანდოობას. თვისებრივი მეთოდები შესაძლებლობას იძლევა შეფასდეს კანდიდატების პროფესიული და პიროვნული მახასიათებლები, ხოლო რაოდენობრივი მეთოდები უზრუნველყოფს მიღებული მონაცემების გაზომვას, შედარებას, სტატისტიკურ ანალიზს და საბოლოოდ - შეფასებას.

ამასთან, მრავალკრიტერიუმიანი შეფასების მეთოდების გამოყენება მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს გადაწყვეტილების მიღების პროცესს, რადგან შესაძლებელს ხდის პარამეტრების რანჟირებას და პრიორიტეტების მინიჭებას.

თანამედროვე პირობებში განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს ხელოვნური ინტელექტის ინტეგრირება პერსონალის მართვის პროცესებში, რადგან იგი ხელს უწყობს მონაცემთა დიდი მოცულობის სწრაფ დამუშავებას, შეფასების პროცესის ავტომატიზაციას, ანალიტიკური შესაძლებლობების გაფართოებას და ადამიანური სუბიექტურობის შემცირებას.

შესაბამისად, თვისებრივი და რაოდენობრივი კვლევის მეთოდების, მრავალკრიტერიუმიანი შეფასების მოდელებისა და ხელოვნური ინტელექტის კომპლექსური გამოყენება წარმოადგენს პერსონალის შერჩევისა და შეფასების თანამედროვე სისტემების განვითარების მნიშვნელოვან წინაპირობას. მათი ინტეგრირებული გამოყენება ზრდის შეფასების სიზუსტეს, გამჭვირვალობასა და

სამართლიანობას, რაც, საბოლოოდ, ხელს უწყობს ორგანიზაციის სტრატეგიული მიზნების მიღწევასა და ადამიანური რესურსების ეფექტიან მართვას.

ხელოვნური ნეირონული ქსელის მუშაობის შედეგების ინტეგრირება ორგანიზაციაში მიმდინარე ბიზნეს-პროცესების მოდელებთან მნიშვნელოვნად ზრდის ორგანიზაციის ეფექტიანობას, ამცირებს დროით და ფინანსურ დანახარჯებს და აუმჯობესებს გადაწყვეტილებების მიღების ხარისხს.

შემუშავებული მეთოდოლოგიის გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია რეკრუტინგისა და თანამშრომელთა საქმიანობის შეფასების პროცესებში, სადაც მონაცემთა ანალიზის ავტომატიზაცია და ობიექტურობის ზრდა ხელს უწყობს საუკეთესო კანდიდატების შერჩევასა და თანამშრომელთა პოტენციალის სრულყოფილად გამოვლენას.

გამოყენებული ლიტერატურა

Albaroudi, E., Mansouri, T., Hatamleh, M., & Alameer, A. (2026). Addressing intersectional bias in AI recruitment using HITHIRE model: A fair, ethical, green AI and transparent hiring solution for Saudi Arabia's diverse workforce in line with vision 2030. *AI and Ethics, 6*(57). doi:10.1007/s43681-025-00844-z

Bhardwaj, G., Singh, S. V., & Kumar, V. (2020). An Empirical Study of Artificial Intelligence and its Impact on Human Resource Functions. *2020 International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)*, (pp. 47-51).

Cable, D. M., & Judge, T. A. (1996). Person-organization fit, job choice decisions, and organizational entry. *Organizational Behavior and Human Decision Processes, 67*(3), 294-311.

Cayrat, C., & Boxall, P. (2023). The roles of the HR function: A systematic review of tensions, continuity and change. *Human Resource Management Review, 33*(4). doi:10.1016/j.hrmr.2023.100984

De Alwis, A. C., Andrli´c, B., & Šostar, M. (2022). The Influence of E-HRM on Modernizing the Role of HRM context. *Economies, MDPI, 10*(8), 1-13.

Liu, S., Li, G., & Xia, H. (2021). Analysis of Talent Management in the Artificial Inteligence Era. *Advances in Economics, Business and Management Research, 167*, 38-42. doi:10.2991/aebmr.k.210218.007

Yilmaz, A. (2023). The Evolution of Human Resource Management in Managerial Thinking. *Journal of Society, Economics and Management, 4*(1), 35-50.

Zdravković, M., Panetto, H., & Weichhart, G. (2021). AI-enabled Enterprise Information Systems for Manufacturing. *Enterprise Information Systems*, 1-53. doi:10.1080/17517575.2021.1941275

Development of a research methodology for personnel assessment and candidate selection tasks on the example of the marketing department

Medea Tevdoradze, Ana Gergauli

Georgian Technical University

medeat@gtu.ge, gergauli.ana@gtu.ge

Abstract

It is discussed the development of a methodology for addressing the problem of assessing the performance of existing personnel within an organization and candidates participating in the recruitment process in the article. The assessment/selection process is assumed to involve the development and application of an artificial neural network, input of which should consist of the values of a set of parameters sufficient for analyzing and evaluating the performance of a marketing department employee. A certain coefficient should be obtained at the output layer of the artificial neural network, which will subsequently be used to adjust time parameters in the modeling of ongoing organizational processes. The paper presents the full cycle of the research implementation: the formation of a parameter system; the determination of parameter weights; the determination and evaluation of the coefficient intended for correcting time parameters in the modeling process; obtaining of predictive coefficient values using an artificial neural network; and the modeling of marketing processes for different values of the coefficients.

Keywords: Development of a methodology for solving the personnel/candidate evaluation tasks, development of a system of parameters for candidate selection/personnel assessment, development of an artificial neural network for predicting employee/candidate evaluation coefficients, modeling of the marketing business process.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.17



Intercultural Communication: Factors of Success and Failure Conditions

Medea Imnadze

PhD, Assistant Professor, Batumi State Maritime Academy

Abstract

The article discusses the essence of intercultural communication and the main factors that determine its success or failure. In the conditions of modern globalization, communication between representatives of different cultures acquires special importance in both professional, educational, and social spheres. Effective intercultural communication implies not only knowledge of a foreign language, but also awareness of different cultural values, norms, behavioral models, and communication strategies.

The paper focuses on factors such as the perception of cultural differences, language competence, non-verbal communication, stereotypes, ethnocentrism, consideration of cultural context, and tolerance of communication participants. The basis of successful communication is considered to be cultural awareness, empathy, active listening, respect for differences, and awareness of one's own cultural characteristics in the communication process. In addition, cultural misunderstandings, language barriers, stereotypical attitudes, and disregard for different communication rules may become the cause of communication failure.

The study emphasizes the importance of developing intercultural competence and shows that effective communication is an important prerequisite for building mutual understanding, cooperation, and trust between different cultures.

Introduction

The emergence of linguistic personality as a result of the formation of the anthropocentric linguistic paradigm aroused scientists' interest in the cultural characteristics of the speaking person (cultural identity of a person, national culture and subculture, national mentality, linguistic and cultural picture of the world, etc.). The formation of linguistic personality within the framework of a specific culture, the formation of its linguistic thinking and worldview, was

recognized as one of the important problems, therefore, an important area of scientific research was the study of those linguistic and social factors that turned a linguistic personality into a "cultural personality", that is, linguoculturological studies were activated: scientists studied cultural stereotypes, cultural concepts. Special attention was paid to the study of such linguistic and speech units that represented the unity of linguistic and extralinguistic aspects, that is, they had a linguistic and cultural component. First of all, phraseologisms, as well as cultural realities, were in the center of attention. Later, units carrying cultural connotations: metaphors of a national character, zoonyms, precedent names and texts, and expressions entered the field of scientific interests.

Discussion

The mentioned unit forms the so-called cultural code, the perception and decoding of which is much more difficult than the linguistic code. Successful communication is possible only with the perception of both codes.

The famous semiotician Yuri Lotman said that in any text, as a minimum, two codes are intertwined - linguistic and cultural (Лотман 1970:27).

The minimum means that in different types of texts, in different discourse conditions, we will need a third code to perceive information, for example: in professional communication - knowledge of the terminology system of the relevant specialty; in a marginal group - of a specific subculture. The abundance of linguocultural studies has given us quite significant results: it turned out that any nation creates a peculiar linguistic and cultural picture of the objective world around it, and the specificity of this picture is determined not only by geophysical and socio-political differences, but also by the fact that nations living in a similar geopolitical space perceive the world differently, and in the process of long historical development they develop a specific “vision” of the world. If for the English, Russians and many other nations the words (uncle, aunt, cousin, дядя, тетя, кузен, кузина) are enough to express kinship ties, regardless of whether they are relatives on the mother's side or on the father's side, the linguistic personality formed in Georgian culture chooses the following distinctions: uncle, aunt, aunt, cousin, cousin, cousin. Even more detailed definitions exist in Turkish and other Eastern languages.

What is accepted in one culture may be strange or forbidden in other cultures. Of course, knowledge of these linguistic and cultural nuances is a necessary condition for successful intercultural communication. Ignorance or conscious ignorance of them can become a condition for serious conflict.

Successful and effective communication between representatives of two different cultures requires an “optimal coincidence” of the consciousness of communicants. Linguistic consciousness has a certain human character, since it includes a common information layer

available to all nations: this is the structure of the solar system, the constituent parts of the Earth, climatic zones and a lot of other information, which is quite rich in supra-ethnic customs (for example, uniform or similar customs throughout the Christian or Muslim world), as well as the common fund of humanity, which is represented by the majority of sciences, or the achievements of widely known and popular ancient culture, etc.

When intercultural communication is carried out in a professional sphere, the "optimal coincidence" of the communicants' consciousness is further enhanced by similar education, professional interests, and experience. At the same time, we should not forget that if the above serves successful communication, the difference in the national components of linguistic consciousness leads to communication failure. For example, an equivalent word in two cultures may have cultural connotations with different associations. According to Vitaly Kostomarov and his co-author, E. Vereshchagin, intercultural communication can be understood in a very broad sense; they believe that even people who speak the same language do not always manage to understand each other correctly, which is often due to intercultural differences, which they call "cultural memory" (Верещагин, Костомаров 2005:157).

Svetlana Ter-Minasova attaches great importance to communication, since "Her Majesty" governs people, their lives, development, actions, their understanding of the world and themselves as part of this world, but at the same time she believes that "the most vivid examples of the clash of cultures are given in real interactions with foreigners, both in their own country and in their own" (Ter-Minasova, 2017: 21).

Intercultural communication implies the connection and interaction of representatives of different cultures, which can be manifested in direct or indirect contacts of individuals and their groups. The latter includes writing and electronic communication.

We already know how diverse cultures can be, how different people are in terms of dress, behavior, diet, living environment, views, perceptions, and interpretation of the same object or event. Naturally, it is not easy to understand and accept a person with radically or even slightly different ideas and views from our own, especially when we know little or nothing about their culture.

Intercultural communication is studied at an interdisciplinary level within the framework of such sciences as culturology, linguistics, ethnology, sociology, communication theory, etc.

According to A. P. Sadokhin, "intercultural communication is a set of diverse interactions between representatives of different cultures or groups" (Садохин, 2005:28).

The concept of intercultural communication interpreted in this way raises two important questions: what is different in a particular culture and how it is expressed. Culture is a set of codes that require a representative of this culture to behave in a certain way; therefore, great

importance is attached to the well-thought-out tactics and strategy of the speech behavior of a linguistic personality.

In the English philological tradition, the terms cross-cultural, intercultural, and multicultural communication are often used. Claire Kramsch explains these terms as follows: In her opinion, the term “intercultural” or “intercultural” usually refers to the meeting of two cultures or two languages beyond the political boundaries of nations/states.

The term intercultural can also refer to communication between people belonging to different ethnic, social, and gender cultures within the framework of one national language. Both terms are used to characterize communication, which consists, for example, between a Chinese American and an African American, a representative of the working class and a representative of high society, a homosexual and a heterosexual, a man and a woman. Intercultural communication refers to the dialogue between representatives of a minority culture and the dominant culture and is associated with issues of bilingualism and biculturalism” (Kramsch, 2011:324).

Ignorance of a foreign culture often creates conditions for communicators to experience culture shock. This term has been used in the scientific literature since the late 1950s to describe the feeling of tension, uncertainty, and anxiety that a person or group of people experience when they find themselves in a new and unusual cultural environment.

During cultural shock, the values and norms of cultures familiar to a person and alien to them are confronted. Cultural shock, in a broad sense, as a philosophical-cultural or philosophical-historical category, was very important for the formation of cultural sciences. XII-XVII centuries. The accounts of Oberg, Culture Shock and the Problem Adjustment in New Cultural Environments https://d31kydh6n6r5j5.cloudfront.net/uploads/sites/467/2020/07/).

Travelers who described an infinite number of new countries and peoples caused a cultural shock in Europe, which laid the foundation for the formation of the phenomenon of culture as an object of study. Cultural shock caused a revolution in the minds of Europeans, which can be called an anthropological revolution. Its essence is that the idea of Europeans about their own uniqueness was shaken; it turned out that humanity consists of many cultures. On the whole, cultural shock plays a positive role in culture, since it contributes to the interaction and mutual enrichment of cultures, the integration of other cultural elements into traditional culture, and the growth of openness of cultures

The strength of the shock reaction is determined by the degree of difference between cultures. Culture shock is experienced to a greater or lesser extent by everyone who first enters a foreign cultural environment (tourists, immigrants, and, among them, young sailors who go to sea for the first time as part of a multinational crew). It is not surprising that intensive cultural diffusion among inexperienced crew members leads to a confrontation between values, norms, and

behavioral patterns, but much more difficult are cases of failure of intercultural communication caused by different speech behavior.

In some cases, cultural shock disappears painlessly, and sometimes it can develop into a serious conflict. The fact is that in most cases, crew members have to carry out professional communication in a closed space, which adds psychological problems to communication, so the study of professional communication of sailors is also necessary in the context of the theory of conflictology.

As Otar Kocharadze notes, conflict (Latin: clash) is a form of human interaction, during which the tendency to confrontation, hostility prevails, and the achieved level of unity, agreement and cooperation is violated. Conflicts are of different scales and types. Different people, social units and civil institutions, cultures and civilizations, historical systems and trends in social development can be in a state of conflict (http://otarkochoradze. blogspot.com/2009/12/blog-post_4771.html).

It can be said that there is no sphere of life that would be free from conflicts. Even an individual person experiences internal disagreements, conflicts of feelings and needs, a struggle of desires and prohibitions. The manifestations of conflict are extremely diverse; it can arise between separate groups and can take different directions. There are many different definitions of conflict in the scientific literature. Each of them emphasizes one or several features of the conflict situation that are important for any science, for example, psychology, sociology, culturology, history, or research tasks.

The most common definition in modern Western literature is that of the American scholar Louis Coser, which is included in many dictionaries and encyclopedias. According to this definition, conflict is “a struggle for values and claims to a certain social status, power, and material well-being that is not enough for everyone; a struggle in which the goal of the parties to the conflict is to neutralize, harm, or destroy the opponent” (Coser 2000:53).

The author identifies common features characteristic of a conflict situation:

1. A necessary condition for a conflict is the existence of two parties. These parties can be individuals, groups of people, classes, even cultures. This condition does not mean that there are always only two parties in a conflict. There can be much more;

2. A necessary condition for a conflict is the existence of a “deficit”, i.e., a limited amount of material and spiritual well-being, when anyone who wants it cannot fully satisfy their needs. Moreover, the deficit can be completely different. It can be objects, values, spiritual and material wealth, social functions, prestigious activities and public roles, jobs;

3. Conflicts arise only when the parties want to achieve a goal or gain benefits at the expense of the other. In such a case, the success of one party means the failure of the other, so the parties in conflict always strive to eliminate the opposing party, or at least bring it under control. Hence the personal element that exists in practically any conflict.

To overcome a particular conflict, it is necessary to clarify the following data:

1. Characteristics of the parties to the conflict – their values and motivations, aspirations and goals, intellectual, psychological and social resources in the conduct or resolution of the conflict, their perceptions of the conflict, chosen strategy and tactics;

2. The prehistory of the relationship between the parties to the conflict – interdependence, mutual stereotypes and expectations and, most importantly, the degree of polarity of their views;

3. The nature of what led to the conflict – its boundaries, motivational values, definition, periodicity;

4. Social environment in which the conflict arises – various instruments, institutions, constraints. Level of encouragement or restraint, depending on what kind of strategy and tactics are chosen in conducting or resolving the conflict, the social norms and institutional forms that exist for regulating conflicts;

5. Stakeholders – their attitude towards the parties to the conflict and each other, interest in a particular outcome of the conflict, their characteristics;

6. Strategy and tactics used by the parties to the conflict – assessment or change of advantages, disadvantages and subjective capabilities, attempts of one party to influence the other party's perceptions of the former's advantages or disadvantages, etc.;

7. The consequences of conflicts for its participants and stakeholders – benefits or losses are related to the immediate subject of the conflict, internal changes in the parties to the conflict, changes in their attitudes towards each other, etc. Conflict is accompanied by two phenomena: disagreement and dominance. Disagreement describes the state and orientation of the views, interests, and goals of the participants, which are expressed in demands. Disagreement forms rival types of behavior. According to one of the founders of conflict theory, Louis Coser, the strategy and tactics of behavior (including speech behavior), along with other resources, are a condition for conducting or resolving a conflict.

Conclusion

Thus, we can conclude that maritime communication is a complex type of intercultural professional communication, which is characterized by different forms of failure: from minor errors and inaccuracies to misunderstandings and sometimes ending with conflict. In our opinion,

the success of professional communication is facilitated by knowledge of cultures, the development of intercultural communication skills, good professional training, etc., which contributes to the selection of appropriate speech behavior strategies and tactics for all typical situations.

According to one of the founders of conflict theory, Louis Coser, the strategy and tactics of behavior (including speech behavior), along with other resources, are a condition for conducting or resolving a conflict.

Based on the above, we can conclude that maritime communication is a complex type of intercultural professional communication, which is characterized by different forms of failure: from minor errors and inaccuracies to misunderstandings and sometimes ending with conflict. In our opinion, the success of professional communication is facilitated by knowledge of cultures, the development of intercultural communication skills, good professional training, etc., which contributes to the selection of appropriate speech behavior strategies and tactics for all typical situations.

References:

1. Yuri Lotman 1970:27). Lotman Yu.M. The structure of the artistic text. M., 1970.

2. E. Vereshchagin (Верешчагин, Kostomarov 2005:157). Vereshchagin E. M., Kostomarov V. G. Language and culture: three linguistic concepts. M., 2005.

3. Svetlana Ter-Minasova Ter-Minasova, 2017: 21). Ter-Minasova S.G. Language and Intercultural Communication. Tbilisi, Universal, 2017.

4. A. P. Sadokhin Садохин, 2005:28). Садохин А.П. Введение в межкультурную коммуникацию. М., 2005.

5. .Claire Kramsch (Kramsch, 2011:324). Kramsch Claire. The Multilingual Subject // Modern Language Journal (Mod Lang J). 2011.

6. Oberg K., Culture Shock and the Problem of Adjusment in New Cultural Enviroments https://d31kydh6n6r5j5.cloudfront.net/uploads/sites/467/2020/07/Culture_Shock.pdf

7. Otar Kocharadze- (http://otarkochoradze. blogspot.com/2009/12/blog-post_4771.html).

8. Kocharadze Otar -Contemporary Culture and Communication. http://otarkochoradze.blogspot.com/2009/12/blog-post_4771.html

9. (Koser 2000:53). Kozer L. A. Functions of social conflict / Translated from English by O. Nazarova; Under the general editorship of L. G. Ionin. - Moscow: House of Intellectual Books: Idea-press, 2000.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.18

კაპიტნის როლი საზღვაო იერარქიაში

მედეა იმნაძე

PhD, ასისტენტ პროფესორი, ბათუმის სახელმწიფო საზღვაო აკადემია

აბსტრაქტი:

ნაშრომი ეძღვნება კაპიტნის როლისა და სტატუსის შესწავლას საზღვაო იერარქიაში. საზღვაო სფეროში კაპიტანი არის გემის უმაღლესი პასუხისმგებელი თანამდებობის პირი, რომლის პროფესიული საქმიანობა დაკავშირებულია გემის უსაფრთხო მართვასთან, ეკიპაჟის ხელმძღვანელობასთან და გადაწყვეტილებების მიღების პასუხისმგებლობასთან. კვლევის მიზანია კაპიტნის ძირითადი ფუნქციების, უფლებამოსილებებისა და პასუხისმგებლობების დადგენა საზღვაო იერარქიულ სისტემაში და მისი როლის განხილვა პროფესიული კომუნიკაციისა და ეკიპაჟის ურთიერთობების კონტექსტში. კვლევა ეფუძნება საზღვაო სფეროში არსებული მარეგულირებელი და პროფესიული დოკუმენტების ანალიზს, ასევე საზღვაო დისკურსის შესაბამის მასალას. განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა კაპიტნის ხელმძღვანელობის ფუნქციას, ბრძანებების გაცემის უფლებამოსილებას, ეკიპაჟის საქმიანობის კოორდინაციას და კრიტიკულ სიტუაციებში გადაწყვეტილების მიღებას. კვლევა აჩვენებს, რომ კაპიტნის როლი არ შემოიფარგლება მხოლოდ ადმინისტრაციული და პროფესიული ფუნქციებით და დიდწილად განსაზღვრავს გემზე იერარქიული ურთიერთობების, დისციპლინისა და ეფექტური პროფესიული კომუნიკაციის ჩამოყალიბებას.

საკვანძო სიტყვები: კაპიტანი; საზღვაო კომუნიკაცია; ლიდერობა; ბრძანება; პასუხისმგებლობა.

შესავალი

იერარქია არის უფრო დაბალი ელემენტების უფრო მაღალ ელემენტებზე დაქვემდებარების რიგი, რომლის დროსაც სისტემის ნაწილები განლაგებულია მათი მნიშვნელობის ან უფროსობის მიხედვით, უდიდესიდან ყველაზე მცირემდე. სიტყვა

ბერძნულიდან მომდინარეობს და ნიშნავს „წმინდა ავტორიტეტს“. ეს სტრუქტურა პირამიდას წააგავს, სადაც ზედა დონე მართავს ქვედას. იერარქიები დომინირებისა და დაქვემდებარების ურთიერთობებია, ვერტიკალური სამეთაურო სტრუქტურები, რომლებშიც დაბალი რანგის წარმომადგენლები ემორჩილებიან მაღალი რანგის წარმომადგენლებს. იერარქია აგებულია სახელმძღვანელო რეკომენდაციების პრინციპების ერთობლიობაზე, რომელიც ეხმარება საქმიანობის ორგანიზებაში.

კონცეპტი არის ადამიანის გონებაში ჩამოყალიბებული აზრობრივი წარმოდგენა,იდეა რაიმე საგნის, მოვლენის, პიროვნების ან ცნების შესახებ თვით ცნება კი გონებაში არსებული ზოგადი ლოგიკური წარმოდგენაა საგანზე ან მოვლენაზე.ლინგვოკულტუროლოგიაში კონცეპტი მოიცავს ობიექტების სიმრავლეს, რომლებიც მის შინაარსში მოიაზრება, ხოლო შინაარსი კი აფიქსირებს მოცემული კლასის ობიექტების ძაირითად ნიშან-თვისებებს. კონცეპტის მოცულობა და შინაარსი დამოკიდებულია ინდივიდის კოგნიტურ გამოცდილებებზე და განისაზღვრება ცხოვრების პირობებით კულტურით და ა.შ., მაგ: კონცეპტი ხუთი-ექვსი წლის ბიჭუნასი, რომელიც ხშირად სიამოვნებით თამაშობს თანატოლებთან ერთად კაპიტნობანას, კარდინალურად განსხვავდება ზრდასრული, უკვე დიპლომირებული მეზღვაურის კონცეპტისაგან. ამავე დროს, “გაგება“ განსხვავდება „კონცეპტისაგან“ თავისი უნივერსალურობით.

დისკუსია:

„კაპიტანი“- გაგების ქვეშ იგულისხმება სახმელეთო ან საზღვაო ოფიცერი, რომელიც ძალიან კარგად აღიქმება საზღვაო ქალაქებში მცხოვრებთათვის,ხოლო დამოკიდებულება კი - რათქმა უნდა სხვადასხვაგვარია სხვადასხვა ქვეყნებსა თუ ქალაქებში მცხოვრებთა მხრიდან ცოდნის, წარმოდგენების, ემოციების, ღირებულებების და კულტურული ასოციაციების შედეგია.

იმ ქვეყნებში, სადაც არის ზღვა, ოკეანე, დიდი სანაოსნო მდინარე -კაპიტანი აღიქმება საპორტო ქალაქისთვის დამახასიათებელ ატრიბუტად-თანამდებობის პირად:

-როგორც გემის ხელმძღვანელი;

-დამატებითი წარმოდგენები: პასუხისმგებლობა, ავტორიტეტი, ძალაუფლება, ლიდერობა, გამოცდილება;

-კულტურული ასოციაციები-ზღვა, მოგზაურობა, საფრთხე, ბრძანება და ა.შ.

იქ კი სადაც არ არის ზღვა „კაპიტანი“ ასოცირდება საჰაერო ლაინერის მეთაურად,, სპორტული გუნდის მეთაურად, ან კიდევ რაღაც აბსტრაქტულ პიროვნებად ან თანამდებობად ფილმიდან,მოსმენილი ტექსტიდან ან წაკითხული წიგნიდან.

ზოგიერთისთვის კი უბრალოდ ეგზოტიკური პროფესიაა, ლამაზი ფორმით, თვალწინ გადაშლილი ულამაზესი და უკიდეგანო ბუნების სივრცით; ზოგში ეს პროფესია შიშსაც კი იწვევს, წყლის მიმართ შიშის გამო, ხმელეთთან და ოჯახთან განშორების გამო; ზოგისთვისაც კი სოციალური და ეკონომიკური ყოფიდან გამომდინარე შესაძლებლობების სრულყოფილების, უზრუნველყოფილი ცხოვრების სიმბოლოა, რომლის მისაღწევად დიდი ნებისყოფა, გამძლეობა და შრომაა საჭირო.

საკმაოდ ხანგრძლივი გზაა გასავლელი კურსანტობიდან კაპიტნობამდე. სწავლისავე პერიოდში უნდა ჩაეყაროს საფუძველი კაპიტნის პროფესიონალიზმს. კურსანტმა მაღალ დონეზე უნდა შეისწავლოს ნავიგაცია, ასტრონომია, ფიზიკა, მათემატიკა, გეოგრაფია, ინგლისური, საერთაშორისო, საზღვაო სამართალი და სხვ. და ეს ყველაფერი თავს მოიყრის ერთ პიროვნებაში, რომელსაც კაპიტანი ერქმევა.

როგორც კი გახდება მეზღვაური, უნდა შეეჩვიოს არა მხოლოდ იმ განსაკუთრებულ სამყაროს, რომელშიც აღმოჩნდება, არამედ გემსაც, ფოლადის დიდ ნაჭერს, რომელიც აღჭურვილია მანქანა-დანადგარებით, სხვადასხვა ელექტრო მოწყობილობებით, მილგაყვანილობებით, ამწე-კრანებით. უნდა შეეჩვიოს მუდამ ცვალებად ოკეანეს, უამინდობას, რომელსაც ვერ გაუწევს იგნორირებას ისე და ვერ უარყოფს, როგორც ხმელეთზე დარჩენილები, უნდა შეეჩვიოს იმ კულტურების წარმომადგენელთა წრეს, სადაც თითოეულის ადგილი და მოვალეობანი მკაცრადაა განსაზღვრული თანამდებობებით, რეგულაციებით და ინსტრუქციებით.

გემზე ზუსტადაა განსაზღვრული თუ ვინ არის ვინ - და ეს გემის ეკიპაჟია.

გემის სახით სახელმწიფოს ხმელეთის დიდი ნაწილი წყდება ნაპირს და იწყებს ცურვას ოკეანესა თუ ზღვაში. ხმელეთის ამ ნაწილზე კი აუცილებელი ხდება პიროვნების შერჩევა, რომელიც კანონების და წესების დაცვით მართავს გემს. ეს ადამიანი კი- კაპიტანია.

როგორც ვიცით გემზე ორი ძირითადი დეპარტამენტია საგემბანე და სამანქანე, გემზე უმაღლესი რანგის პასუხისმგებელ პირს წარმოადგენს კაპიტანი (The Master/The Captain). იგი პასუხს აგებს გემზე, გემის ტვირთზე და ეკიპაჟზე და ანგარიშვალდებულია გემთმფლობელთან.

საგემბანე განყოფილება (Deck Department)

- კაპიტნის უფროსი თანაშემწე (Chief Officer / Chief Mate);
- კაპიტნის მეორე თანაშემწე (Second Officer);
- კაპიტნის მესამე თანაშემწე (Third Officer);
- ბოცმანი (Boatswain / Bosun);
- მატროსები (გამოცდილების მქონე პირველი კლასის მატროსი Able Seaman/დამწყები მატროსი Ordinary Seaman);

- კადეტი/პრაქტიკანტი (Deck Cadet).

სამანქანე განყოფილება (Engine Department)

- უფროსი ინჟინერ-მექანიკოსი (Chief Engineer);
- მეორე ინჟინერ- მექანიკოსი/პირველი ასისტენტ- მექანიკოსი (Second Engineer/First Assistant Engineer);
- მესამე ინჟინერ-მექანიკოსი/მეორე ასისტენტ -მექანიკოსი (Third Engineer/Second Assistant Engineer);
- მეოთხე ინჟინერ-მექანიკოსი/მესამე ასისტენტ-მექანიკოსი (Fourth Engineer/Third Assistant Engineer);
- ელექტრომექანიკოსი (Electrical Engineer);
- მოტორისტი (Motorman).

ასევე დამხმარე პერსონალი (Catering Department)

კაპიტნის სიტყვა სავაჭრო თუ სამხედრო გემზე კანონია. ყველა განკარგულება ნაპირიდან გამოსული (shore-to-ship) გადაეცემა კაპიტანს. კაპიტანი უზრუნველყოფს უსაფრთხო ნავიგაციას, ტვირთის უსაფრთხო გადაზიდვას, იგი ორგანიზებას უკეთებს ავარიულ, სამაშველო სამუშაოებს. აკონტროლებს ეკიპაჟის წევრების აყვანას, კანონი აძლევს მას უფლებას საჭიროების შემთხვევაში მოახდინოს საეჭვო ადამიანის იზოლაცია, ან წაახალისოს მეზღვაური, ან უსაყვედუროს კიდეც.

გემის უბედურების სიგნალის (Distress signal) შემთხვევაში ის ხელმძღვანელობს გემის გადარჩენას, ორგანიზებას უწევს სამაშველო ოპერაციას, რადიოთი გადასცემს საფრთხის კოორდინატებს და იღებს ყველა ზომას ეკიპაჟისა და მგზავრების გადასარჩენად.

კაპიტნის ბრძანებები, მისი უფლებამოსილების ფარგლებში, სავალდებულოა ბორტზე მყოფი ყველა პირისთვის;

კაპიტნის ქმედებები დამოკიდებულია იმაზე, მისი გემი გასაჭირშია თუ სიგნალი სხვა გემიდან არის მიღებული. თუ სიგნალი თავისივე გემიდან არის მიღებული, აცხადებს გემის განგაშს და იღებს ხიდზე სარდლობას.

SOS გადაცემა: აკონტროლებს GMDSS განგაშის სიგნალის გადაცემას ზუსტი კოორდინატებით.

კაპიტნის ბრძანებები ზოგადი განგაშის დროს:

Sound the general signal- ჩართეთ საერთო განგაში;

Muster all crew - შეკრიბეთ მთელი ეკიპაჟი;

Take your emergency equipment - აიღეთ საგანგებო აღჭურვილობა;

Proceed to your muster stations - გაემართეთ თქვენი შეკრების ადგილებზე;

Check the crew list - შეამოწმეთ ეკიპაჟის სია;

Report the situation to the bridge - შეატყობინეთ სიტუაციის შესახებ ხიდს;

Maintain communication to the bridge - შეინარჩუნეთ კავშირი ხიდთან;

Stand by for the Further orders - დაელოდეთ შემდგომ ბრძანებებს.

ხანძრის დროს გასცემს შემდეგ ბრძანებებს:

Raise the fire alarm - გამოაცხადეთ ხანძრის განგაში;

Report the location of the fire - აცნობეთ ხანძრის ადგილმდებარეობა;

Close all fire doors - დახურეთ ყველა სახანძრო კარი;

Stop ventilation - გამორთეთ ვენტილაცია;

Prepare the fire-fighting equipment - მოამზადეთ ხანძარსაწინააღმდეგო აღჭურვილობა;

Fire party, proceed to the scene - სახანძრო ჯგუფი გაემართოს შემთხვევის ადგილზე;

Shut off the fuel supply - გადაკეტეთ საწვავის მიწოდება;

Report when the fire is under control - შეატყობინეთ, როდესაც ხანძარი კონტროლს დაექვემდებარება

გემის მიტოვება: კაპიტანი გემს ყველაზე ბოლოს ტოვებს, თან მიაქვს ჟურნალები, რუკები და ბევრი სხვა მნიშვნელოვანი რამ.

გემის მიტოვების დროს გასცემს შემდეგ ბრძანებებს:

Prepare to abandon ship - მოემზადეთ გემის დასატოვებლად;

Muster at your assigned stations - შეიკრიბეთ თქვენთვის განსაზღვრულ ადგილებზე;

Prepare the lifeboats - მოამზადეთ სამაშველო ნავები;

Lower the lifeboats - ჩაუშვით სამაშველო ნავები;

Embark the lifeboats - ჩასხედით სამაშველო ნავებში;

Abandon Ship - დატოვეთ გემი;

Remain calm - შეინარჩუნეთ სიმშვიდე.

კაპიტნის რეალური ბრძანებების ჩამოთვლა შორს წაგვიყვანს და შეუძლებელიცაა ერთ სტატიაში მათი ჩამოთვლა. ზემოთ მოყვანილი მაგალითებიდან ნათლად ჩანს, რამდენად ფრთხილად და ორგანიზებულად მოქმედებს იგი საგანგებო სიტუაციების დროს.

მასთან ასოცირდება შემდეგი ნიშან-თვისებები: განათლებული, თავისი საქმის კარგი მცოდნე, შორსმჭვრეტელი, მკაცრი და მომთხოვნი, სამართლიანი, გულისხმიერი და კეთილი. კაპიტანი უნდა იყოს ფრთხილი და ყურადღებიანი, მისი მოვალეობების ჩამონათვალში პირდაპირაა მითითებული, რომ მან განსაკუთრებული მონდომებით და ყურადღებით უნდა გათვალოს გემის კურსი, რომლის შეცვლის უფლება არავის აქვს.

თუ სიგნალი სხვა გემიდან არის მიღებული: დახმარების ორგანიზება: დაუყოვნებლივ აწყობს სამაშველო ოპერაციებს, ცვლის კურსს და მიდის საშველად, თუ ეს უსაფრთხოა მისი ეკიპაჟისთვის.

კომუნიკაციები: ადასტურებს სიგნალის მიღებას და კოორდინაციას უწევს მოქმედებებს ნაპირზე დაფუძნებულ სამძებრო-სამაშველო სამსახურებთან. კაპიტანი ყველანაირ ზომებს ღებულობს თავიდან აიცილოს გემის დაკავება - დაპყრობა მტრისგან ომის პერიოდში და მეკობრეებისგან მშვიდობიან პერიოდში.

ნაპირთან მიახლოებისას უსაფრთხოების წესები უნდა გააორმაგოს. არც ლოცმანის ამოსვლის დროს მცირდება კაპიტნის პასუხისმგებლობა უსაფრთხო ცურვისა, მიუხედავად იმისა, რომ ბრძანებებს ლოცმანი გასცემს.

სხვა გემთან შეჯახების საშიშროების შემთხვევაში გარკვეულად, სწრაფად და არაორაზროვნად უნდა მოქმედებდეს: პირადად უნდა აცნობოს მეორე გემს თავისი გემის სახელწოდება, დანიშნულების პორტი, გემის კურსი და ადგილმდებარეობა და პასუხად თავადვე უნდა მიიღოს იგივე მონაცემები. წინააღმდეგ შემთხვევაში გემის დაღუპვა გარდაუვალია. იგი ჯერ იღებს ზომებს მგზავრთა გადასარჩენად, სამაშველო ნავებში უნდა გადასხას ჯერ ქალები და ბავშვები, მოხუცები და ავადმყოფები, შემდეგ ეკიპაჟის წევრებს აძლევს უფლებას დატოვონ ბორტი და ბოლოს თავად ტოვებს გემს, თან მიაქვს ჟურნალები (საგემბანო და სამანქანო), რუკები, დოკუმენტები და ფარული დოკუმენტაცია, გემზე არსებული ფული. ყველაზე არასასიამოვნო მოვალეობაა დაღუპულის გარდაცვალების დამოწმება, მიიღოს გადაწყვეტილება მიიტანოს გვამი პორტში თუ დამარხოს ზღვაში. ე.ი. კაპიტანი ითავსებს ნოტარიუსის უფლებებსაც.

Collision -შეჯახება:

Stop the engines - გააჩერეთ ძრავები;

Close the watertight doors - დახურეთ წყალგაუმტარი კარები;

Check damage - შეამოწმეთ დაზიანება;

Report any flooding - შეატყობინეთ ნებისმიერი დატბორვის შესახებ;

Prepare the damage- control equipment - მოამზადეთ დაზიანების კონტროლის აღჭურვილობა;

Stand by further orders - დაელოდეთ შემდგომ ბრძანებებს.

კაპიტნობა ოდითგანვე მამაკაცების თანამდებობად ითვლებოდა, ეს გენდეროზა უცვლელი იყო, თუმცა... თანდათან მატულობს სუსტი სქესის წარმომადგენელთა რიცხვი, რომლებიც კაპიტნის თანამდებობაზე გადიან. საზღვაო აკადემიაში საგრძნობლად მოიმატა გოგონა სტუდენტების რიცხვმა, რომლებიც მზად არიან კაპიტნობისთვის.

ქართული მენტალიტეტიდან გამომდინარე განსჯის საგანია, არის თუ არა ქალის ადგილი ხიდურაზე, თუ რამდენად შესაფერისი თანამდებობაა კაპიტნობა ქალისთვის. ვინ როგორ ჩათვლის, მაგრამ ჩემი აზრით თუკი არის ქალი-პრეზიდენტი, ქალი-პრემიერი, ქალი-კოსმონავტი და ა.შ. რატომაც არა ქალი-კაპიტანი? ეს თავად პიროვნების გადასაწყვეტია, დაუკავშიროს ბედი ზღვას თუ არა, როგორ შეუთავსებს თავის ქალურ, დედობრივ როლს ოჯახში იმ დიდ საზღვაო საქმეს, რომელსაც შეეჭიდა. ხვედრი მძიმეა, მაგრამ თავიანთი ძალის დასამტკიცებლად მაინც მიდიან ამ საპასუხისმგებლო თანამდებობაზე, დასტურად იმისა, რომ ნამდვილად არიან ამ ამაყი პროფესიის ღირსნი.

დღესდღეობით ბევრი ქალი კაპიტანია, რომლებიც საკმაოდ სოლიდურ გემებს მეთაურობენ.

ძველ დროში ქალები გემზე მეკობრეებსაც ჰყავდათ, არ შეიძლება არ გავიხსენოთ ბრეის ო ნეილი (ბარკი), ყველაზე ცნობილი ქალი-ფლიბუსტიერი (საზღვაო კონტრაბანდისტი და ყაჩაღი) ირლანდიიდან, დედოფალ ელიზავეტა პირველის მმართველობის დროს.

მსოფლიოში პირველ ქალ-კაპიტნად ითვლება ანა შტენინა, რომელიც თვლიდა, რომ „ქალს გემზე და განსაკუთრებით ხიდურაზე ადგილი არ აქვს“, მაგრამ მსოფლიოში იცვლება შეხედულებები და თანამედროვე ქალბატონები წარმატებით ამტკიცებენ, რომ მათი ადგილი ნამდვილად არის გემზე.

ჩამოგითვლით ზოგიერთ მათგანს: გენუელი ლაურა პინასკო - 2008 წელს 30 წლის ასაკში დაინიშნა კაპიტნად მსოფლიოში უდიდეს მსხვილფეხა პირუტყვმზიდზე; ამერიკელი რობინ ესპინოზა მართავს უდიდეს გემს “Horizon Navigator”; შვედი ქალი კატრინ სტარ იანსონი მართავს უდიდეს საკრუიზო ლაინერს; ბელგიელი ქალი, როგე მართავს უდიდეს ტანკერს გაზმზიდს(LPG); რუსი ლუდმილა ტიბრიაევა, პირველი ქალი

კაპიტანი სახალინის საზღვაო სანაოსნოში; პირველი მსოფლიოში ქალი კაპიტანი ჯოზი კურტცი, კანადის სამხედრო-საზღვაო ფლოტის ხომალდის მეთაური; სომალელ მეკობრეებს აყვანილი ჰყავდათ მძევლად თურქი აისუნ აქბაი, ქალი-შტურმანი თურქული ბალკერმზიდისა “Horizon-1”, დატყვევებისას ისე მამაცურად იქცეოდა, რომ მისცეს უფლება ყოველდღე დაერეკა სახლში, მაგრამ მან უარი განაცხადა პრივილეგიაზე და უპასუხა ,რომ დარეკავს, როგორც დანარჩენი ტყვეები.

ხალხმა შეიყვარა კაპიტანი და მისი გმირი. ბევრ ფილმსა თუ ნაწარმოებში შთაბერა სული და გააცოცხლა მისი სახელის უკვდავსაყოფად. აი ზოგიერთი მათგანი:

„ორი კაპიტანი“; „კარიბის ზღვის მეკობრეები“;; „კაპიტანი ფილიპსი“; „ადმირალი იამატო“; „72 მეტრი“; „განძთა კუნძული“; „კაპიტანი ნემო“; „მეოცე საუკუნის მეკობრეები“; „სამნი ნავში“ და უამრავი სხვა ქმნილებები, რომლებიც ასახავენ კაპიტანთა მძიმე ხვედრს, და არა მარტო კაპიტანთა...

ხალხმა თავისი შეხედულებები კაპიტანზე, როგორც საზღვაო იერარქიის მწვერვალზე მყოფ ადამიანზე ანდაზებშიც ასახა:

„არც გემია კაპიტნის გარეშე და არც კაპიტანია გემის გარეშე“;

„ზღვაში გემი კაპიტანს ეკუთვნის“;

„გემზე იგი კაპიტანია და ხმელეთზე კი სულთანი“;

„კაპიტანი შტორმის დროს ამოიცნობა“;

„ისწავლე მატროსო, კაპიტანი გახდები“;

„კაპიტანიც ისაა, ვინც გემს გადაარჩენს“;

„ერთი მოხუცი კაპიტანი სამ ახალგაზრდა კაპიტანს სჯობია“;

„გემზე ყოფნისას კაპიტანს არ ეჩხუბო“’

„კაპიტანი უფროსია გემზე არა იმიტომ, რომ უფრო მოხუცია, არამედ იმიტომ, რომ უფრო გამოცდილი და ჭკვიანია“.

დასკვნა

ამგვარად, კაპიტნის კონცეფცია ცენტრალურ ადგილს იკავებს საზღვაო კომუნიკაციაში და ასახავს არა მხოლოდ პროფესიულ ავტორიტეტს, არამედ კულტურული, სოციალური და ენობრივი ღირებულებების რთულ ერთობლიობას. კაპიტნის ბრძანებები

წარმოადგენს არა მხოლოდ ენობრივ კონსტრუქციებს, არამედ საზღვაო საზოგადოების იერარქიული სტრუქტურისა და პროფესიული კულტურის გამოვლინებებსაც.

კაპიტანი შეიძლება ჩაითვალოს მნიშვნელოვან პროფესიულ და ლინგვოკულტურულ კონცეფციად, რომლის მნიშვნელობა სცილდება თანამდებობაზე მყოფი ინდივიდის ფარგლებს. ის განასახიერებს საზღვაო პროფესიის ტრადიციებს, ღირებულებებს, პასუხისმგებლობებსა და კომუნიკაციის პრაქტიკას. შესაბამისად, კაპიტანსა და ეკიპაჟს შორის ეფექტური კომუნიკაცია აუცილებელი პირობაა გემზე უსაფრთხოების, დისციპლინისა და წარმატებული თანამშრომლობის შესანარჩუნებლად.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. A Guide to Maritime English. Zurab BeJanovi. Batumi. 2010.
2. Wikipedia Contributors (2025). Captain. Wikipedia. Wikimedia Foundation.
3. Женщины-капитаны морских судов – Журнал „ Морской вестник“; 2014., стр:78-83
4. IMO- Standard Marine communication Phrases (SMCP), 2005 Edition, publication code IA-987 E/F/S.
5. SOLAS, Chapter III- Life-saving appliances and arrangments, regulation 37-Muuster list and emergency instructions.
6. Sampson, H. (2021). The Rhythms of Shipboard Life: Work, Hierarchy, Occupational Culture and Multinational Crews. In: Gekara, V.O., Sampson, H. (eds) The World of the Seafarer. WMU Studies in Maritime Affairs, vol 9. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49825-2_8
7. Quist, L.-M., Virtanen, M. J., Valdez Banda, O. A., & Hukkinen, J. I. (2026). Masculinity, humour and the making of maritime infrastructure: An ethnography aboard an icebreaker. The Sociological Review. https://doi.org/10.1177/00380261261432345
8. Borja di Filippo, A., Sánchez Rojas, D., Bartuseviciene, I., & Calderon-Rivera, N. (2026). Workplace environment, gender inclusion, and perceived well-being among women seafarers: An ecological mixed-method study. INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing, 63. https://doi.org/10.1177/00469580261428378

The Role of the Captain in the Maritime Hierarchy

Medea Imnadze

PhD, Assistant Professor, Batumi State Maritime Academy

Abstract

The paper is devoted to the study of the role and status of the captain in the maritime hierarchy. In the maritime sphere, the captain is the highest-ranking responsible officer of the ship, whose professional activities relate to the safe management of the ship, the leadership of the crew, and decision-making. The study aims to determine the main functions, powers, and responsibilities of the captain in the maritime hierarchical system and to discuss his role in the context of professional communication and crew relations. The study is based on the analysis of regulatory and professional documents in the maritime sphere, as well as relevant material from maritime discourse. Special attention is paid to the captain's leadership function, the authority to issue orders, the coordination of crew activities, and decision-making in critical situations. The study shows that the role of the captain is not limited to administrative and professional functions and to a large extent determines the formation of hierarchical relations, discipline, and effective professional communication on board the ship.

Key words: The captain/The Master; marine communication; leadership; command/orders; responsibility.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.19



Seepage Loss from the Rioni HPP power channel and Its Influence on the Surrounding Area

Mirian Kalabegishvili[1]; Marekhi Sadunishvili[2]; Izolda Lekvinadze[3]; Avtandil Gogoladze[4]; Giorgi Noselidze[5]

[1]Doct. Of science, prof. of Georgian Technical University, faculty of Civil Engineering; [2]PhD. Prof. of Georgian Technical University, Faculty of Mining Geology and Mountain Sustainable Development; [3]PhD. Kutaisi A. Tsereteli State University, Department of Physics; [4]PhD. Prof. of Georgian Technical University, faculty of Civil Engineering; [5]PhD., Assistant prof. of Georgian Technical University, Faculty of Civil Engineering

Abstract

The work aims to assess the impact of seepage losses from the Rioni HPP power channel (with damaged concrete lining) on the surrounding buildings.

A series of calculations, taking into account local topographic and geological conditions, determined the critical value of the seepage flow, at which a phreatic surface can be created at the channel foundation. According to the results, the seepage losses from the channel are less than the critical value of the seepage flow and, accordingly, the impact of the channel on the surrounding buildings cannot be realized. Thus, the dampness developed on the surrounding building is not related to the Rioni HPP channel.

This study evaluated the impact of seepage losses from the Rioni HPP power channel—which currently features damaged concrete lining—on surrounding buildings. Hydrogeological calculations incorporating local topographic and soil conditions established the critical seepage flow required to elevate the phreatic surface to the channel foundation. Because actual seepage losses fall strictly below this critical threshold, hydraulic connectivity to surrounding foundations cannot materialize. Consequently, observed structural dampness in nearby buildings is unrelated to the Rioni HPP power channel.

Key word: Power channel, seepage losses, seepage area, seepage flow critical discharge, phreatic surface, groundwater table, boundary conditions, seepage pressure head, numerical modeling, FEM iterative solution, Laplace differential equation.

1. introduction

Water supply to the Rioni Hydropower Plant (HPP) is conveyed from the headworks via a non-pressure tunnel and a channel. The main design parameters of the channel are:

- Water capacity - 80 m^3/s;
- The length of the power channel - 5 km;
- The thickness of the trapezoidal concrete lining - 12 -:- 20 cm;
- Variation of the water depth in the channel - 4.95 -:- 5.5 m.

As a result of a general inspection of the power channel, it was revealed that the channel concrete lining (slopes and base) has various types of damage throughout the entire route. This contributes to the development of seepage losses from the channel to the foundation.

Design materials and the results of on-site measurements were used to assess the issue. Based on the studies conducted by spatial group, it was determined that the seepage loss along the entire length of the channel is 2.38 m^3/s. Thus, the specific seepage flow discharge reaches a rather small value - $q=4.76\ 10^{-4}\ m^2/s$.

The presented report aims to assess the possible impact of seepage losses from the Rioni HPP power channel on the university and other building, the basement of which is exposed to moisture.

2. Geological structure of the channel concrete lining foundation

The foundation of the power channel and adjacent structures consists of geological material referred to as "old alluvium."

Old alluvium comprises river- and stream-deposited sedimentary materials formed during past geological epochs. It typically consists of rounded debris (boulders, pebbles, and gravel), sand, clay, and silt, encompassing channel, floodplain, and oxbow deposits. The seepage coefficient (hydraulic conductivity) of this geological material varies across a wide range (0.05–50 m/day).

For design calculations, the seepage coefficient of the foundation soil was assumed to be 5 m/day.

3. Assessment of seepage loss from the power channel into the base soil and Scenario Calculation

To investigate this issue, seepage calculations were performed using the finite element method, which iteratively solves the Laplace differential equation [1, 2,3].

Generally, a seepage domain requires defined flow inlet and outlet zones with appropriate boundary conditions. In this case, the seepage flow enters along the perimeter of the channel lining and discharges either into the groundwater table or the adjacent river.

In the study area, the Tskaltsitela River represents the shortest pathway for the seepage flow originating from the power channel (Fig. 1).

Accordingly, the potential seepage area encompasses the existing bedrock massif between the power channel and the Tskaltsitela River, extending up to 400 m.



Fig. 1 Arrangement Rioni Hpp channel and r. Tskaltsitela.

Seepage calculations were carried out for the worst-case scenario. Specifically, the damaged lining was completely ignored, assuming that seepage from the channel develops directly into the surrounding soil along the lining perimeter.

The seepage model encompasses the foundational rock array extending from the power channel to the Tskaltsitela River. The channel perimeter serves as the inflow boundary, while the Tskaltsitela River serves as the outflow boundary.

Several seepage calculations were performed using a mathematical model, evaluating two primary scenarios.

First Model

According to this model, the boundary conditions of the seepage domain are defined solely in terms of pressure head:

- The pressure head at the inflow section (corresponding to the headwater level in the power canal) is –150 m.
- The pressure head at the discharge section (corresponding to the confluence elevation of the Tskaltsitela River) is –100 m.

Thus, the total seepage pressure head acting on the foundation massif is 50 m.

Second Model

The boundary conditions of the seepage domain are specified using both pressure head and seepage flow rate:

- At the power canal surface (acting as the inflow cross-section), the boundary condition is defined by the specific seepage flow rate.
- At the Tskaltsitela riverbed cross-section (acting as the discharge cross-section), the boundary condition is defined by the pressure head.

1. **Calculation Results**

- First Model

Based on the calculation, the theoretical seepage area—along with the corresponding phreatic surface, which includes the foundation zone—was obtained from the power channel to the Tskaltsitela River (Fig. 2).
According to this model, the specific flow rate of the seepage flow in the channel cross-section amounted to 13^{-5} m²/s (11.25 m/d), which is twice the specific flow rate obtained through field measurements. Therefore, this calculated value is unrealistic. However, under this model, the seepage phreatic surface remains 8 m away from the basement of the university building, maintaining a sufficient distance.

- Second Model

Within the framework of this model, the critical value of the specific flow rate—at which a continuous seepage area in the channel foundation could form—was evaluated.
Using an iterative calculation based on varying seepage rates applied as boundary conditions at the power channel cross-section, the critical specific flow rate was determined to be $q_{cr} = 6.9 \cdot 10^{-4}$ m²/s (60 m²⁄d, fig.3). This critical value determines whether:

- A continuous seepage area and phreatic surface are established from the channel to the Tskaltsitela River, or
- The seepage flow from the channel connects directly to the underlying groundwater table at the foundation.

Specifically, the threshold condition indicates that:

- If $q_{cr} > 6.9 \cdot 10^{-4}$ m³/sec, - a continuous seepage area develops from the channel to the Tskaltsitela River (Fig. 5).

- If $q_{cr} < 6.9 \cdot 10^{-4}$ m³/sec, -, a continuous seepage area cannot form due to the low flow rate, causing seepage losses to recharge the deeper groundwater horizon at the foundation (Fig. 3).

The calculation results show that the critical specific seepage flow ($q_{cr} = 6.9 \cdot 10^{-4}$ m2/sec) is 1.5 times higher than the actual lining seepage loss ($4.76 \cdot 10^{-4}$ m²/sec,). Therefore, the volume of water lost through seepage is inadequate to sustain a continuous phreatic level reaching the Tskaltsitela River.

Note that the critical value of the specific flow depends on the soil seepage coefficient, which reaches up to 50 m/day per relevant standards. A higher seepage coefficient directly increases the critical flow threshold, widening the gap relative to the observed channel loss. As a result, higher soil permeability renders the formation of a hydraulic connection to the Tskaltsitela River even less feasible.

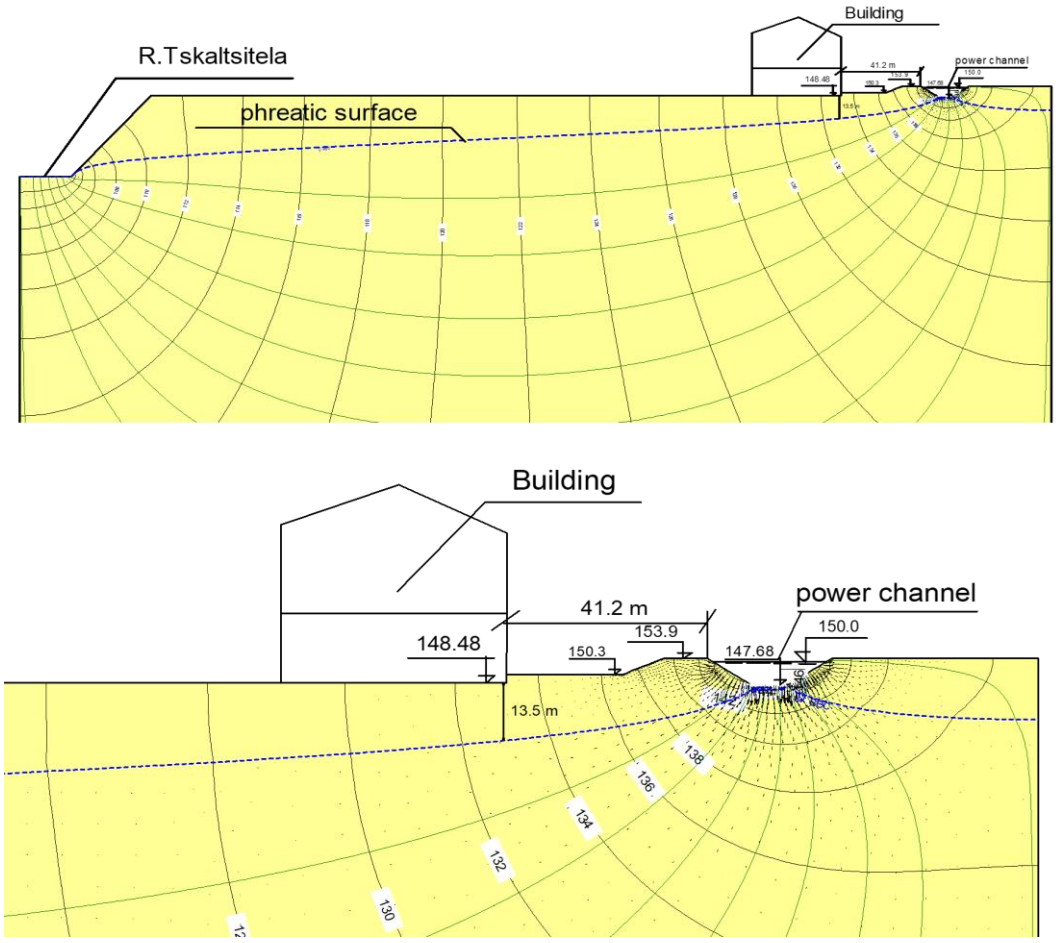


Fig. 2. Seepage mesh with a phreatic surface by First model.
Boundary conditions with total pressure head:
- in the channel section - 150 m; - in the Tskaltsitela river section - 100 m.

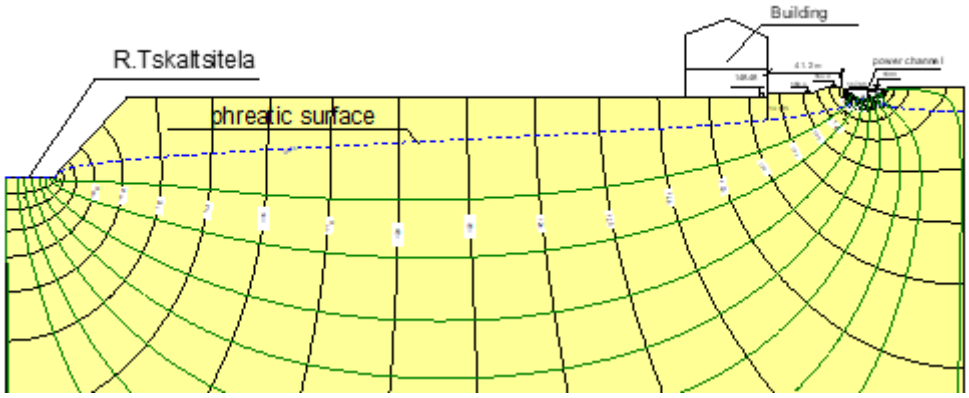


Fig. 3. Seepage mesh with a phreatic surface, when of the specific flow reach to c ritical value ($q_{cr} = 6.9 \cdot 10^{-4}$ m³/sec).

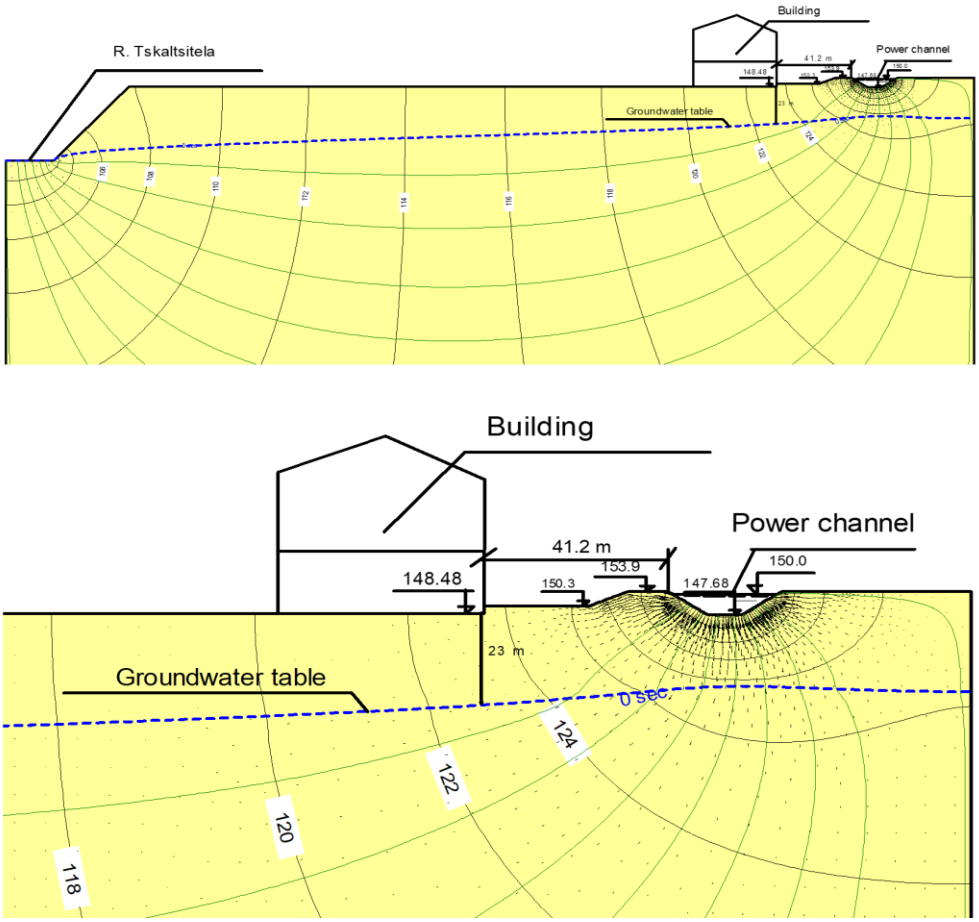


Fig. 4. Seepage loss from the power channel (4.76 10^{-4} m²/sec) connected to the groundwater table.

2. Calculations incorporating existing channel seepage losses

In line with the above, calculations were also carried out using the seepage loss values provided by initial studies.

The results indicate that the existing low flow rate is insufficient to create a seepage area with a corresponding phreatic surface extending from the power channel to the Tskaltsitela River. Consequently, seepage from the power channel merely merges with the groundwater table, which remains a considerable distance (23 m) from the base of the university building (Fig. 4).

Conclusion

- Based on a series of numerical iterative calculations, a theoretical seepage spread area was established. This area encompasses the section of the soil foundation between the power channel and the Tskaltsitela River (the shortest path for seepage) where seepage could potentially occur in the event of high channel losses.

- The calculated critical value of the specific seepage flow from the power channel addresses a key question:
  - Whether a continuous seepage area and phreatic surface can form from the channel to the Tskaltsitela River, or
  - Whether the seepage flow simply joins the existing groundwater table below the base.

- The calculation results indicate that, due to its low magnitude, the specific seepage flow developed at the channel's foundation is insufficient to form a continuous seepage area and phreatic surface extending to the Tskaltsitela River zone. Under these low seepage losses, the flow from the channel recharges the local groundwater horizon, which sits significantly below—approximately 23 meters away from—the foundation of the university building.

  Consequently, the calculation results confirm that the foundations (and basements) of the university and adjacent buildings do not fall within the seepage influence zone caused by damage to the power channel lining.

References

BOUWER, HERMAN. "Theory of Seepage From Open Channels." *Advances in Hydroscience*, 1969, 121–72. https://doi.org/10.1016/b978-1-4831-9936-8.50008-8.

Kasimov, A. R. "Optimization of Irrigation in a Hydrodynamic Filtering Model." *Journal of Applied Mathematics and Mechanics* 55, no. 2 (1991): 273–76. https://doi.org/10.1016/0021-8928(91)90097-e.

Khristianovich, S. A. "Fundamentals of Seepage Theory." *Soviet Mining Science* 25, no. 5 (1989): 397–412. https://doi.org/10.1007/bf02528249.

Mai, Zijun, Yupu He, Chen Feng, Congying Han, Yuanzhi Shi, and Wei Qi. “Multi-Objective Modeling and Optimization of Water Distribution for Canal System Considering Irrigation Coverage in Artesian Irrigation District.” *Agricultural Water Management* 301 (August 2024): 108959. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2024.108959.

Najimuddin, Didin, Imam Wahyudi, and Soedarsono Soedarsono. “Analysis of Water Loss Due to Seepage in the Irrigation Channel of Batu Bulan Dam Sumbawa NTB.” *Journal of Social Research* 3, no. 8 (2024). https://doi.org/10.55324/josr.v3i8.2218.

Pelizzoli, Luigi Nascimento, William Fedrigo, Luiz Antônio Bressani, and Diones Uiliam Barboza. “Hydro Geotechnical Assessment and Seepage Analysis of the Dom Marco Ring Dam.” *Geotechnical and Geological Engineering* 44, no. 5 (2026). https://doi.org/10.1007/s10706-026-03757-8.

Šindler, Martin, Maroš Kubala, Dušan Senko, et al. “Implications of Climate-Change-Induced Stressors and Water Management for Sterlet Populations in the Middle and Upper River Danube.” *River Research and Applications* 41, no. 2 (2024): 448–65. https://doi.org/10.1002/rra.4361.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.20

მდინარე ჭოროხის ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის შემცველობის სეზონური კვლევა

თამარ ტეტემაძე[1], იზოლდა მაჭუტაძე[2], ნათელა ტეტემაძე[3]

[1]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივესიტეტი,საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა და ჯანდაცვის ფაკულტეტი, ეკოლოგიის მაგისტრანტი, Tetemadze93@gmail.com, +995 595 024 890; [2]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიის ინსტიტუტის მთავარი მეცნიერთანამშრომელი; [3]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიტოპათოლოგიის ინსტიტუტის მეცნიერთანამშრომელი

აბსტრაქტი

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მდინარე ჭოროხის აუზის ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის (Pb) შემცველობის სეზონური ცვლილების შეფასება და გარემოზე მისი შესაძლო ზემოქმედების განსაზღვრა. მდინარე ჭოროხის აუზი ეკოლოგიურად მნიშვნელოვანი ტრანსსასაზღვრო სისტემაა, სადაც ინტენსიურად მიმდინარეობს სატრანსპორტო, სამრეწველო და სამეურნეო საქმიანობა, რაც მძიმე მეტალებით დაბინძურების რისკს ზრდის. კვლევის ფარგლებში გამოყენებული იქნა სფაგნუმით აქტიური ბიომონიტორინგის მეთოდი, რომელიც ეფუძნება ხავსის უნარს ატმოსფერული ჰაერიდან მძიმე მეტალების აკუმულაციისა. სფაგნუმის ჩანთები განთავსდა 6 საკვლევ ლოკაციაზე. ტყვიის კონცენტრაციის განსაზღვრა განხორციელდა ატომურ ადსორბციული სპექტრომეტრიის (AAS) მეთოდით. მიღებული შედეგების მიხედვით, ტყვიის მაქსიმალური კონცენტრაცია დაფიქსირდა ზამთარში 0,041მგ/კგ, ხოლო მინიმალური შემოდგომაზე - 0,020მგ/კგ. კვლევის შედეგებმა დაადასტურა, რომ ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის შემცველობა სეზონურად იცვლება და მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული, როგორც ანთროპოგენულ, ასევე კლიმატურ ფაქტორებზე. სფაგნუმის ბიომონიტორინგის მეთოდი ეფექტურ საშუალებას წარმოადგენს ატმოსფერული ჰაერის ხარისხის შეფასებისთვის.

საკვანძო სიტყვები: ტყვია, ატმოსფერული ჰაერი, ბიომონიტორინგი, სფაგნუმი.

შესავალი

მდინარე ჭოროხი წარმოადგენს სამხრეთ დასავლეთ კავკასიის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ტანსსასაზღვრო ჰიდრო სისტემას, რომელიც სათავეს იღებს თურქეთის ტერიტორიაზე, ლაზისტანის ქედზე, ზ.დ დაახლოებით 2700 მ სიმაღლეზე და 438 კმ-ის შემდეგ შავ ზღვას უერთდება ქ. ბათუმის სამხრეთით [1]. მდინარის ქვემო 26 კმ საქართველოზ ტერიტორიაზე, აჭარის რეგიონში მიედინება. ჭოროხი ხასიათდება მაღალი დინამიკურობით, ღრმა კანიონური ხეობებითა და მნიშვნელოვანი ჰიდროენერგეტიკული პოტენციალით. ამავე დროს, იგი წარმოადგენს ეკოლოგიურად სენსიტიურ სისტემას, რადგან მისი აუზი განიცდის ინტენსიურ ანთროპოგენულ ზემოქმედება, სამთო მოპოვებით, მეტალორგიული და ენერგეტიკული საქმიანობა [1][2].

ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის სეზონური დინამიკის კვლევა მნიშვნელოვან გარემოსდაცვით პრობლემას წარმოადგენს, ვინაიდან ტყვია მიეკუთვნება პირველი ხარისხის ტოქსიკურ მძიმე მეტალს რომელიც ადვილად ერთვება კვებით ჯაჭვში, მნიშვნელოვან საფრთხეს უქმნის ეკოსისტემებსა და ადამიანების ჯამრთელობას [5][6]. ატმოსფეროში ტყვია უმეტესად არ გვხვდება თავისუფალი ფორმით, იგი ადსორბირებულია მყარ აეროზოულ ნაწილაკებზე განსაკუთრებით PM10 და PM2.5 ფრაქციებზე. შესაბამისად მისი კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია სეზონურ მეტეოროლოგიურ პირობებზე, ატმოსფერული ცირკულაციის რეჟიმზე, ქარის მიმართულებაზე, ნალექიანობასა და ტემპერატურულ ინვერსიებზე.

ზამთრის პერიოდში ტყვიის კონცენტრაციის ზრდა ხშირად დაკავშირებულია ენერგეტიკული სექტორის აქტივობასთან - ქვანახშირისა და მაზუთის ინტენსიურ წვასთან, აგრეთვე ატმოსფერული ინვერსიის მოვლენასთან, რომელიც აფერხებს ჰაერის ვერტიკალურ ცირკულაციას და იწვევს დამაბინძურებლების დაგროვებას ქვედა ატმოსფერულ ფენებში [5][6].

ტყვიის ეკოტოქსიკოლოგიური მნიშვნელობა განპირობებულია მისი მაღალი ტოქსიკურობით, ბიოაკუმულაციური და ბიომაგნიფიკაციური უნარით. ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრის შემდეგ ტყვია გროვდება ძვლოვან ქსოვილში, ღვიძლში, თირკმლებსა და ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. მისი ქრონიკული ზემოქმედება დაკავშირებულია ნერვული სისტემის დაზაინებასთან, კოგნიტური ფუნქციების დაქვეითებასთან, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებებთან, ანემიასთან და ბავშვთა განვითარების შეფერხებასთან. მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციისა (WHO) და აშშ- ის დაავადებათა კონტროლის ცენტრის (CDC) თანამედროვე შეფასების მიხედვით, ადამიანისთვის ტყვიის უსაფრთხო კონცენტრაცია პრაქტიკულად არ არსებობს, განსაკუთრებით ბავშვთა ასაკობრივ ჯგუფებში[3][5][6][7].

ჭოროხის აუზში ტექნოლოგიური დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროდ განიხილება თურქეთის ტერიტორიაზე არსებული სამთო-მოპოვებითი ობიექტები და

ჰიდროინჟინრული ინფრასტრუქტურა. ლიტერატურის თანახმად მდინარის წყალსა და ფსკერულ ნალექებში აღინიშნება მძიმე მეტალების, განსაკუთრებიტ კადმიუმისა და ტყვიის, მაღალი კონცენტრაციები. აღნიშნული მიუთითებს იმაზე, რომ მდინარის აუზში მიმდინარეობს მძიმე მეტალების ხანგრძლივი აკუმულაცია. ფსკერული ნალექები, თავის მხრივ შეიძლება მეორადი დაბინძურების წყაროდ იქცეს, რადგან ჰიდროლოგიური რეჟიმის ცვლილებისას ან ძლიერი ქარის პირობებში შესაძლებელია მათი ხელახალი მობილიზაცია და ატმოსფეროში მტვრის სახით გავრცელება [2].

ბუნებრივი წყაროებიდან მნიშვნელოვანია ქარის მიერი ეროზია, როდესაც ნიადაგისა და ქანების ზედაპირული ფენებიდან მძიმე მეტალების შემცველი ნაწილაკები ატმოსფეროში გადადის. ჭოროხის აუზის რთული რელიეფი, კლიმატური თავისებურებები და ძლიერი ჰიდრომეტეოროლოგიური პროცესები ხელს უწყობს აღნიშნული მექანიზმის ინტენსიფიკაციას. დამატებით ბუნებრივ ფაქტორებს მიეკუთვნება ბიომასის წვა და რეგიონული ტყის ხანძრები, რომელთა დროს მცენარეულ საფარში აკუმულირებული მეტალები ატმოსფეროში გამოიყოფა[8].

კვლევის მიზანი: ჭოროხის აუზის ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის შემცველობის სეზონური ცვლილებების შესწავლა.

კვლევის ამოცანები და მეთოდები:

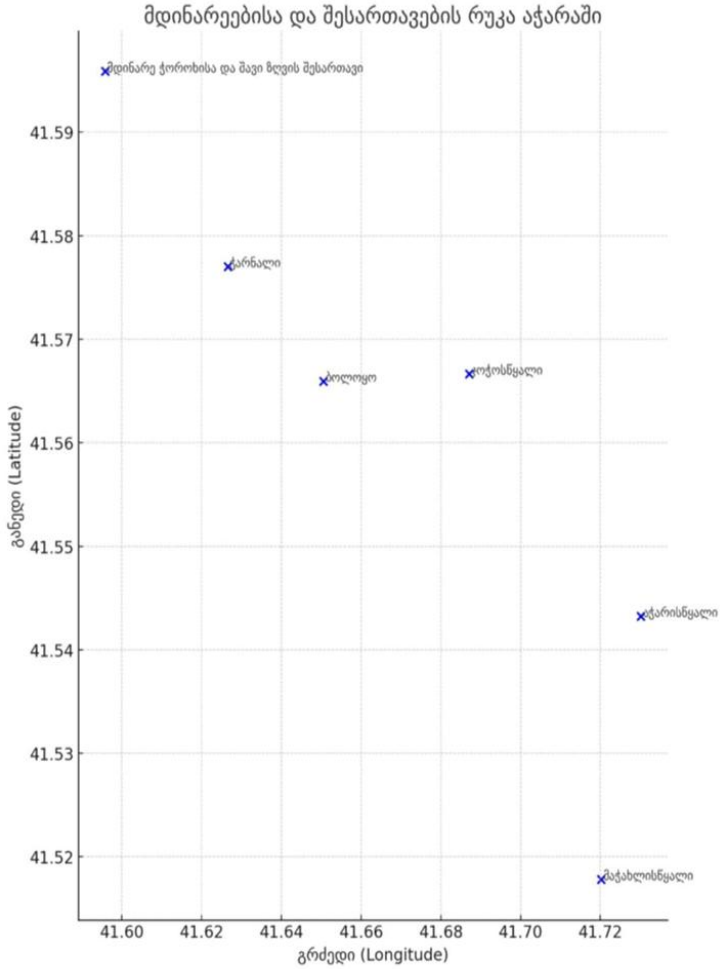
1. სფაგნუმის ჩანთების დამზადება;
2. საკვლევ ტერიტორიაზე განთავსება;
3. ქიმიური ანალიზი;
4. სეზონური მონაცემების შედარება;

სფაგნუმის ბიომონიტორინგის მეთოდი ეფუძნება ხავსის უნარს, ატმოსფერული ჰაერიდან დააგროვოს მძიმე მეტალები, მათ შორის ტყვია. შესაბამისად, სფაგნუმში ტყვიის კონცენტრაციის ზრდა კორელაციაშია ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის შემცველობის ზრდასთან.

ატმოსფერული ჰაერის აქტიური ბიომონიტორინგისათვის საჭირო ხელსაწყოს - „სფაგნუმის ჩანთის“ დამზადების მიზნით გამოვიყენეთ თეთრი ხავსის სახეობა: *Sphagnum papillosum-ი,* რომელიც ავიღეთ ქობულეთის დაცული ტერიტორიიდან - ისპანი 2-დან. ველიდან აღებული ხავსი გავათავისუფლეთ სხვა მცენარეული ნარჩენებისგან და მოვათავსეთ წინასწარ დამზადებულ პოლიეთილენის კონვერტში. კონვერტის ზომა 20X20 სმ [10]. სფაგნუმის ჩანთები განთავსდა მდინარე ჭოროხის მიმდებარედ, წინასწარ შერჩეულ წერტილებზე.

კვლევა ჩატარდა 2025 წლის ზაფხული - შემოდგომა და 2026 წლის ზამთარი - გაზაფხულის სეზონზე, შემდეგ საკვლევ წერტილებზე: მდინარე ჭოროხისა და შავი ზღვის შესართავი: 41,59588 41,59580, ჭარნალი: 41,57704 41,62652, ბოლოყო: 41,56594 41,65055, ჯოჭოსწყალი: 41,56667 41,68710, აჭარისწყალი: 41,5432 41,73017, მაჭახლისწყალი: 41,51782 41,72020.

რუკა 1. საკვლევი ლოკაციების გეოგრაფიული განაწილება მდ.ჭოროხის მიმდებარედ.



სფაგნუმის ჩანთები საკვლევ ტერიტორიაზე განთავსდა სეზონურად. თითოეულ სეზონზე სფაგნუმის ჩანთა განლაგებული იყო ორი კვირის განმავლობაში.

სფაგნუმის ჩანთის ქიმიური ანალიზი შესრულდა ატომურ ადსორბციული სპექტრომეტრიით (AAS) [11].

ცხრილი 1. საკვლევ წერტილებზე ტყვიის კონცენტრაცია სეზონების მიხედვით

ტყვიის (Pb) კონცენტრაცია (მგ/კგ) საკვლევ ლოკაციებზე აღებულ სფაგნუმის ხავსში						
	მდ. ჭოროხისა და შავი ზღვის შესართავი	ჭარნალი	ბოლოყო	ჯოჭოს წყალი	აჭარის წყალი	მაჭახლის წყალი
2025 წ. ზაფხული	0.038±0.01	0.035±0.01	0.03±0.01	0.03±0.008	0.035±0.01	0.04±0.01
2025 წ. შემოდგომა	0.04±0.01	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02
2026 წ. ზამთარი	0.041±0.01	0.036±0.01	0.035±0.01	0.03±0.008	0.035±0.01	0.04±0.01
2026 წ. გაზაფხული	0.05±0.011	0.03±0.009	0.036±0.01	0.045±0.01	0.03±0.009	0.041±0.01

შენიშვნა: მონაცემები წარმოდგენილია საშუალო მნიშვნელობის ± სტანდარტული გადახრის სახით (Mean ± SD). მნიშვნელობა **<0.02 მგ/კგ მიუთითებს, რომ ტყვიის კონცენტრაცია მეთოდის გამოვლენის ზღვარზე დაბალია.**

კვლევის შედეგები: ნიმუშების ანალიზის შედეგად დადგინდა, ტყვიის მაქსიმალური შემცველობა ზამთარში, ხოლო მინიმალური კი შემოდგომაზე (იხ. ცხრილი 1). ზამთრის პერიოდში ტყვიის კონცენტრაციის ზრდა ხშირად დაკავშირებულია მდინარე ჭოროხის მიმდებარე ტერიტორიაზე ენერგეტიკული სექტორის აქტივობასთან - ქვა-ღორღის ინტენსიური მოპოვება, ნაშალი სამშენებლო მასალების განთავსება, აგრეთვე ატმოსფერული ინვერსიის მოვლენასთან, რომელიც აფერხებს ჰაერის ვერტიკალურ ცირკულაციას და იწვევს დამაბინძურებლების დაგროვებას ქვედა ატმოსფერულ ფენებში [12]. ინვერსია განპირობებულია დაბალი ტემპერატურით, შესაბამისად იწვევს მძიმე მეტალების ატმოსფეროს მიწისპირა ფენებში დეპონირებას.

მიუხედავად იმისა, რომ ზაფხულის სეზონზე მცირდება ატმოსფერული ინვერსია, მდ. ჭოროხის მიმდებარედ გაზრდილია საავტომობილო მოძრაობა, ნიადაგისა და გზის ზედაპირი გამომშრალია და იზრდება მტვის ნაწილაკების მეორეული აწევა, ამას ემატება მიმდებარე ტერიტორიებზე სამრეწველო ზონის გააქტიურებაც. შესაბამისად ზაფხულის კვლევის შედეგებში დაფიქსირდა ზამთრის სეზონთან მიახლოებული შედეგი (0,038მგ/კგ).

ცხრილი 2. მდინარე ჭოროხის ატმოსფერულ ჰაერში ტყვიის (2025-2026 წ) სეზონური კვლევა

სეზონი	Pb სფაგნუმში მგ/კგ	დაბინძურების ინდექსი
ზაფხული	0,038	0,93
შემოდგომა	0,02	0,49
ზამთარი	0,041	1
გაზაფხული	0,025	0,61

დაბინძურების ინდექსის ფორმულის გამოთვლა:

I=x/xmax

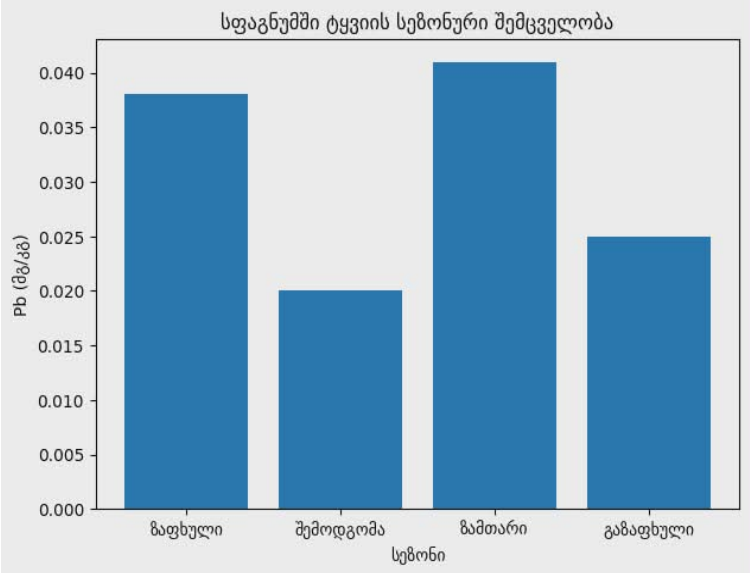
სადაც: I – დაბინძურების ინდექსი ;

x – სეზონური მაჩვენებელი ;

xmax - მაქსიმალური დაფიქსირებული მნიშვნელობა.

მოცემულ კვლევაში xmax=0,041 მგ/კგ.

დიაგრამა 1. მდინარე ჭოროხის აუზის საკვლევ წერტილებზე აღებულ ნიმუშებში



ამრიგად, ტყვიის სეზონურ დინამიკაზე გავლენას ახდენს როგორც მეტეოროლოგიური ფაქტორები, ისე ანთროპოგენული წყაროები. მდინარე ჭოროხის აუზის ატმოსფერული ტყვიის სეზონური მონიტორინგი აუცილებელია, როგორც ეკოლოგიური რისკების შეფასებისთვის, ისე ტრანსსასაზღვრო გარემოს დაცვითი პოლიტიკის ფორმირებისთვის. მსგავსი კვლევები შესაძლებლობას იძლევა შეფასდეს მძიმე მეტალების მიგრაციის სივრცულ-დროითი თავისებურებები, განისაზღვროს დაბინძურების ძირითადი წყაროები და შემუშავდეს გარემოსა და მოსახლეობის ჯანმრთელობის დაცვის ეფექტური სტრატეგიები.

ნაშრომი შესრულდა Interreg NEXT შავი ზღვის აუზის გრანტის: BSB00559 CARE SEA,,თანამშრომლობა და ცნობიერების ამაღლება დაბინძურებისაგან თავისუფალი და ეკოლოგიურად სუფთა შავი ზღვისათვის“. ქიმიური კვლევა ჩატარდა შპს „მეგატესტის“ ლაბორატორიის ბაზაზე.

გამოყენებული ლიტერატურა:

1. მდინარე ჭოროხი-აჭარისწყლის აუზის მართვის გეგმა სანაპირო და გარდამავალი წყლები (პროექტი); თბილისი, (2016) REC Caucasus.
2. Akkan, T., & Mutlu, T. (2022). Assessment of Heavy Metal Pollution of Çoruh River (Turkey). Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi, 12(1), 355-367. https://doi.org/10.31466/kfbd.1073227
3. Centers for Disease Control and Prevention. (2024a). *Blood lead reference value updates*. U.S. Department of Health and Human Services.
4. l and Prevention (CDC). Blood Lead Reference Value Updates. Atlanta, 2024.
5. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). Lead Exposure – Level 3 Risk. Seattle, 2024.
6. World Health Organization (WHO). Guidelines for Clinical Management of Exposure to Lead. Geneva, 2021.
7. World Health Organization (WHO). Exposure to Lead: A Major Public Health Concern. 2nd ed., Geneva, 2019.
8. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Childhood Lead Poisoning Prevention. Atlanta, 2024.
9. Shoreline Changes (1984–2019) in the Çoruh Delta (Georgia/Batumi), International Journal of Geography and Geography Education (IGGE).
10. Makholm MM, Mladenoff DJ. Efficacy of a biomonitoring (moss bag) technique for determining element deposition trends on a mid-range (375 km) scale. Environ Monit Assess. 2005 May;104(1-3):1-18. doi: 10.1007/s10661-005-6398-3. PMID: 15931974.

11. Ferreira, S. L. C., Bezerra, M. A., Santos, A. S., dos Santos, W. N. L., Novaes, C. G., de Oliveira, O. M. C., Oliveira, M. L., & Garcia, R. L. (2018). Atomic absorption spectrometry – a multi element technique. TrAC Trends in Analytical Chemistry, 100, 1–6. https://doi.org/10.1016/j.trac.2017.12.012
12. Roostaei V, Gharibzadeh F, Shamsipour M, Faridi S, Hassanvand MS. Vertical distribution of ambient air pollutants (PM2.5, PM10, NOX, and NO2); A systematic review. Heliyon. 2024 Oct 24;10(21):e39726. doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e39726.

Seasonal study of lead content in the atmospheric air of the Chorokhi River

Tamar Tetemadze[1], Izolda Machutadze[2], Natela Tetemadze[3]

[1]Shota Rustaveli Batumi State University, Faculty of Natural Sciences and Health, Master's Student in Ecology, Tetemadze93@gmail.com, +995 595 024 890; [2]Chief Researcher, Institute of Phytopathology, Shota Rustaveli Batumi State University; [3]Researcher, Institute of Phytopathology, Shota Rustaveli Batumi State University

Abstract

The aim of this study was to assess seasonal variations in lead (Pb) concentrations in the atmospheric air of the Chorokhi River basin and determine its potential environmental impact. The Chorokhi River basin is an ecologically important transboundary system with intensive transport, industrial, and agricultural activities, increasing the risk of heavy metal pollution. The study utilized an active biomonitoring based on sphagnum moss, which relies on the moss's ability to accumulate heavy metals from atmospheric air. Bags containing sphagnum moss were placed at six study sites. Lead concentrations were determined using atomic absorption spectrometry (AAS). The results showed that the maximum lead concentration was recorded in winter—0.041 mg/kg—and the minimum—0.020 mg/kg—in autumn. The pollution index showed the greatest significance during the winter period. The study's results confirmed that lead levels in atmospheric air vary seasonally and are significantly influenced by both anthropogenic and climatic factors. Sphagnum biomonitoring is an effective tool for assessing atmospheric air quality.

Keywords: Lead, Atmospheric air, Biomonitoring, Sphagnum.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.21



სქროლვიდან სიღრმემდე: ინტენსიური კითხვა ციფრულ აჩქარებულ ეპოქაში

შორენა სიგუა

პოლიტიკის მეცნიერების დოქტორი, კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი

ანოტაცია

21-ე საუკუნის საინფორმაციო სივრცეში ციფრული ტექნოლოგიების, სოციალური მედიის პლატფორმებისა და ხელოვნური ინტელექტის სწრაფმა განვითარებამ ფუნდამენტურად შეცვალა ინფორმაციის მიღების, დამუშავებისა და ტექსტთან ურთიერთობის ტრადიციული ფორმები/მიდგომები. ცხოვრების აჩქარებულმა ტემპმა წარმოშვა ინფორმაციის ზედაპირული აღქმის – „სქროლვის“, სკიმინგისა (Skimming) და სკანირების (Scanning) – გაბატონებული პრაქტიკა, რაც აფერხებს აკადემიური აზროვნებისთვის აუცილებელ სიღრმისეულ ანალიზს. წინამდებარე კვლევა კომპლექსურად შეისწავლის ციფრული ფრაგმენტაციის სოციოკოგნიტურ შედეგებს უმაღლეს საგანმანათლებლო სივრცეში და განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს უცხოური (ინგლისური) ენის ათვისების პროცესს.

სტატიაში მთავარი აქცენტი კეთდება „ინტენსიური კითხვის“ (Intensive Reading) კონცეფციაზე, როგორც ენობრივი კომპეტენციის, კრიტიკული აზროვნებისა და სიღრმისეული გააზრების აღდგენის აუცილებელ პედაგოგიურ ინსტრუმენტზე ქართველი სტუდენტებისთვის. თვისებრივი და დოკუმენტურ-ანალიტიკური მეთოდოლოგიის საფუძველზე სტატიაში განხილულია ეკრანზე დაფუძნებული „ჰიპერკითხვის“ მექანიზმები და მისი დაპირისპირება ხაზოვან/აკადემიურ კითხვასთან.

სტატია გვთავაზობს პრაქტიკულ სტრატეგიებსა და დიდაქტიკურ მოდელებს, რომლებიც მიზნად ისახავს ციფრული ეპოქის გამოწვევების საპასუხოდ აუდიტორიაში სიღრმისეული კითხვის კულტურის რეაბილიტაციასა და აკადემიური ჩართულობის ამაღლებას.

საკვანძო სიტყვები: ინტენსიური კითხვა, ციფრული ფრაგმენტაცია, სქროლვა, კრიტიკული აზროვნება, ინგლისური ენის პედაგოგიკა, ჰიპერკითხვა.

1. შესავალი

წინამდებარე ნაშრომის მიზანია იმ ცვლილებების შესწავლა, რაც ციფრულმა ეპოქამ ჩვენს აზროვნებაში (შე)მოიტანა და იმის გარკვევა, თუ როგორ შეიძლება სწავლისა და კითხვის ტრადიციული მიდგომის დაბრუნება საუნივერსიტეტო სივრცეში – განსაკუთრებით მაშინ, როდესაც საქმე ეხება ქართველი სტუდენტების მიერ ინგლისური ენისა და უცხოენოვანი აკადემიური ტექსტების შესწავლას.

21-ე საუკუნის საინფორმაციო ველში, რომელიც ხასიათდება სოციალური მედიის პლატფორმებისა და ხელოვნური ინტელექტის ალგორითმების დომინირებით, ფუნდამენტურად შეიცვალა ინფორმაციის მოპოვებისა და კრიტიკული ანალიზის მოდელები. დღეს, როდესაც ინფორმაციული ნაკადი ჭარბია და მყისიერად ხელმისაწვდომი, მთავარ გამოწვევად მისი გააზრებული დამუშავება იქცა. აჩქარებულმა რიტმმა და ციფრული გაჯეტების მიმზიდველმა თავისებურებებმა წარმოშვა ტექსტის ფრაგმენტულად აღქმის პრაქტიკა.

აღნიშნული ტენდენცია პირდაპირ აისახება ინდივიდის კოგნიტურ ფუნქციებზე, კერძოდ, ხანგრძლივი კონცენტრაციის უნარსა და ინფორმაციის სინთეზზე. ტრადიციული, ხაზოვანი კითხვა, რომელიც გულისხმობს არგუმენტთა ჯაჭვის მიყოლასა და კონტექსტუალურ სიღრმეში შესვლას, ხშირად ჩანაცვლებულია ეკრანზე დაფუძნებული „ჰიპერკითხვით“. ეს უკანასკნელი განსაკუთრებულ ბარიერებს ქმნის უცხოური ენის აუდიტორიაში, სადაც ენობრივი ბარიერისა და ციფრული ზედაპირულობის სინერგია სრულად ბლოკავს ტექსტის ანალიტიკურ აღქმას. წინამდებარე კვლევა შეისწავლის ციფრული ფრაგმენტაციის შედეგებს უმაღლეს საგანმანათლებლო სივრცეში და ინტენსიურ კითხვას განიხილავს როგორც ინტელექტუალურ მექანიზმს, რომელიც სტუდენტებს აძლევს საშუალებას, დაძლიონ როგორც ენობრივი, ისე ინფორმაციული „ხმაური“. კვლევის თეორიულ-მეთოდოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენს აზროვნების უნივერსალური ელემენტები. ნაშრომი მიზნად ისახავს, დაადგინოს ზღვარი ტექნოლოგიურ კომფორტსა და აკადემიურ ზედაპირულობას შორის და შემოგვთავაზოს პრაქტიკული მოდელები, რომლებიც ქართველ სტუდენტებს დაეხმარება, „სქროლვის“ პასიური მდგომარეობიდან გადავიდნენ უცხოენოვანი ტექსტის დეტალური ჩაშლისა და სიღრმისეული კითხვის რეჟიმში.

საინტერესოა ისტორიული პარალელის გავლებაც: ანტიკურ ხანაში, ჯერ კიდევ ჰომეროსის ეპოქაში, პოემები, ზღაპრები და თქმულებები ზეპირსიტყვიერებით, თაობიდან თაობას გადაეცემოდა. იმ პერიოდში განსაკუთრებული დატვირთვა მოდიოდა ადამიანის მეხსიერებასა და გონებრივ რესურსებზე – ძველი ეპოქის მოაზროვნეები შიშობდნენ, რომ დამწერლობისა და წიგნის შემოსვლა ადამიანის გონებას „დააჩლუნგებდა“ და ზეპირ შემოქმედებას განადგურებით დაემუქრებოდა. მსგავსი პროცესი მეორდება საუკუნეების შემდეგაც, ოღონდ უკვე ახალ, ციფრულ რეალობაში,

სადაც სერიოზული საფრთხის ქვეშ დადგა კლასიკური წიგნიერება, კითხვის კულტურა და უცხოური ტექსტის ღრმა გააზრება. თუმცა, ყოველგვარი პანიკა და ნაადრევი შიში უადგილოა: ისევე, როგორც ზეპირსიტყვიერება არ გამქრალა დამწერლობის გამოჩენასთან ერთად, არც წიგნიერება დაიკარგება კიბერსამყაროში. მთავარია, სწორი ძალისხმევით, წიგნსა და ინტენსიურ კითხვას ჩვენსავე საგანმანათლებლო და საკლასო სივრცეში შეუცვლელი ადგილი შევუნარჩუნოთ.

2. ლიტერატურის მიმოხილვა

ციფრულ ეპოქაში ტექსტთან ურთიერთობის ფუნდამენტური გარდაქმნა თანამედროვე აკადემიური დისკურსის ერთ-ერთ ძირითად საკითხად იქცა. კვლევები ცხადყოფს, რომ ინფორმაციული ტექნოლოგიების დომინირებამ მკითხველის აღქმის მოდელები და ტექსტის დამუშავების ინდივიდუალური მიდგომები ფუნდამენტურად შეცვალა, რასაც განსაკუთრებული სიმწვავით ვხვდებით აუდიტორიებში, სადაც სტუდენტები უცხოურ, კერძოდ, ინგლისურ ენას ეუფლებიან. ძირითადი ცვლილებები რამდენიმე მნიშვნელოვანი გარემოებით გამოიხატება:

- **კითხვის დინამიკა:** ფურცლიდან ეკრანზე გადასვლამ კითხვა უფრო ფრაგმენტული და სწრაფი გახადა. ინფოპროდუქტს ახლა უფრო ხშირად თვალს ვავლებთ, ვიდრე კლასიკური, ღრმა გააზრებით ვუღრმავდებით.
- **ჰიპერტექსტურობა:** ციფრული სივრცე ტექსტს სტატიკურს არ ტოვებს – ბმულები, ვიზუალური მასალა და ინტერაქციული ელემენტები ერთიან, ცოცხალ ქსელს ქმნიან, რაც იწვევს უცხოენოვან ტექსტზე კონცენტრირებული სტუდენტის ყურადღების გაფანტვას.
- **მკითხველის როლი:** აუდიტორია პასიური დამკვირვებლიდან აქტიურ მონაწილედ იქცა, რომელიც **აქტიურად ერთვება კითხვასა და წაკითხულის ღრმად გააზრებაში.**

თანამედროვე მკვლევრები, რომლებიც ციფრული კითხვის ფენომენს სწავლობენ, ერთხმად აღნიშნავენ „ყურადღების დეფიციტისა“ და ფრაგმენტული აღქმის მკვეთრ ზრდას. ნიკოლას კარი (Carr, 2010) თავის ფუნდამენტურ ნაშრომში ხაზგასმით აღნიშნავს, რომ ინტერნეტის არქიტექტურა და ციფრული ინტერფეისები ადამიანის ტვინს აჩვევს ზედაპირულობას, რის გამოც მკითხველი უარს ამბობს ხაზოვან, სიღრმისეულ კითხვაზე და გადადის ინფორმაციის მყისიერი „სკანირების“ (Scanning) რეჟიმში. ამ პოზიციას იზიარებს კოგნიტური ნეირომეცნიერი მერიენ ვულფი (Wolf, 2018), რომელიც მიუთითებს, რომ ეკრანზე დაფუძნებული კითხვა ცვლის ტვინის ნეირონულ წრედებს – მცირდება ანალიტიკური და ემპათიური კითხვის უნარი. ციფრული პლატფორმების მიერ შექმნილი ინფორმაციული ხმაური წარმოშობს „ჰიპერკითხვის“ (Hyper-reading) ეპოქას (Hayles, 2012), სადაც მთავარი აქცენტი გადატანილია მონაცემთა სწრაფ ფილტრაციაზე და არა უცხოენოვანი მასალის შინაარსობრივ გააზრებაზე.

ფილოლოგიური პედაგოგიკისა და ენის ათვისების თეორიებში ინტენსიური კითხვა (Intensive Reading) ტექსტის დეკოდირებისა და სიღრმისეული ანალიზის უალტერნატივო ინსტრუმენტად მიიჩნევა (Nuttall, 2005).

განსხვავებით ექსტენსიური კითხვისგან, რომელიც მიმართულია დიდი მოცულობის მასალის ზოგად გაცნობაზე, ინტენსიური კითხვა მოითხოვს ქართველი სტუდენტისგან მცირე მოცულობის ინგლისურენოვან ტექსტთან ხანგრძლივ, დეტალურ და მრავალშრიან მუშაობას. ეს მეთოდი ავითარებს უცხოური ენის ნიუანსების მიმართ მგრძნობელობას, არგუმენტაციის ლოგიკური ჯაჭვის მიყოლასა და ავტორის თვალსაზრისის კრიტიკულ შეფასებას. აკადემიურ ლიტერატურაში ხაზგასმულია, რომ სწორედ ინტენსიური კითხვა წარმოადგენს იმ მეთოდოლოგიურ საპირწონეს, რომელიც ეხმარება სტუდენტს, დაძლიოს სქროლვის პასიური ჩვევა და ინგლისურ ტექსტთან აქტიურ, ანალიტიკურ დიალოგში შევიდეს.

ტექსტის სიღრმისეული გააზრება წარმოუდგენელია იმ ინტელექტუალური სტანდარტების გარეშე, რომლებსაც თანამედროვე პედაგოგიკა ეყრდნობა. რიჩარდ პოლისა და ლინდა ელდერის (Paul & Elder, 2019) კრიტიკული აზროვნების მოდელის მიხედვით, ნებისმიერი ანალიტიკური პროცესი ეფუძნება აზროვნების ფუნდამენტურ ელემენტებს (მიზანი, საკითხი, ინფორმაცია, ინტერპრეტაციები, დაშვებები და შედეგები), რომლებიც უნდა აკმაყოფილებდეს სიცხადის, სიზუსტისა და სიღრმის ინტელექტუალურ სტანდარტებს. უცხოური ენის ათვისებისას ეს მოდელი ეხმარება სტუდენტებს, გასცდნენ ზედაპირულ თარგმანს და ჩაუღრმავდნენ იმ კოგნიტურ სტრუქტურებს, რაზეც აგებულია უცხოენოვანი ავტორის მოსაზრება/არგუმენტაცია.

3. კვლევის მეთოდები

წინამდებარე ნაშრომის კვლევა ემყარება თვისებრივ და დოკუმენტურ-ანალიტიკურ მეთოდებს, კერძოდ – კონტენტ-ანალიზს. აღნიშნული მეთოდების შერჩევა განპირობებულია იმით, რომ ციფრული ფრაგმენტაციის ფონზე კითხვის შეცვლა და ინტენსიური კითხვის მნიშვნელობა საუკეთესოდ სწორედ არსებულ თეორიულ, ფილოლოგიურ და პედაგოგიურ მასალებზე დაკვირვებით ირკვევა, განსაკუთრებით უცხოური ენების სწავლების პრაქტიკაში.

4. განხილვა
ციფრული ფრაგმენტაცია და თანამედროვე სტუდენტის კოგნიტური გამოწვევები

პირველ რიგში, ყურადღება უნდა გამახვილდეს იმ გარემოებაზე, თუ როგორ ცვლის ტექნოლოგიები და ციფრული გარემო ტექსტთან ურთიერთობის წესს ჩვენს სტუდენტებში. როდესაც ქართველი სტუდენტი ყოველდღიურად უყურებს მოკლე ვიდეოებს, სოციალური მედიის პოსტებს და ინფოპროდუქტებს „სქროლავს“, მისი

ყურადღების კონცენტრაცია იფანტება. ამ პროცესში მკითხველი კარგავს ღრმა, ხაზოვანი კითხვის ე.წ. „ძაფს“. შედეგად, იქმნება სიტუაცია, სადაც ინფორმაციის მიღების სიჩქარე იზრდება, ხოლო ენის სიღრმისეული ათვისებისა და კრიტიკული ანალიზის ხარისხი იკლებს.

ინტენსიური კითხვა ციფრული „ხმაურის“ საპირწონეა. ხაზი უნდა გაესვას იმას, თუ რატომ გვევლინება ინტენსიური კითხვა (Intensive Reading) ციფრული ზედაპირულობის დაძლევის მთავარ საშუალებად ინგლისური ენის აუდიტორიაში. როდესაც ვსაუბრობთ ინგლისური ენის სწავლებაზე, ხშირად ვცდებით, როდესაც გვგონია, რომ სტუდენტებს თავად ტექსტის თარგმნა უჭირთ. რეალური გამოწვევა სხვაგანაა: ციფრული სამყაროს გავლენით, ახალგაზრდებს აქვთ ზედაპირული, ინტერნეტსლენგზე აგებული ენობრივი ბაზა, თუმცა უჭირთ კლასიკური ხატოვანი გამონათქვამების, იდიომებისა და ანდაზების აღქმა. მათთვის უცხოა სწორი პრონანსი და „სტრიქონებს შორის წაკითხვის“ კულტურა. სწორედ ამიტომ, ინტენსიური კითხვა არ არის მხოლოდ მექანიკური ლექსიკონით მუშაობა – ეს არის მეთოდი, რითაც სტუდენტებს ვასწავლით პარაფრაზირების ხელოვნებას, ვეხმარებით თანამედროვე სლენგებიდან კლასიკურ იდიომებსა და ხატოვან გამონათქვამებზე გადართვაში და ასე, ცოცხალი და ამ საინტერესო მიდგომებით შევეცდებით ჩავრთოთ და დავაინტერესოთ სტუდენტები ინტენსიური კითხვის პროცესში.

კრიტიკული აზროვნება და აზრის სიღრმისეული რეფლექსია საგანმანათლებლო სივრცეში უმნიშვნელოვანესი ინსტრუმენტებია. ტექსტის სიღრმისეული გააზრება წარმოუდგენელია იმ ინტელექტუალური სტანდარტების გარეშე, რომლებსაც თანამედროვე პედაგოგიკა ეყრდნობა. როდესაც ინგლისური ენის კურსზე კითხვა წყდება უბრალო მექანიკური პროცესიდან და ხდება რეფლექსიური, სტუდენტი იწყებს იმის გააზრებას, თუ რა უდევს საფუძვლად ამა თუ იმ მოსაზრებას უცხოურ ტექსტში.

ამდენად, ციფრული ეპოქის გამოწვევები არ უნდა იყოს განხილული როგორც გადაუჭრელი პრობლემა. პირიქით, საუნივერსიტეტო განათლებამ და უცხოური ენების პედაგოგიკამ უნდა იზრუნოს იმისათვის, რომ კლასიკური ინტენსიური კითხვის მეთოდები ორგანულად შეერწყას თანამედროვე სასწავლო პროცესს, რათა სტუდენტებმა შეინარჩუნონ დამოუკიდებელი და კრიტიკული აზროვნების უნარი.

დასკვნა

ამგვარად, ნაშრომში წარმოდგენილი მსჯელობისა და არსებული ტენდენციების შეჯერების საფუძველზე, მივდივართ შემდეგ დასკვნამდე:

- სოციალური ქსელებისა და ციფრული გარემოს გავლენით შეიცვალა კითხვის კულტურა: ღრმა ანალიზი ზედაპირულმა კითხვამ ჩაანაცვლა. სტუდენტებს კარგად აქვთ ათვისებული თანამედროვე სლენგები ინგლისურ ენაში, თუმცა უჭირთ კლასიკური ხატოვანი და ფრთიანი გამონათქვამების, იდიომებისა და

ანდაზების გაგება, სწორი პრონანსი და „სტრიქონებს შორის წაკითხვა“, რის გამოც სწავლების პროცესი ახალ მიდგომებს მოითხოვს;

- უმაღლესი საგანმანათლებლო სისტემა და ენების სწავლების მეთოდოლოგია სერიოზული გამოწვევის წინაშეა, რადგან ძველი მიდგომები ვეღარ პასუხობს „კლიპური აზროვნებით[38]“ აღზრდილი ახალი თაობის საჭიროებებს;
- მკითხველი ინფორმაციის უბრალო მომხმარებლად იქცა, რომელსაც მიზანმიმართული პედაგოგიური დახმარება სჭირდება; ინტენსიური კითხვის ინტეგრირება ინგლისური ენის სწავლებაში არის სტუდენტებისათვის პერიფრაზირების ხელოვნების სწავლებისა და მათი ინტერესის გაღვიძების რეალური გზა;
- მსმენელი მზად არის ამ ცვლილებებისთვის – ციფრული ფრაგმენტაციის მავნე შედეგების გააზრება და აუდიტორიებში ინტენსიური კითხვის დაბრუნება ხელს შეუწყობს სიღრმისეული ანალიზისა და აკადემიური აზროვნების კულტურის აღდგენას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

- Baron, Naomi S. *Words Onscreen: The Fate of Reading in a Digital World*. Oxford University Press, 2015.
- Carr, N. (2010). *The Shallows: What the Internet Is Doing to Our Brains*. W. W. Norton & Company.
- Grabe, William, and Fredricka L. Stoller. *Teaching and Researching Reading*. 3rd ed., Routledge, 2019.
- Hayles, N. K. (2012). *How We Think: Digital Media and Contemporary Technogenesis*. University of Chicago Press.
- Nuttall, C. (2005). *Teaching Reading Skills in a Foreign Language*. Macmillan.
- Paul, R., & Elder, L. (2019). *The Miniature Guide to Critical Thinking Concepts and Tools*. Foundation for Critical Thinking Press.
- Turkle, Sherry. *Reclaiming Conversation: The Power of Talk in a Digital Age*. Penguin Press, 2015.

[38] კლიპური აზროვნება (clip thinking) — საინფორმაციო ეპოქის კოგნიტური ფენომენი, რომელიც გულისხმობს ინფორმაციის ფრაგმენტულად, მოკლე კადრებად აღქმასა და ზედაპირულ დამუშავებას.

- Twenge, Jean M. *iGen: Why Today's Super-Connected Kids Are Growing Up Less Rebellious, More Tolerant, Less Happy—and Completely Unprepared for Adulthood*. Atria Books, 2017.
- Thorne, S. L., & Reinhardt, J. (2008). "Bridging activities, new media literacies, and advanced foreign language proficiency." *Computer Assisted Language Learning*.
- Wolf, M. (2018). *Reader, Come Home: The Reading Brain in a Digital World*. Harper.

From Scrolling to Depth: Intensive Reading in the Accelerated Digital Era

Shorena Sigua

Doctor of Political Science, Caucasus International University

Abstract

The rapid development of digital technologies, social media platforms, and artificial intelligence in the 21st century information space has fundamentally changed the traditional approaches of receiving, processing, and interacting with information. The accelerated pace of life has given rise to the prevailing practice of superficial perception of information – "scrolling," skimming, and scanning – which hinders the in-depth analysis necessary for academic thinking. This study comprehensively examines the socio-cognitive consequences of digital fragmentation in the higher education space, paying special attention to the process of acquiring a foreign (English) language.

The article focuses on the concept of "Intensive Reading" as a necessary pedagogical tool for restoring language competence, critical thinking, and in-depth understanding for Georgian students. Based on qualitative and documentary-analytical methodology, the article discusses the mechanisms of screen-based "hyperreading" and its contrast with academic reading.

The article proposes practical strategies and didactic models that aim to rehabilitate a culture of deep reading among the students and increase academic engagement in response to the challenges of the digital age.

Keywords: intensive reading, digital fragmentation, scrolling, critical thinking, English language pedagogy, hyperreading.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.22



The Limits of Deliberation: TV Debate on Higher Education System Changes in Georgia

Tinatini Matcharashvili[1], Teona Mataradze[2]; Natia Svanidze[3];

[1]Dr., associate professor, Department of journalism and mass communication, Faculty of Social and Political Sciences of TSU, +995 598426778, tinatini.matcharashvili@tsu.ge; [2]Associate Professor, Department of Interdisciplinary Studies Faculty of Social and Political Sciences, Tbilisi State University, (+995 5 99) 16 79 76, teona.mataradze@tsu.ge; [3]Dr., Associate Professor, Department of Journalism and Mass Communication, Faculty of Social and Political Sciences, Tbilisi State University, +995 591 83 82 82, natia.svanidze@tsu.ge

Abstract

The presented article deals with the study of the deliberative quality of a television debate on the example of a public discussion held on the air of Imedi TV, a TV media affiliated with the Georgian government. The discussion concerned the fundamental changes taking place in the education system. The aim of the study is to analyze, on the one hand, the creation of the discussion agenda - setting by the participants of the debate as a genre of analytical journalism, and, on the other hand, the perception of these discursive frames by the online audience. The focus was on the methods, namely, the use of evidence and authority, that the program guests resorted to in order to gain access to the discourse.

The article is based on media monitoring and an in-depth analysis of the case of television coverage of different opinions about the changes taking place in the higher education system.

It is noteworthy that, based on monitoring, out of 127 episodes of four television analytical programs that were broadcast from the date of the presentation of the "National Concept of Higher Education" (October 16, 2025) to the start of the 2026 national exams (July 2, 2026), only 4 episodes were devoted to the ongoing changes in the education system, and public discussion between actors of different statuses with different opinions took place on television only once, in the February 14, 2026 episode of the analytical program "Open Air - Debates" of Imedi TV Company. Accordingly, the transcript of the aforementioned program was analyzed using an adapted version of the Discourse Quality Index, thematic agenda of the discussion, argumentation, and discursive legitimacy approaches. In order to identify the peculiarities of the perception of discourse frames by the addressees, a qualitative content analysis of 122 Georgian-language comments published on YouTube was conducted.

The study found that the program's guests did not have equal access to the discourse. Accordingly, asymmetry was also evident in terms of creating the thematic agenda of the discussion. In particular, 13 out of 19 main topics were raised by the Prime Minister, Irakli Kobakhidze. He also occupied more airtime than other guests, and it is noteworthy that 63 out of 108 coded assertions belong to him. However, as for reasoning with evidence, his discourse was less based on empirical substantiation than that of other participants in the program. Although academics and education policymakers did not gain communicative dominance because they provided less evidence, their arguments were more likely to be supported by consistent empirical data and professional knowledge.

Notably, 30.6% of the overall criticisms presented in the program were unsubstantiated, while 60.2% contained at least 1 reasoning flaw. The deliberative quality of the debate we studied was also limited by the 31 episodes that featured irony, sarcasm, and personal and/or professional discredit.

Qualitative content analysis of 122 comments from the online audience confirmed that commentators were not passive recipients of the message. The analysis revealed the repetition, reinforcement, transformation with polarized interpretations and, in some cases, replacement with specific political frameworks of discursive frames.

Thus, an in-depth analysis of one case, the February 14, 2026 episode of the Imedi TV program "Open Air – Debates", showed that formal pluralism could not be transformed into a substantively equal deliberative discourse on television. However, it should be emphasized that the results obtained cannot be generalized, since they were revealed only in one purposefully selected episode. On the other hand, it is worth noting that the results of the study presented in the article create a fundamental basis for further large-scale research in order to determine whether the asymmetry we have identified is only a feature of this specific program or a characteristic of the Georgian polarized media system.

Keywords:Deliberation, Change in the higher education system, TV debate, Agenda-setting, Georgia

Introduction

Georgia formally embarked on a large-scale reform of its higher education system in 2025. Government Ordinance No. 103 of 20 January established the Government Commission for Higher Education Reform, comprising the Prime Minister, government ministers and administrators, the heads of the governments of the autonomous republics, the Mayor of Tbilisi, and the Chair of the Parliamentary Committee on Education, Science, and Youth Affairs (Government of Georgia, 2025a). Although tasked with preparing a fundamental transformation of higher education, the Commission included no formally appointed independent education or

science experts, university rectors, academic staff, or student representatives. The government presented the Higher Education Reform Concept on 16 October 2025 and approved it through Ordinance No. 1994 on 1 December (Government of Georgia, 2025b; Ministry of Education, Science and Youth of Georgia, 2025). The Concept envisaged substantial changes to the territorial distribution of academic programmes, admissions, funding, staffing, institutional governance, and university autonomy.

Education contributes to human-capital formation and economic productivity, prepares individuals for occupational and social roles, and supports social cohesion and democratic participation (Becker, 1964; Dee, 2004; Dewey, 1997 [1916]; Durkheim, 1956 [1922]; Giddens, 2009). A reform of this scale therefore cannot be regarded solely as an administrative or sectoral matter. Its objectives, rationales, anticipated consequences, and risks require public scrutiny.

The media are central to this process because they not only disseminate information but also influence which issues become publicly visible and which actors are granted opportunities to interpret them. By allocating different levels of attention to competing issues, the media shape their perceived salience and the formation of the public agenda (McCombs & Shaw, 1972). Television current-affairs programmes can also place decision-makers, specialists, and groups affected by reform within a shared communicative space, enabling policy proposals to be examined through competing experiences, interests, and arguments (Magin et al., 2023).

In Georgia, however, such opportunities are constrained by a sharply polarised media environment. Political polarisation shapes editorial alignments, journalistic practices, content selection, and public trust, potentially displacing critical issues from the media agenda and limiting access to reliable information (Gersamia et al., 2023, 2024; Tsuladze & Abzianidze, 2025). Monitoring of the 2024 parliamentary election campaign characterised the television environment as pluralistic but deeply divided between government- and opposition-aligned broadcasters. Imedi maintained an explicitly government-aligned editorial line, while Rustavi 2 also pursued a pro-government policy. These channels rarely hosted opposition politicians, whereas government representatives boycotted broadcasters perceived as opposition-aligned, limiting opportunities for direct exchange between competing positions (Georgian Charter of Journalistic Ethics, 2024a, 2024b; Kincha, 2021).

This segmentation is also associated with audience attitudes. A nationwide survey conducted in February 2025 found that the predicted probability of polarisation in evaluations of political-party performance was 83% among viewers of the pro-government channels Imedi, Rustavi 2, and PosTV, compared with 72% among viewers of other channels and 74% among people who did not watch television. Viewers of pro-government channels also exhibited higher predicted probabilities of intergroup polarisation and discomfort in personal relationships with people holding different political views (Chkhetiani, 2025). Although these findings do not

demonstrate that television exposure causes polarisation, they indicate a close association between television-consumption patterns and polarised attitudes.

Under these conditions, current-affairs programmes that bring government representatives and critics into the same discursive arena acquire particular significance. Preliminary screening therefore covered relevant programmes broadcast by Imedi, Rustavi 2, and the Georgian Public Broadcaster. In the context of the government's boycott of opposition-aligned channels, these broadcasters remained potential venues for direct exchange between competing positions. However, their formats did not necessarily guarantee balanced or deliberative discussion.

The screening revealed a marked discrepancy between the societal significance of higher education reform and its mediated visibility. Only four of the 127 episodes examined contained a dedicated segment on the reform, and direct discussion between actors holding competing positions occurred in only one: the 14 February 2026 episode of Imedi's *Open Air Debates*. This information-rich case was selected for in-depth analysis to examine how the reform's thematic agenda was constructed, how discursive access and opportunities for response were distributed, and how participants used argumentation, evidence, expertise, and institutional authority to legitimate their positions. The study thereby investigates the limits of deliberation within a formally pluralistic televised debate conducted in a politically segmented media environment.

Methodology

This study examines how higher education reform is constructed as an object of public discussion in government-aligned television media in Georgia. It investigates the reform's media visibility; the issues and interpretations that structure its coverage; the distribution of discursive access; the deliberative quality of the debate; participants' strategies of legitimation; and online audience responses. The overarching research question is: How is public media discourse on higher education reform shaped by the interaction between actors' differential discursive access, deliberative opportunities, and strategies of legitimation?

The research combined descriptive media monitoring with an in-depth single-case study. The monitoring covered the period from 16 October 2025, when the reform concept was publicly presented, to 2 July 2026, when the Unified National Examinations commenced. The latter date marked the operational closure of the 2026–2027 university admissions cycle, after which changes to admission quotas and bachelor's programmes could no longer affect applicants participating in that cycle.

The sample comprised 127 episodes from four current-affairs programmes: 27 episodes of 'Dghis tema' ['Topic of the Day'] and 39 of 'Diskusia aktualur temaze' ['Discussion on a Current Issue'] on the Georgian Public Broadcaster; 19 of 'Debatebi Rezi Chichinadzestan ertad' ['Debates with Rezi Chichinadze'] on Rustavi 2; and 42 of Imedi TV's 'Open Air Debates.' The programmes were selected for their national reach, discussion-oriented formats, and capacity to host actors holding competing positions. An episode was classified as addressing higher education reform only if it contained a dedicated segment; incidental references were excluded.

Four episodes contained a dedicated segment on the reform, but only one featured direct discussion among actors representing competing positions. This information-rich case—the 14 February 2026 episode of 'Open Air Debates'—was purposively selected for in-depth analysis. The 1-hour, 56-minute programme was moderated by Magda Anikashvili and included Prime Minister Irakli Kobakhidze; Minister of Education, Science and Youth Givi Mikanadze; Ilia State University Rector Nino Doborjginidze; education researcher and Freedom Square representative Simon Janashia; former Head of the Erasmus+ National Office Lika Ghlonti; and Tbilisi State University Professor Levan Gordeziani. The prime minister and minister were seated opposite the other participants. This arrangement was treated as a feature of the programme's visual and interactional design, not as evidence of internally homogeneous positions.

The single-case design was intended to examine the internal discursive dynamics of an analytically significant case rather than produce statistically representative findings about Georgian television media (Gerring, 2007). The episode was manually transcribed and analysed across four dimensions: thematic agenda-setting, discursive access, deliberative quality and argumentation, and online audience reception. The announced agenda was compared with the topics that emerged during the debate. For each participant, the study recorded speaking time, speaking turns, moderator-allocated and self-initiated interventions, unfinished utterances, and opportunities for direct response.

Deliberative quality was assessed using adapted elements of the Discourse Quality Index, particularly participation, justification, and respect (Steenbergen et al., 2003). Justifications were coded at four levels: no, inferior, qualified, and sophisticated justification. Verbal expressions of respect or disrespect were examined within the adapted DQI, while non-verbal manifestations constituted a supplementary qualitative dimension. The unit of argumentation analysis was an individual claim and its supporting justification. Arguments were classified according to whether they relied on empirical evidence, personal or anecdotal experience, professional expertise, or institutional authority.

Audience reception was examined through qualitative content analysis of 122 Georgian-language comments publicly available beneath the programme's YouTube video on 15 July 2026. Deleted comments, duplicates, spam, emoji-only contributions, and non-Georgian comments were excluded. Each comment constituted a unit of analysis. Coding examined the frame invoked; whether it was reproduced, negotiated, transformed, or rejected; the attribution or denial of epistemic and interpretive authority; and any alternative interpretation offered.

The authors initially coded the transcript and comments independently, compared the resulting categories, discussed disagreements, and produced a consolidated dataset through consensus. No statistical intercoder-agreement coefficient was calculated; the procedure is therefore reported as a measure of analytical transparency rather than statistical reliability. Usernames and account identifiers were excluded. Verbatim quotations are pseudonymised rather than fully anonymised because their wording may remain searchable online. The findings

are interpreted as characteristics of a purposively selected case and are not statistically generalised to Georgian television media as a whole.

Literature Review

The democratic significance of the media is closely associated with the constitution of a public sphere in which matters of public concern become visible, different actors articulate their positions, and political decisions are subjected to scrutiny. Habermas conceptualises the public sphere as an arena between civil society and the state where public opinion can emerge through rational-critical debate (Habermas, 1989 [1962]). His deliberative theory further emphasises inclusive participation, reasoned justification, reciprocal engagement, and critical examination of competing validity claims (Habermas, 1996). The democratic function of the media therefore extends beyond transmitting information to providing a communicative space in which the rationales, consequences, risks, and alternatives associated with public decisions can be examined.

Fraser (1992), however, argues that formal openness does not necessarily produce participatory parity. The notion of a unified public sphere may obscure inequalities determining who is recognised as an authoritative speaker, whose experiences are considered relevant, and which groups remain marginal to dominant discourse. The democratic quality of mediated discussion must therefore be assessed not only through the formal presence of different actors but also through the distribution of speaking time, topic initiation, opportunities to complete arguments, and responses to competing claims. The Discourse Quality Index (DQI) translates aspects of these normative expectations into indicators of participation, justification, orientation towards the common good, and respect for participants and counterarguments (Steenbergen et al., 2003). Because the DQI was developed for parliamentary discourse, its television application requires attention to the moderator's influence over speaking order, time allocation, interruption, and direct response.

The media's public function must also be considered alongside their selective power. Media organisations constitute both arenas for discussion and institutional actors that select the issues, sources, speakers, and interpretations available to audiences. Agenda-setting theory holds that variations in media attention contribute to the perceived salience of issues (McCombs & Shaw, 1972), while gatekeeping theory examines how events, actors, and positions are included, excluded, marginalised, or transformed during media production (Shoemaker & Vos, 2009). Bennett's (1990) indexing hypothesis further suggests that political reporting frequently reflects the range of positions expressed by institutionally powerful actors: disagreement among official elites may broaden coverage, whereas elite consensus can restrict space for alternative perspectives. Nevertheless, the media are not merely passive transmitters of elite messages. By selecting and organising topics, guests, and interpretive emphases, they help construct political visibility and mediated social reality (Thompson, 1995).

This tension is particularly significant in education-policy coverage. Although education is often represented as a technical domain governed by specialist knowledge, reforms involve value

choices, resource redistribution, and competing social and institutional interests. Gerstl-Pepin (2007) describes the media as a "thin" public sphere that may facilitate participation while representing complex education policies in simplified forms. Her earlier analysis found that US election coverage treated education superficially and largely followed frames advanced by political candidates (Gerstl-Pepin, 2002). Research on Portuguese education coverage similarly demonstrates that the media organise issues through selective interpretive frames. References to the OECD and PISA operated as authoritative resources, although different actors mobilised the same data to support competing claims (Santos et al., 2022). Through thematisation and framing, media discourse made education policy manageable for public communication but simultaneously reduced its complexity and narrowed the range of readily available interpretations. Media visibility thus does not itself guarantee substantive examination or equitable access to authoritative knowledge.

Critical discourse analysis adds that communicative power concerns not only access to speech but also the linguistic and symbolic construction of social reality (Fairclough, 1992). In van Leeuwen's (2007) social-semiotic framework, legitimation is the process through which social practices and institutional arrangements acquire cognitive validity and normative justification. It addresses why a practice should be undertaken and why it should take a particular form. Van Leeuwen distinguishes four principal strategies. 'Authorisation' invokes personal or institutional authority, including official position, expertise, law, tradition, or established practice. 'Moral evaluation' connects an action to normative values. 'Rationalisation' justifies a practice through its purposes, functions, effectiveness, anticipated outcomes, or bodies of knowledge that represent it as reasonable or valid. 'Mythopoesis' constructs legitimacy narratively: moral tales associate compliance with desirable outcomes, whereas cautionary tales link deviation from legitimate norms to danger, failure, or punishment. These strategies may operate independently or in combination and can be realised through verbal, visual, and audiovisual resources.

This framework enables televised discourse on higher education reform to be analysed not only in terms of the positions expressed but also through the mechanisms by which reform is constructed as necessary, legitimate, efficient, or inevitable—or, conversely, as harmful or unacceptable. Participants may invoke governmental authority, legislation, professional expertise, values, policy objectives, empirical evidence, anticipated consequences, or narratives of institutional success and failure. Legitimation analysis therefore distinguishes a claim's content from the source and mode through which it is validated. Such strategies should not automatically be treated as substitutes for argumentation: their deliberative quality depends on how they are connected to a claim and whether they remain open to scrutiny and contestation.

Audience reception introduces a further dimension. Hall's (1980) encoding/decoding model rejects a linear conception in which audiences absorb mediated messages. Viewers may adopt a dominant-hegemonic position by accepting a preferred meaning, negotiate it by combining partial acceptance with qualifications derived from their experience, or take an oppositional position by recognising but rejecting the preferred code. Applied to online comments, this

framework allows examination of how viewers reproduce, negotiate, transform, or oppose the debate's central frames and claims to authority. These positions are analytical categories rather than fixed audience identities, and an individual response may combine elements of more than one position.

The present study consequently integrates deliberative democratic theory and agenda-setting as its principal approaches, supplemented by gatekeeping, indexing, discursive legitimation, and audience reception. Agenda-setting identifies which issues acquire visibility, structure the debate, and are initiated by particular actors. The deliberative perspective evaluates the distribution of discursive access, reciprocal engagement, justification, and respect. Legitimation analysis examines how evidence, expertise, authority, values, and narratives are used to validate or contest positions, while encoding/decoding illuminates the online audience's engagement with these meanings.

The study does not measure the debate's causal effect on audience priorities or attitudes. Agenda-setting is therefore used to analyse media visibility and the debate's internal thematic priorities rather than to infer direct media effects. Together, the selected approaches address four interconnected questions: which issues become visible, who gains access to define them, how competing positions are justified and legitimated, and how the online audience negotiates their meanings.

Findings

Agenda Formation and Discursive Access

The coding identified 19 main topics, but their initiation was distributed asymmetrically. Prime Minister Irakli Kobakhidze introduced 13, including the low quality of higher education, the necessity of change, funding, labour-market research, the purpose and content of the reform concept, and geographical decentralisation. He therefore functioned not only as a respondent to criticism but also as the principal source of the debate's thematic agenda. This case-level pattern is consistent with the agenda-setting proposition that salience is shaped through attention, elaboration, and relative priority (McCombs & Shaw, 1972), as well as Bennett's (1990) observation that political media discourse often develops within parameters articulated by authoritative official actors. It does not, however, establish indexing at the wider media-system level.

The moderator opened the discussion with the "one city–one faculty" principle, which subsequently became a central interpretive frame. This initial selection illustrates the programme's gatekeeping role in defining the point of departure for discussion (Shoemaker & Vos, 2009; Thompson, 1995). After this intervention, most thematic initiatives shifted to Kobakhidze, demonstrating the interaction between media framing and the discursive power associated with high political office.

Other participants introduced substantially fewer topics. Minister of Education, Science and Youth Givi Mikanadze introduced none. Ilia State University Rector Nino Doborjginidze initiated

two—the purpose of the debate and institutional autonomy—while Levan Gordeziani, Lika Ghlonti, and Simon Janashia each introduced one: legislative change, the "hollowing out" of universities, and the claim that the education sector was being governed by colonels from the State Security Service and the police, respectively. These formulations are coded labels representing participants' own framing rather than the authors' characterisation of the reform.

The number of subtopics indicates the breadth of subsequent elaboration. Labour-market research generated nine subtopics, the "one city–one faculty" principle seven, and funding six. Both topics introduced by Doborjginidze developed into five subtopics, showing that frequency of initiation and discursive significance did not fully coincide: actors with fewer opportunities to shape the agenda could still introduce consequential points of contestation. By contrast, topics such as the necessity of change and "2004–2012 as a severe blow to Tbilisi State University" remained largely declarative. Topic initiation therefore did not automatically lead to justification, counterargument, or reciprocal examination.

The distribution of participation reinforced this thematic asymmetry. Kobakhidze engaged with all 19 topics, took 109 speaking turns, and accumulated 53 minutes and 14 seconds of speaking time—several times more than any other participant. Only ten turns were explicitly allocated to him by the moderator, indicating that his prominence also resulted from frequent self-initiated interventions. Janashia took 49 turns and spoke for 13 minutes and 12 seconds, approximately one quarter of Kobakhidze's time. Twenty of Janashia's interventions ended in unfinished utterances, compared with 26 of Kobakhidze's 109 turns. Thus, although Kobakhidze had the larger absolute number, constrained sentence completion affected a substantially greater proportion of Janashia's contributions. Because unfinished utterances may reflect interruption, overlap, withdrawal, or voluntary abandonment, they are treated as indicators of interactional constraint rather than proof of intentional silencing.

Ghlonti took 43 speaking turns, but the moderator explicitly gave her the floor only once; most of her contributions were self-initiated or responsive. Gordeziani did not independently initiate a speaking turn and remained almost entirely reactive. The formal inclusion of competing positions therefore did not produce participatory parity (Fraser, 1992). The participant with the greatest institutional authority occupied the largest share of the communicative space and exercised the strongest control over topic initiation. In contrast, the other participants primarily responded within a thematic structure they had only limited capacity to define.

Argumentation, Legitimation, and Mutual Respect

The analysis identified 108 claims. Of these, 75 (69.4%) were accompanied by some form of supporting grounds, while 33 (30.6%) were unsupported. The overall mean evidence-quality score was 2.41 on the four-point scale, placing the aggregate profile closer to weak or partially developed support than to multifaceted and verifiable evidence. At least one reasoning problem was identified in 65 claims (60.2%); 26 claims (24.1%) contained a person-directed or adversarial

move, including an *ad hominem* attack, unsupported accusation, or shift from the issue to an assessment of an interlocutor's competence or character.

Table 1: *Comparative Evidence-Use Profiles by Participant*

Participant	Role	Claims, *n*	Mean evidence score	Empirical, %	Unsupported, %	Reasoning problem, %	Scores 3–4, %
Levan Gordeziani	Academic	5	2.60	60.0	20.0	40.0	60.0
Nino Doborjginidze	Academic	6	3.00	50.0	0.0	33.3	83.3
Lika Ghlonti	Education policy expert	7	3.14	100.0	0.0	28.6	100.0
Givi Mikanadze	Government representative	11	3.00	45.5	18.2	54.5	72.7
Simon Janashia	Education researcher and political representative	16	2.50	50.0	25.0	56.3	56.3
Irakli Kobakhidze	Government representative	63	2.13	38.1	41.3	69.8	33.3

Note. Evidence quality ranged from 1 (unsupported assertion) to 4 (multifaceted and verifiable evidence). "Empirical" denotes claims supported by data, documented cases, research, or other potentially verifiable information. "Reasoning problem" indicates at least one coded problem, such as a false dilemma, generalisation from limited cases, inappropriate appeal to authority, circular reasoning, unidentified source, or person-directed move. Percentages are calculated within participants and should be read alongside n.

The participant profiles reveal a marked contrast between the quantity of claims and evidentiary strength. Ghlonti recorded the strongest profile: all seven of her claims were empirically grounded and received scores of 3 or 4, producing the highest mean score (3.14). None of Doborjginidze's six claims was unsupported, and 83.3% received scores of 3 or 4. Gordeziani supported four of his five claims and obtained a mean score of 2.60. Although the small numbers require caution, none of these three participants employed the person-directed or adversarial moves identified in the coding.

Mikanadze and Janashia displayed mixed profiles. Supporting grounds accompanied 81.8% of Mikanadze's claims and 75.0% of Janashia's, with mean evidence scores of 3.00 and 2.50, respectively. However, reasoning problems occurred in 54.5% and 56.3% of their claims, while person-directed or adversarial moves appeared in 18.2% and 25.0%. Their contributions therefore combined relatively frequent reason-giving with occasional shifts towards personal or otherwise non-substantive contestation.

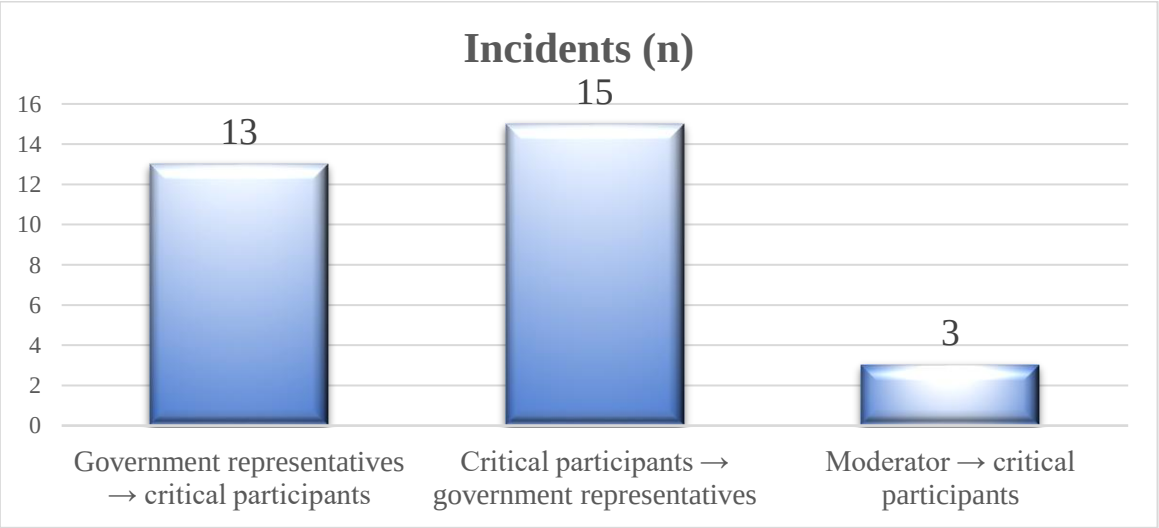
Kobakhidze produced 63 claims—58.3% of the total—corresponding to his dominance in speaking time and topic initiation. However, his mean evidence score (2.13) was the lowest among the participants. Only 33.3% of his claims received scores of 3 or 4; 41.3% were

unsupported, and 69.8% contained a reasoning problem. Person-directed or adversarial moves occurred in 31.7%. Statements translated as "You have no argument" and "You cannot distinguish a conclusion from an argument" (*Open Air Debates*, 2026) redirected the exchange towards assessments of interlocutors' competence rather than supplying additional grounds for his substantive position. Such interventions also attempted to define whose contributions qualified as legitimate argumentation.

These results demonstrate that communicative prominence and argumentative quality were not equivalent. The participant who occupied the greatest share of the discussion and advanced the most claims did not present the strongest evidence profile; conversely, Ghlonti and Doborjginidze had more limited discursive access but offered more consistently supported claims. This aggregate contrast does not imply that every academic or expert claim was well founded or that every claim made by Kobakhidze was weak. It indicates that quantitative dominance coexisted with comparatively lower evidentiary strength and more frequent reasoning problems, departing from the deliberative expectation that influence should derive from publicly examinable reasons rather than institutional status or control of speaking time (Habermas, 1996).

The pattern also illuminates the relationship between rationalisation and authorisation (van Leeuwen, 2007). Doborjginidze, Ghlonti, and Gordeziani combined expert authorisation with rationalisation through empirical information, specialist knowledge, and explanations of institutional consequences. Kobakhidze's discursive prominence cannot be attributed to evidence quality alone; it operated within an interactional context in which his position as prime minister carried substantial pre-existing authority. Institutional status and dominance are not themselves proof of an explicit authorisation strategy, which requires an appeal to office, legal mandate, or recognised authority. Nevertheless, the participant with the greatest positional authority also enjoyed the strongest agenda-setting capacity, whereas actors with stronger evidence profiles remained predominantly reactive. Discursive influence thus depended on both supporting reasons and unequal access to institutional and communicative resources.

Figure 1: *Direction of Ironic or Disrespectful Interactions During the Debate*



Mutual-respect coding identified 31 incidents involving ironic, sarcastic, or demeaning expressions or gestures (see Figure 1). Kobakhidze was the most frequent initiator, with predominantly non-verbal responses—especially smiles and facial expressions coded as ironic—directed towards Ghlonti, Gordeziani, and Janashia. Ghlonti responded to Kobakhidze with verbal irony, including "My government?!" and "I have not heard an argument, Mr Kobakhidze" (*Open Air Debates*, 2026). Janashia employed several direct and confrontational formulations, and the moderator also made remarks towards government critics that were coded as ironic.

Non-verbal expressions were interpreted cautiously and coded only in relation to their addressee, the accompanying verbal exchange, and the immediately preceding context. The incidents nevertheless show that discussion periodically shifted from policy claims to personal or professional discrediting. Examples included "You do not know, which means you have not studied it," "As a lawyer, you do not know what research is," and "And you call yourself an education expert" (*Open Air Debates*, 2026). Such exchanges clustered around the geographical justification of the "one city–one faculty" principle, labour-market research and quotas, and disagreements about the format and purpose of the debate.

From the perspective of the adapted DQI, these were not merely stylistic shortcomings. By shifting attention from claims to speakers' status or competence, they weakened respect and required participants to defend their legitimacy rather than develop their policy arguments (Steenbergen et al., 2003). Overall, the programme only partially met deliberative criteria: it brought competing positions into a shared arena and included some well-supported argumentation, but this coexisted with unequal discursive access, interruptions and overlap, modest aggregate evidence quality, and repeated personal or professional discrediting.

Online Audience Reception

Analysis of the 122 Georgian-language YouTube comments indicates that the commenting audience did not simply reproduce the televised discussion. Users selected and amplified particular frames, connected them to personal experience, assigned them new political meanings, or rejected them in favour of competing interpretations. Attention also frequently shifted from the reform's content to participants' competence, conduct, moral qualities, and symbolic "victory" or "defeat." Three broad trajectories emerged: acceptance and amplification, mixed and polarised reception, and rejection and replacement by a competing frame (see Figure 2). These broadly correspond to Hall's (1980) dominant-hegemonic, negotiated, and oppositional positions. However, amplification or radicalisation is treated here as an empirical development within acceptance rather than as a separate Hallian category.

The first trajectory concerned the crisis in higher education and the need for reform. Comments repeated claims about the commercialisation of higher education, declining degree value, graduate unemployment, excessive numbers of universities, and mismatches between programmes and labour-market demand. Some users supported increasing training in engineering and programming and linked these arguments to observations of graduates unable to

work in their fields. In van Leeuwen's (2007) terms, the reform was legitimated through instrumental rationalisation: change was justified through its anticipated capacity to align education with labour-market needs and improve employment outcomes. Personal experience reinforced this reasoning by presenting the crisis as evident in everyday life.

Commenters also repeated Kobakhidze's contention that academic participants had failed to advance persuasive counterarguments, but some expanded this into broader professional and moral delegitimation. The question "Are these the people teaching our young people?" challenged academic status itself as a source of epistemic authority. Expert authorisation became intertwined with moral evaluation: professors' formal authority was questioned, while Kobakhidze's was reinforced through praise of his intelligence, patience, self-control, and rhetorical performance.

The personalisation of authority was intensified by framing the programme as a contest. Expressions equivalent to "defeated," "destroyed," "taught them a lesson," and "played with them" inferred the reform's validity from the symbolic victory attributed to one participant rather than from its substantive content. Epistemic authority thereby became associated with the presumed winner, displacing reciprocal examination with an agonistic logic of victory and defeat. From a deliberative perspective, this substitutes personalised conflict and emotional identification for comparative evaluation of reasons (Habermas, 1996).

Table 2: *Three Trajectories of Online Audience Reception*

Three Trajectories of Online Audience Reception				
The frames articulated in the debate are not reproduced unchanged in comments: they are accepted, amplified, contested, or replaced by competing frames.				
I. Acceptance and Amplification				
Source frame	→	Audience response	→	Discursive outcome
Necessity of reform; weakness of opponents' arguments	→	Repetition and radicalisation	→	Expansion of the crisis frame and moral delegitimation of opponents
II. Mixed and Polarised Reception				
Source frame	→	Audience response	→	Discursive outcome
Alignment with labour-market needs; 'one city–one faculty'	→	Elaboration, partial rejection, and competing interpretations	→	Quality and regional-development arguments versus restrictions on choice and autonomy
III. Rejection and Replacement by a Competing Frame				
Source frame	→	Audience response	→	Discursive outcome
Problematic Soviet legacy; collaborative debate; improving quality	→	Reframes meanings, uses battle metaphors, and introduces alternative causes.	→	Nostalgia, victory/defeat narratives, and a political-control frame

The second trajectory was most visible in responses to "one city–one faculty." Supporters understood it as resource concentration, quality improvement, and regional development; critics framed it as restricting student choice, university autonomy, academic freedom, and equal access. The issue was therefore interpreted through competing values: efficiency and quality versus freedom and social justice. Soviet education generated a similar polarisation. Some commenters presented it as a benchmark of lost quality, whereas others interpreted the reform as a return to Soviet or authoritarian governance. The same historical reference thus supported opposing conclusions, illustrating negotiated decoding in which elements of the problem definition were accepted but redirected through alternative values and interpretations (Hall, 1980).

The third trajectory rejected the government's preferred explanation and replaced it with a competing political frame. Critical commenters often acknowledged problems in higher education. However, they interpreted the reform as an instrument of political control, a mechanism for weakening student activism, a source of inequality, or an expression of corrupt interests. Official and expert authority was also contested through experiential and comparative knowledge: parents invoked their children's experiences, while emigrants compared Georgian policy with practices in Germany, the Netherlands, and elsewhere. Credibility was consequently reassessed through political trust, lived experience, cross-national comparison, participants' behaviour, and the perceived strength of their arguments.

The meanings circulated during the programme therefore did not pass unchanged into online discussion. Commenters reproduced some frames, intensified others, negotiated them through competing values, or replaced them with oppositional interpretations. They also redistributed epistemic authority by affirming or rejecting institutional and academic status according to rhetorical performance, moral evaluation, political identification, and experience. Because a self-selected group produced the comments, these patterns cannot be generalised to the programme's entire audience. They nevertheless show that the comment space constituted a further stage in constructing higher education reform discourse, in which policy meanings and claims to expertise were actively renegotiated.

Conclusion

This study examined how higher education reform is constructed as an object of public discussion in government-aligned television media in Georgia. It focused on the reform's mediated visibility, the distribution of discursive access, the quality of deliberation, participants' use of evidence and authority, and the online audience's reception of the frames circulated during the debate.

The preliminary monitoring revealed a marked discrepancy between the reform's societal significance and its media visibility. Only four of the 127 current-affairs episodes examined contained a dedicated segment on higher education reform, and direct discussion between actors representing competing positions occurred in only one case. Given the scale of the proposed changes, this limited coverage resembles Gerstl-Pepin's (2007) "thin" public sphere: the media

made the policy issue visible but provided insufficient space for sustained and multiperspectival public deliberation.

The case analysis showed that agenda-setting capacity and discursive access were distributed unevenly. Kobakhidze initiated 13 of the 19 principal topics and accounted for 53 minutes and 14 seconds of the programme's total duration of 1 hour, 56 minutes, and 25 seconds. The moderator established the "one city–one faculty" principle as the opening frame. However, subsequent thematic initiative shifted predominantly to the prime minister, while academic and professional participants remained largely reactive. The debate thus displayed a dual mechanism of internal agenda formation: the programme selected the initial frame. At the same time, the participant with the greatest institutional authority exercised the strongest influence over its subsequent development. This case-level pattern is consistent with the complementary insights of agenda-setting, gatekeeping, and indexing (Bennett, 1990; McCombs & Shaw, 1972; Shoemaker & Vos, 2009).

Formal viewpoint diversity did not translate into participatory parity (Fraser, 1992). Inequality was evident not only in speaking time and topic initiation but also in opportunities to complete claims and respond to competing positions—for example, 20 of Janashia's 49 interventions ended in unfinished utterances. Although unfinished utterances cannot automatically be interpreted as intentional interruption, their prevalence indicates that discursive access involved more than obtaining the floor: it also depended on participants' capacity to retain it, complete an argument, and engage in reciprocal exchange.

The analysis of argumentation similarly revealed a mismatch between communicative prominence and evidentiary strength. Of the 108 coded claims, 75 (69.4%) contained some form of supporting grounds, while 33 (30.6%) were unsupported. The mean evidence-quality score was 2.41 on a four-point scale, and at least one reasoning problem was identified in 60.2% of the claims. Academic and professional participants generally occupied less communicative space but presented more consistently supported claims. By contrast, the quantitatively dominant participant produced the lowest mean evidence-quality score and the highest proportions of unsupported claims and reasoning problems. This aggregate pattern does not imply that every claim made by academic and expert participants was strong or that every claim advanced by Kobakhidze was weak. It demonstrates that discursive influence, institutional status, and argumentative quality did not coincide.

Mutual-respect analysis further qualified the programme's deliberative character. Thirty-one incidents involving irony, sarcasm, or personal and professional discrediting were identified. These exchanges redirected attention from evaluating policy claims to participants' competence, status, or character. From the perspective of the adapted DQI, such interactions weakened deliberative quality by requiring speakers to defend their legitimacy as participants rather than develop their arguments (Steenbergen et al., 2003). The debate therefore only partially met deliberative criteria: it brought competing positions into a shared communicative arena and

included some well-supported arguments, but these coexisted with unequal access, interactional constraints, modest aggregate evidence quality, and recurrent personal discrediting.

The analysis of legitimation showed that participants drew on different communicative resources. Academic and professional participants more frequently combined expert authorisation with rationalisation based on data, specialist knowledge, and anticipated institutional consequences. The prime minister's claims, in addition to their argumentative content, were articulated within a context shaped by the authority of political office. Competing positions were also delegitimated by questioning the competence of the actors advancing them rather than directly challenging their empirical foundations. The debate was therefore not only a disagreement over higher education reform but also a struggle over epistemic authority—over who could legitimately define the policy problem, interpret evidence, and establish the standards of valid argumentation (van Leeuwen, 2007).

The YouTube comments demonstrated that audience reception constituted an additional stage in the construction of reform discourse. Consistent with Hall's (1980) encoding/decoding model, three broad trajectories emerged: acceptance and amplification of preferred frames; selective, negotiated, and polarised reinterpretation; and rejection followed by replacement with a competing political frame. Some commenters repeated claims about the crisis in higher education and the need for reform. Responses to "one city–one faculty" divided between a frame of efficiency, quality, and regional development and an opposing frame centred on restrictions to choice, autonomy, academic freedom, and equal access. Critical commentators reframed the reform through political control, inequality, weakened student activism, and corrupt interests. Institutional and academic authority was consequently affirmed or rejected according to rhetorical performance, moral evaluation, political trust, and personal experience.

In response to the overarching research question, the analysed media discourse was shaped through three interconnected asymmetries: unequal access to agenda formation and communicative space; a mismatch between institutional authority and evidentiary strength; and the selective and polarised decoding of televised frames by the commenting audience. The formal presence of competing positions did not develop into substantively equal deliberation, while the online comment space reproduced, intensified, negotiated, or replaced the meanings circulated by the programme.

Theoretically, the study demonstrates the analytical value of combining agenda-setting, indexing, deliberative quality, discursive legitimation, and audience reception. This integrated framework conceptualises televised policy debate as a multilevel process encompassing issue selection, studio power relations, competition among arguments and authority claims, and subsequent audience meaning-making.

The findings remain limited to one purposively selected television episode and cannot be statistically generalised to Georgian television media. The YouTube comments likewise reflect a self-selected group rather than the programme's full audience or wider public opinion. Future research should compare government-aligned, critical, and public-service broadcasters,

systematically examine moderators' interventions, and combine cross-platform comment analysis with audience interviews or focus groups.

Practically, the findings emphasise the moderator's responsibility to maintain control over the agenda, distribute communicative opportunities, protect participants' ability to complete and answer arguments, and limit personal discrediting. The democratic function of televised debate requires formats in which institutional status does not substitute for evidence, formal inclusion does not substitute for meaningful discursive access, and symbolic victory does not substitute for substantive policy evaluation.

References

Becker, G. S. (1964). *Human capital: A theoretical and empirical analysis, with special reference to education*. Columbia University Press. https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-first-edition

Bennett, W. L. (1990). Toward a theory of press-state relations in the United States. *Journal of Communication, 40*(2), 103–127. https://doi.org/10.1111/j.1460-2466.1990.tb02265.x

Chkhetiani, L. (2025). *How polarised are Georgians?* CRRC-Georgia. https://crrc.ge/en/blog-how-polarized-are-georgians/

Dee, T. S. (2004). Are there civic returns to education? *Journal of Public Economics, 88*(9–10), 1697–1720. https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2003.11.002

Dewey, J. (199 [1926]7). *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Project Gutenberg. https://www.gutenberg.org/ebooks/852

Durkheim, É. (1956 [1922]). *Education and sociology* (S. D. Fox, Trans.). Free Press. https://books.google.ge/books?id=HcG3zQEACAAJ

Fairclough, N. (1992). *Discourse and social change*. Polity Press.

Fraser, N. (1992). Rethinking the public sphere: A contribution to the critique of actually existing democracy. In C. Calhoun (Ed.), *Habermas and the public sphere* (pp. 109–142). MIT Press.

Georgian Charter of Journalistic Ethics. (2024a, December 20). *Satelevizio akhali ambebis monitoringis angarishi* [Television news monitoring report]. https://www.qartia.ge/ka/mediamonitoringi/article/99377

Georgian Charter of Journalistic Ethics. (2024b, December 20). *Satelevizio tokshouebis monitoringis angarishi* [Television talk-show monitoring report]. https://www.qartia.ge/ka/mediamonitoringi/article/99378

Gerring, J. (2007). *Case study research: Principles and practices*. Cambridge University Press.

Gersamia, M., Toradze, M., & Bandzeladze, M. (2023). *Media environment 2023: Challenges during political polarization and crisis in Georgia*. Media and Communication Educational and Research Center "Media Voice." https://doi.org/10.52340/9789941862014

Gersamia, M., Toradze, M., & Bandzeladze, M. (2024). Trust in media and effects of political polarization in Georgia [Conference abstract]. *Environment and Society, 12*(12). https://www.es.tsu.ge/index.php/es/article/view/192

Gerstl-Pepin, C. I. (2002). Media (mis)representations of education in the 2000 presidential election. *Educational Policy, 16*(1), 37–55. https://doi.org/10.1177/0895904802016001003

Gerstl-Pepin, C. I. (2007). Introduction to the special issue on the media, democracy, and the politics of education. *Peabody Journal of Education, 82*(1), 1–9. https://doi.org/10.1080/01619560709336534

Giddens, A. (2009). *Sociology* (6th ed.; rev. and updated with P. W. Sutton). Polity.

Government of Georgia. (2025a, January 20). *Umaghlesi ganatlebis reformis samtavrobo komisiis shekmnis shesakheb* [On the establishment of the Government Commission for Higher Education Reform] (Ordinance No. 103). https://www.gov.ge/files/618_91009_188575_103.pdf

Government of Georgia. (2025b, December 1). *Umaghlesi ganatlebis sistemis reformis erovnuli kontseptsiis damtkicebis shesakheb* [On approval of the national concept for reform of the higher education system] (Ordinance No. 1994). https://www.gov.ge/files/618_94373_219748_1994.pdf

Habermas, J. (1989 [1962]). *The structural transformation of the public sphere: An inquiry into a category of bourgeois society* (T. Burger, Trans.). MIT Press.

Habermas, J. (1996 [1992]). *Between facts and norms: Contributions to a discourse theory of law and democracy* (W. Rehg, Trans.). MIT Press.

Hall, S. (1980). Encoding/decoding. In S. Hall, D. Hobson, A. Lowe, & P. Willis (Eds.), *Culture, media, language: Working papers in cultural studies, 1972–79* (pp. 128–138). Hutchinson.

Kincha, S. (2021, July 23). Georgian Dream's anti-media crusade continues. *OC Media*. https://oc-media.org/georgian-dreams-anti-media-crusade-continues/

Magin, M., Stark, B., Jandura, O., Udris, L., Riedl, A., Klein, M., Eisenegger, M., Kösters, R., & Hofstetter Furrer, B. (2023). Seeing the whole picture: Towards a multi-perspective approach to news content diversity based on liberal and deliberative models of democracy. *Journalism Studies, 24*(5), 669–696. https://doi.org/10.1080/1461670X.2023.2178248

McCombs, M. E., & Shaw, D. L. (1972). The agenda-setting function of mass media. *Public Opinion Quarterly, 36*(2), 176–187. https://doi.org/10.1086/267990

Ministry of Education, Science and Youth of Georgia. (2025, October 16). *Umaghlesi ganatlebis reformis kontseptsiis prezentatsia* [Presentation of the higher education reform concept]. https://mes.gov.ge/content.php?id=14304&lang=geo

Santos, Í., Carvalho, L. M., & Portugal e Melo, B. (2022). The media's role in shaping public opinion on education: A thematic and frame analysis of externalisation to world situations in the Portuguese media. *Research in Comparative and International Education, 17*(1), 29–50. https://doi.org/10.1177/17454999211057753

Schultz, T. W. (1961). Investment in human capital. *American Economic Review, 51*(1), 1–17. https://www.jstor.org/stable/1818907

Shoemaker, P. J., & Vos, T. P. (2009). *Gatekeeping theory*. Routledge.
Steenbergen, M. R., Bächtiger, A., Spörndli, M., & Steiner, J. (2003). Measuring political deliberation: A discourse quality index. *Comparative European Politics, 1*(1), 21–48. https://doi.org/10.1057/palgrave.cep.6110002
Thompson, J. B. (1995). *The media and modernity: A social theory of the media*. Polity Press.
Toulmin, S. E. (2012). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
Tsuladze, L., & Abzianidze, N. (2025). Polarisation through deviation discourse: Strategic usage of Europeanisation by political and media actors in Georgia. *East European Politics*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/21599165.2025.2491139
van Leeuwen, T. (2007). Legitimation in discourse and communication. *Discourse & Communication, 1*(1), 91–112. https://doi.org/10.1177/1750481307071986

აბსტრაქტი

წარმოდგენილი სტატია ეხება სატელევიზიო დებატის დელიბერაციული ხარისხის შესწავლას ტელეკომპანია „იმედის“, როგორც საქართველოს ხელისუფლებასთან აფილირებული ტელემედიის, ეთერში გამართული საჯარო დისკუსიის მაგალითზე. მსჯელობა ეხებოდა განათლების სისტემაში მიმდინარე ფუნდამენტურ ცვლილებებს. კვლევის მიზანია, გააანალიზოს ერთი მხრივ, დებატის, როგორც ანალიტიკური ჟურნალისტიკის ერთ-ერთი ჟანრის, მონაწილეთა მიერ დისკუსიის დღის წესრიგის შექმნა და მეორე მხრივ, ონლაინ აუდიტორიის მიერ ამ დისკურსული ჩარჩოების აღქმა. ყურადღება გამახვილდა იმ ხერხებზე, კერძოდ, მტკიცებულებებისა და ავტორიტეტის გამოყენებაზე, რომელსაც გადაცემის სტუმრები მიმართავდნენ, რათა მოეპოვებინათ დისკურსზე წვდომა.
სტატია ეფუძნება მედიამონიტორინგსა და უმაღლესი განათლების სისტემაში მიმდინარე ცვლილებების შესახებ განსხვავებული მოსაზრებების ტელეგაშუქების შემთხვევის სიღრმისეულ ანალიზს.
აღსანიშნავია, რომ მონიტორინგის საფუძველზე ოთხი სატელევიზიო ანალიტიკური აგდაცემის 127 ეპიზოდიდან, რომელიც „უმაღლესი განათლების ეროვნული კონცეფციის“ წარდგენის დღიდან (2025 წლის 16 ოქტომბერი) 2026 წლის ეროვნული გამოცდების დაწყებამდე (2026 წლის 2 ივლისი) გავიდა ეთერში, განათლების სისტემაში მიმდინარე ცვლილებებს მხოლოდ 4 ეპიზოდი დაეთმო, ხოლო საჯარო განხილვა განსხვავებული მოსაზრებების მქონე სხვადასხვა სტატუსის აქტორებს შორის სატელევიზიო ეთერში მხოლოდ ერთხელ, ტელეკომპანია „იმედის“ ანალიტიკური გადაცემის „ღია ეთერი-დებატები“ 2026 წლის 14 თებერვლის ეპიზოდში, შედგა. შესაბამისად, გაანალიზდა აღნიშნული გადაცემის ტრანსკრიპტი დისკურსის ხარისხის ინდექსის ადაპტირებული ვერსიის, დისკუსიის თემატური დღის წესრიგის, არგუმენტაციისა და დისკურსული ლეგიტიმაციის მიდგომების გამოყენებით. ადრესატების მიერ დისკურსული ჩარჩოების აღქმის თავისებურებათა გამოვლენის

მიზნით, ჩატარდა YouTube-ზე გამოქვეყნებული 122 ქართულენოვანი კომენტარის თვისებრივი კონტენტ-ანალიზი.

კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ გადაცემის სტუმრებს დისკურსზე წვდომა არ ჰქონდათ თანაბრად. შესაბამისად, ასიმეტრია გამოიკვეთა დისკუსიის თემატური დღის წესრიგის შექმნის კუთხითაც. კერძოდ, 19 ძირითადი თემიდან 13 პრემიერ მინისტრმა, ირაკლი კობახიძემ, წამოჭრა. საეთერო დროც სხვა სტუმრებთან შედარებით მეტი დაიკავა და საგულისხმოა, რომ 108 კოდირებული მტკიცებიდან 63 მას ეკუთვნის. თუმცა, რაც შეეხება მტკიცებულებით მსჯელობას, მისი დისკურსი გადაცემის სხვა მონაწილეებთან შედარებით ნაკლებად ეყრდნობოდა ემპირიულ დასაბუთებას. მიუხედავად იმისა, რომ აკადემიური და განათლების პოლიტიკის სფეროს წარმომადგენლებმა ვერ მოიპოვეს კომუნიკაციური დომინირება, რადგან ნაკლებ მტკიცებას გამოთქვამდნენ, მათი მსჯელობა უფრო მეტად იყო გამყარებული თანმიმდევრული ემპირიული მონაცემებითა და პროფესიული ცოდნით.

აღსანიშნავია, რომ გადაცემაში წარმოდგენილი საერთო მტიკიცებების 30.6% დაუსაბუთებელი იყო, ხოლო 60.2% მინიმუმ 1 მსჯელობის ხარვეზს შეიცავდა. ჩვენ მიერ შესწავლილი დებატის დელიბერაციული ხარისხი ასევე შეიზღუდა იმ 31 ეპიზოდით, რომელშიც გამოიკვეთა ირონია, სარკაზმი და პიროვნული და/ან პროფესიული დისკრედიტაცია.

ონლაინ აუდიტორიის 122 კომენტარის თვისებრივმა კონტენტ-ანალიზმა დაადასტურა, რომ კომენტატორები შეტყობინების პასიური მიმღებნი არ ყოფილან. ანალიზის შედეგად გამოიკვეთა დისკურსული ჩარჩოების გამეორება, გაძლიერება, პოლარიზებული ინტერპრეტაციებით გარდაქმნა და რიგ შემთხვევებში, კონკრეტული პოლიტიკური ჩარჩოებით ჩანაცვლება.

ამგვარად, ერთი შემთხვევის, ტელეკომპანია „იმედის“ გადაცემის „ღია ეთერი-დებატები“ 2026 წლის 14 თებერვლის ეპიზოდის, სიღრმისეულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ფორმალური პლურალიზმი ტელეეთერში შინაარსობრივად თანასწორ დელიბერაციულ დისკურსად ვერ გარდაიქმნა. თუმცა, ხაზგასასმელია, რომ მიღებული შედეგები ვერ განზოგადდება, რადგან მხოლოდ ერთი მიზნობრივად შერჩეული ეპიზოდით გამოვლინდა. სამაგიეროდ, აღსანიშნავია, რომ სტატიაში წარმოდგენილი კვლევის შედეგები ფუნდამენტურ საფუძველს ქმნის შემდგომი ფართომასშტაბიანი კვლევისთვის, რათა დადგინდეს, ჩვენ მიერ გამოვლენილი ასიმესტია მხოლოდ ამ კონკრეტული გადაცემის თავისებურებაა თუ ქართული პოლარიზებული მედიასისტემის მახასიათებელი.

საკვანძო სიტყვები: დელიბერაცია,უმაღლესი განათლების სისტემის ცვლილება, სატელევიზიო დებატი, დღის წესრიგი, საქართველო

ავტორები:
თინათინ მაჭარაშვილი, ასოცირებული პროფესორი ჟურნალისტიკისა და მასობრივი კომუნიკაციის მიმართულება, თსუ-ს სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტი, +995 598426778, tinatini.matcharashvili@tsu.ge
თეონა მატარაძე, ასოცირებული პროფესორი, ინტერდისციპლინური დეპარტამენტი, სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტი, ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, (+995 5 99) 16 79 76, teona.mataradze@tsu.ge

ნათია სვანიძე, ასოცირებული პროფესორი, ჟურნალისტიკისა და მასობრივი კომუნიკაციის მიმართულება, თსუ-ს სოციალურ და პოლიტიკურ მეცნიერებათა ფაკულტეტი, +995 591 83 82 82, natia.svanidze@tsu.ge

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.23

MT1 მელატონინის რეცეპტორის ექსპრესია სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის ხარისხის კოლორექტულ პოლიპებში

ლაშა ჩინჩალაძე[1]; თამარ სალაძე[2]; გიორგი ბურკაძე[3]; შოთა კეპულაძე[4]

[1]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი; [2]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; [3]თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი; პროფესორი; [4]თსსუ მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი პათოლოგანატომი

აბსტრაქტი

მელატონინის რეცეპტორებით განპირობებული სიგნალის გადაცემა მონაწილეობს უჯრედული პროლიფერაციის, აპოპტოზისა და სხვა პროცესების რეგულაციაში, რომლებიც შესაძლოა დაკავშირებული იყოს კოლორექტულ კარცინოგენეზთან. მიუხედავად ამისა, MT1 რეცეპტორის ექსპრესია კოლორექტული პრეკურსორული დაზიანებების სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ კატეგორიასა და დისპლაზიის ხარისხში არასაკმარისად არის შესწავლილი.

აღნიშნული კვლევის მიზანი იყო MT1 მელატონინის რეცეპტორის იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის შეფასება სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპის კოლორექტულ პოლიპებში და მისი კავშირის განსაზღვრა დისპლაზიის არსებობასა და ხარისხთან.

კვლევა მოიცავდა 29 კოლორექტული პოლიპის შემთხვევას. ჰისტოლოგიური შეფასების საფუძველზე დაზიანებები დაჯგუფდა არანეოპლაზიურ პოლიპებად, დაკბილულ დაზიანებებად და ტუბულურ ადენომებად. დისპლაზია კლასიფიცირდა როგორც არარსებული, დაბალი ხარისხის ან მაღალი ხარისხის. MT1-ის იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესია შეფასდა ნახევრად რაოდენობრივი H-score სისტემით (0–300), რომელიც ითვალისწინებდა როგორც დადებითი უჯრედების პროცენტულ რაოდენობას, ასევე შეღებვის ინტენსივობას. ჯგუფთაშორისი შედარებისთვის გამოყენებულ იქნა Mann–Whitney U და Kruskal–Wallis-ის ტესტები, ხოლო დისპლაზიის ხარისხსა და MT1-ის ექსპრესიას შორის კავშირი შეფასდა Spearman-ის რანგული კორელაციით.

MT1 H-score-ის მედიანა მთლიან კოჰორტაში შეადგენდა 140-ს (IQR, 60–150). MT1-ის ექსპრესია მნიშვნელოვნად დაბალი იყო დისპლაზიურ დაზიანებებში დისპლაზიის

არმქონე დაზიანებებთან შედარებით: მედიანური H-score შესაბამისად 40 (IQR, 40–45) და 140 (IQR, 120–160) იყო (p = 0.00020). დისპლაზიის ხარისხის მიხედვით განსხვავებაც სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი იყო (p = 0.000885). MT1 H-score-სა და დისპლაზიის მზარდ ხარისხს შორის გამოვლინდა ძლიერი უარყოფითი კორელაცია (Spearman ρ = –0.706; p = 0.000019). ფართო ჰისტოლოგიურ კატეგორიებს შორის MT1-ის ექსპრესიის განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი არ იყო (p = 0.383). ასევე არ გამოვლენილა მნიშვნელოვანი კავშირი MT1 H-score-სა და პაციენტის ასაკს, სქესს ან პოლიპის ზომას შორის.

MT1-ის შემცირებული ექსპრესია ასოცირებული იყო კოლორექტულ პოლიპებში დისპლაზიის არსებობასა და მის ხარისხთან. მიღებული მონაცემები მიუთითებს, რომ MT1-ის ექსპრესიის ცვლილება შესაძლოა უფრო მეტად უკავშირდებოდეს დისპლაზიურ ფენოტიპს, ვიდრე მხოლოდ პოლიპის ჰისტოლოგიურ ტიპს. მცირე კოჰორტის გათვალისწინებით, MT1-ის შესაძლო მნიშვნელობა კოლორექტული ნეოპლაზიის ადრეულ ეტაპებზე საჭიროებს შეფასებას უფრო ფართო და დეტალურად კლასიფიცირებულ შემთხვევათა ჯგუფებში.

საკვანძო სიტყვები: მელატონინი; MT1; მელატონინის რეცეპტორი; კოლორექტული პოლიპები; დისპლაზია; კოლორექტული ნეოპლაზია;

შესავალი

კოლორექტული კიბო მსოფლიოში ავთვისებიანი სიმსივნეებით გამოწვეული ავადობისა და სიკვდილიანობის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მიზეზს წარმოადგენს.[1] შემთხვევათა მნიშვნელოვანი ნაწილი ვითარდება წინამორბედი ეპითელური დაზიანებების ეტაპობრივი პროგრესიის შედეგად. კოლორექტული პოლიპების დროული გამოვლენა და მოცილება ამცირებს ინვაზიური კარცინომის განვითარების რისკს, თუმცა სხვადასხვა ტიპის პოლიპს განსხვავებული ნეოპლაზიური პოტენციალი ახასიათებს. ამ განსხვავებების საფუძველს წარმოადგენს როგორც მორფოლოგიური თავისებურებები, ასევე უჯრედული პროლიფერაციის, დიფერენციაციისა და უჯრედშიდა სასიგნალო გზების ცვლილებები.[2]

კოლორექტული პრეკურსორული დაზიანებები მოიცავს კონვენციურ-ტუბულურ ადენომებსა და სერაციულ/დაკბილულ დაზიანებებს. კონვენციური ადენომები ტრადიციულად განიხილება ადენომა–კარცინომის თანმიმდევრობის ნაწილად და მათი პროგრესიის რისკი დაკავშირებულია ზომასთან, არქიტექტურულ თავისებურებებთან და დისპლაზიის ხარისხთან.[2], [3] სერაციული დაზიანებები წარმოადგენს მორფოლოგიურად და მოლეკულურად განსხვავებულ ჯგუფს და კოლორექტული კარცინოგენეზის ალტერნატიულ გზაში მონაწილეობს. მიუხედავად განსხვავებული მოლეკულური საფუძვლისა, ორივე გზის პროგრესიისას ვითარდება ეპითელური დისპლაზია, რომელიც ასახავს ნეოპლაზიურ მორფოლოგიურ და ბიოლოგიურ ცვლილებებს.

კოლორექტული ნეოპლაზიის განვითარებაში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება უჯრედული პროლიფერაციისა და დიფერენციაციის მარეგულირებელი სასიგნალო სისტემების დარღვევას. კონვენციური ადენომა–კარცინომის გზის ერთ-ერთი ცენტრალური მოვლენა Wnt/β-კატენინის სასიგნალო სისტემის დისრეგულაციაა, თუმცა ნეოპლაზიური პროგრესია მხოლოდ ერთი მოლეკულური გზით არ განისაზღვრება. [4]ეპითელური ჰომეოსტაზის ცვლილებაში მონაწილეობს მრავალი დამატებითი რეგულატორული მექანიზმი, მათ შორის ჰორმონული და რეცეპტორ-დამოკიდებული სიგნალის გადაცემა. ამ კონტექსტში ინტერესს წარმოადგენს მელატონინისა და მისი რეცეპტორების შესაძლო მონაწილეობა კოლორექტული ნეოპლაზიის ბიოლოგიაში.

მელატონინი ძირითადად ეპიფიზში სინთეზირებული ინდოლამინია, რომელიც მონაწილეობს ცირკადული რიტმის რეგულაციაში, თუმცა მისი ბიოლოგიური მოქმედება ამ ფუნქციით არ შემოიფარგლება.[5] მელატონინი ასევე წარმოიქმნება ექსტრაპინეალურ ქსოვილებში, მათ შორის კუჭ-ნაწლავის ტრაქტში, სადაც მისი კონცენტრაცია შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ცირკულაციაში არსებული დონისგან. ექსპერიმენტული მონაცემებით, მელატონინი მონაწილეობს ოქსიდაციური სტრესის, ანთებითი პასუხის, უჯრედული პროლიფერაციისა და აპოპტოზის რეგულაციაში.[6], [7] ამ პროცესების გათვალისწინებით, მელატონინის სასიგნალო სისტემა შესწავლილია სხვადასხვა ნეოპლაზიური დაავადების კონტექსტშიც.

მელატონინის რეცეპტორებიდან ყველაზე უკეთ შესწავლილია MT1 და MT2, რომლებიც კოდირებულია შესაბამისად **MTNR1A** და **MTNR1B** გენებით და მიეკუთვნება G-პროტეინთან დაწყვილებული რეცეპტორების ოჯახს. რეცეპტორების აქტივაციას შეუძლია შეცვალოს რამდენიმე უჯრედშიდა სასიგნალო მექანიზმი, მათ შორის cAMP/PKA და MAPK/ERK გზები. სიმსივნურ მოდელებში მელატონინთან დაკავშირებული ეფექტები მოიცავს უჯრედული ციკლის რეგულაციას, პროლიფერაციის შემცირებასა და აპოპტოზური პროცესების მოდულაციას. თუმცა ამ მექანიზმების მნიშვნელობა დამოკიდებულია ქსოვილის ტიპზე, რეცეპტორის ექსპრესიაზე და სიმსივნის მოლეკულურ კონტექსტზე.

MT1-ის შესაძლო როლი განსაკუთრებით საინტერესოა კოლორექტული კარცინოგენეზის თვალსაზრისით. კოლორექტულ სიმსივნურ ქსოვილში აღწერილია მელატონინის რეცეპტორული სისტემის ცვლილებები, ხოლო ექსპერიმენტულ კვლევებში მელატონინის სიგნალის გადაცემა დაკავშირებულია პროლიფერაციული და გადარჩენის გზების მოდულაციასთან.[8], [9] ამასთან, მონაცემები MT1-ის ექსპრესიის შესახებ უშუალოდ კოლორექტულ პრეკურსორულ დაზიანებებში გაცილებით შეზღუდულია. განსაკუთრებით ნაკლებად არის შესწავლილი, იცვლება თუ არა MT1-ის რაოდენობრივი ექსპრესია პოლიპის ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის ხარისხის შესაბამისად.

ამ საკითხის შესწავლას მნიშვნელობა აქვს კოლორექტული კარცინოგენეზის ადრეული ეტაპების უკეთ დასახასიათებლად. თუ MT1-ის ექსპრესიის ცვლილება უკვე დისპლაზიურ პოლიპებში ვითარდება და დაკავშირებულია დისპლაზიის ხარისხთან, იგი შესაძლოა ასახავდეს მელატონინის რეცეპტორ-დამოკიდებული რეგულაციის

ცვლილებას ინვაზიური კარცინომის ჩამოყალიბებამდე. ამასთან, მხოლოდ სხვადასხვა ჰისტოლოგიურ კატეგორიას შორის განსხვავების გამოვლენა არ არის საკმარისი იმის დასადგენად, უკავშირდება თუ არა MT1 კონკრეტულ ნეოპლაზიურ გზას, დისპლაზიურ ტრანსფორმაციას ან ორივე პროცესს. ამისათვის საჭიროა რეცეპტორის რაოდენობრივი შეფასება და მისი შედარება როგორც ჰისტოლოგიური ტიპის, ასევე დისპლაზიის ხარისხის მიხედვით.

წინამდებარე კვლევის მიზანს შეადგენს **MT1 მელატონინის რეცეპტორის იმუნოჰისტოქიმიური ექსპრესიის რაოდენობრივი შეფასება სხვადასხვა ჰისტოლოგიური კატეგორიის კოლორექტულ პოლიპებში და მისი კავშირის განსაზღვრა დისპლაზიის არსებობასა და ხარისხთან**. დამატებით შეფასდა MT1-ის ექსპრესიის კავშირი კლინიკურ-პათოლოგიურ მახასიათებლებთან, მათ შორის პაციენტის ასაკთან, სქესთან და პოლიპის ზომასთან.

მასალა და მეთოდები

კვლევა წარმოადგენს რეტროსპექტული, დაკვირვებითი, კოჰორტული, ქსოვილზე დაფუძნებული კვლევის ტიპს, რომლის მიზანს წარმოადგენდა სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის ხარისხის მქონე კოლორექტულ პოლიპებში მელატონინის რეცეპტორ MT1-ის ექსპრესიის შეფასება. მიმდინარე ანალიზში ჩართული იყო 29 კოლორექტული პოლიპის შემთხვევა, რომელთათვისაც ხელმისაწვდომი იყო შესაბამისი კლინიკურ-პათოლოგიური მონაცემები, ჰემატოქსილინ-ეოზინით (H&E) შეღებილი პრეპარატები და იმუნოჰისტოქიმიური შეფასებისთვის საკმარისი ფორმალინში ფიქსირებული, პარაფინში ჩაყალიბებული (FFPE) ქსოვილი.

კვლევაში ჩართვის კრიტერიუმებს წარმოადგენდა კოლორექტული პოლიპის ჰისტოლოგიურად დადასტურებული დიაგნოზი, საკმარისი რაოდენობის შენარჩუნებული ქსოვილის არსებობა და MT1-ის იმუნოჰისტოქიმიური შეფასების შესაძლებლობა. არასაკმარისი ან მნიშვნელოვნად დაზიანებული ქსოვილის, არასრულფასოვანი იმუნოჰისტოქიმიური რეაქციის ან ინტერპრეტაციისთვის არასაკმარისი ლიზიური კომპონენტის მქონე შემთხვევები კვლევიდან გამოირიცხა.

კლინიკურ-პათოლოგიური მონაცემები შეგროვდა კვლევისთვის შექმნილ სტანდარტიზებულ მონაცემთა ბაზაში. მიმდინარე ანალიზისთვის გამოყენებული ცვლადები მოიცავდა პაციენტის ასაკს, სქესს, ნიმუშის ტიპს, პოლიპის ანატომიურ ლოკალიზაციას, ზომას, ჰისტოლოგიურ კატეგორიას, დისპლაზიის არსებობასა და ხარისხს.

FFPE ქსოვილებიდან მომზადებული H&E-ით შეღებილი პრეპარატები შეფასდა პოლიპის ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის არსებობის დასადგენად. მიმდინარე მონაცემთა ბაზაში დაზიანებები დაჯგუფებული იყო სამ ძირითად კატეგორიად: არანეოპლაზიური პოლიპები, სერაციული დაზიანებები და კონვენციური ადენომები.

დისპლაზიური ცვლილებები კლასიფიცირდა როგორც დისპლაზიის გარეშე, დაბალი ხარისხის დისპლაზია და მაღალი ხარისხის დისპლაზია. შეფასებისას

გათვალისწინებული იყო ეპითელური არქიტექტურის დარღვევა, ბირთვული ატიპია, ბირთვების სტრატიფიკაცია და პოლარობის დაკარგვა, მიტოზური აქტივობა და ციტოლოგიური მომწიფების ხარისხი.

MT1-ის იმუნოჰისტოქიმიური კვლევა ჩატარდა FFPE ქსოვილის წარმომადგენლობით ბლოკებზე, რომლებიც შეიცავდა შეფასებისთვის საკმარისი რაოდენობის ეპითელიუმს. თითოეული შემთხვევისთვის შეირჩა შესაბამისი H&E პრეპარატით დადასტურებული წარმომადგენლობითი უბანი.
MT1-ის იმუნოჰისტოქიმიური რეაქციის შეფასება განხორციელდა მხოლოდ ეპითელურ უჯრედებში. სტრომული, ანთებითი და სისხლძარღვოვანი კომპონენტები რაოდენობრივ შეფასებაში არ იქნა გათვალისწინებული. შეღებვის ინტენსივობა კლასიფიცირდა ოთხ კატეგორიად: 0 — სპეციფიკური შეღებვის არარსებობა; 1+ — სუსტი, მაგრამ მკაფიოდ იდენტიფიცირებადი შეღებვა; 2+ — საშუალო ინტენსივობის შეღებვა; და 3+ — ძლიერი შეღებვა. თითოეული ინტენსივობის კატეგორიისთვის განისაზღვრა შესაბამისი ეპითელური უჯრედების პროცენტული წილი.
MT1-ის ექსპრესიის ძირითადი რაოდენობრივი მაჩვენებელი იყო H-score, რომელიც გამოითვალა შემდეგი ფორმულით:
H-score = (1 × 1+ უჯრედების %) + (2 × 2+ უჯრედების %) + (3 × 3+ უჯრედების %).

შესაბამისად, H-score-ის შესაძლო მნიშვნელობა მერყეობდა 0-დან 300-მდე. ნულოვანი ინტენსივობის მქონე უჯრედები H-score-ში უშუალოდ არ მონაწილეობდნენ. MT1 H-score სტატისტიკურ ანალიზში გამოყენებულ იქნა როგორც უწყვეტი რაოდენობრივი ცვლადი. წინასწარ განსაზღვრული „დაბალი“ და „მაღალი“ ექსპრესიის ხელოვნური ზღვარი არ იქნა გამოყენებული, რადგან კოლორექტული პოლიპებისთვის MT1-ის კლინიკურად ვალიდირებული უნივერსალური cut-off მნიშვნელობა დადგენილი არ არის.

სტატისტიკური ანალიზი ჩატარდა MT1 H-score-ისა და კლინიკურ-ჰისტოპათოლოგიური მახასიათებლების ურთიერთკავშირის შესაფასებლად. კატეგორიული ცვლადები წარმოდგენილი იყო აბსოლუტური სიხშირეებითა და პროცენტული მაჩვენებლებით. უწყვეტი ცვლადებისთვის გამოითვალა საშუალო მნიშვნელობა და სტანდარტული გადახრა (SD), ასევე მედიანა და ინტერკვარტილური დიაპაზონი (IQR).
MT1 H-score-ის განაწილებისა და საკვლევი ქვეჯგუფების მცირე მოცულობის გათვალისწინებით, ჯგუფთაშორისი ძირითადი შედარებები განხორციელდა არაპარამეტრული მეთოდებით. ორ დამოუკიდებელ ჯგუფს შორის MT1 H-score-ის შედარებისთვის გამოყენებულ იქნა Mann–Whitney U ტესტი. სამი ან მეტი დამოუკიდებელი ჯგუფის შედარებისთვის გამოყენებულ იქნა Kruskal–Wallis-ის ტესტი.

მნიშვნელოვანი საერთო განსხვავების გამოვლენის შემთხვევაში ჩატარდა წყვილობრივი post hoc შედარებები მრავლობითი ტესტირების Holm-ის კორექციით.
დისპლაზიის ხარისხსა და MT1 H-score-ს შორის მონოტონური კავშირის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა Spearman-ის რანგული კორელაციის კოეფიციენტი (ρ). იგივე მეთოდი გამოყენებულ იქნა MT1 H-score-ის ასაკთან და პოლიპის ზომასთან კავშირის შესაფასებლად.
ყველა სტატისტიკური ტესტი იყო ორმხრივი. სტატისტიკური სარწმუნო მნიშვნელობის ზღვრად განისაზღვრა $p < 0.05$.
კვლევა ეფუძნებოდა არქივულ FFPE ქსოვილოვან მასალასა და შესაბამის დეიდენტიფიცირებულ კლინიკურ-პათოლოგიურ მონაცემებს. მონაცემთა დამუშავებისას დაცული იყო პაციენტთა კონფიდენციალურობა.

კვლევის შედეგები

კვლევის მიმდინარე კოჰორტა მოიცავდა 29 კოლორექტული პოლიპის ნიმუშს. პაციენტთა მედიანური ასაკი იყო 50 წელი (ინტერკვარტილური დიაპაზონი [IQR], 45–55 წელი; დიაპაზონი, 35–65 წელი). მათგან 18 (62.1%) იყო მამაკაცი და 11 (37.9%) - ქალი. ნიმუშების უმრავლესობა მიღებული იყო პოლიპექტომიის შედეგად (23/29; 79.3%), ხოლო ენდოსკოპიური მუკოზური რეზექციითა და ბიოფსიით მიღებული იყო შესაბამისად 3-3 შემთხვევა (10.3%). პოლიპის ზომის მედიანა შეადგენდა 12 მმ-ს (IQR, 10–22 მმ; დიაპაზონი, 5–30 მმ). 20 დაზიანება (69.0%) ლოკალიზებული იყო აღმავალ კოლონში, ხოლო განივ, დაღმავალ და სიგმოიდურ კოლონში წარმოდგენილი იყო თითოეულში 3-3 შემთხვევა.
არსებული ჰისტოლოგიური კლასიფიკაციის მიხედვით, 13 დაზიანება (44.8%) მიეკუთვნებოდა არანეოპლაზიურ პოლიპებს, 9 (31.0%) - სერაციულ დაზიანებებს, ხოლო 7 (24.1%) - კონვენციურ ადენომებს. დისპლაზია არ აღინიშნებოდა 22 შემთხვევაში (75.9%), ხოლო 7 შემთხვევაში (24.1%) წარმოდგენილი იყო დისპლაზიური ცვლილებები. დისპლაზიური დაზიანებებიდან 3 შემთხვევა კლასიფიცირებული იყო დაბალი ხარისხის, ხოლო 4 - მაღალი ხარისხის დისპლაზიად. 13 არანეოპლაზიური პოლიპიდან არც ერთში არ გამოვლენილა დისპლაზია. დისპლაზია აღინიშნებოდა 9 სერაციული დაზიანებიდან 3-ში (33.3%) და 7 კონვენციური ადენომიდან 4-ში (57.1%).
MT1-ის ექსპრესიის შეფასება შესაძლებელი იყო ყველა 29 შემთხვევაში. ექსპრესია შეფასდა ნახევრად რაოდენობრივი H-score სისტემით, რომლის შესაძლო დიაპაზონი შეადგენდა 0–300-ს. მთლიან კოჰორტაში MT1 H-score-ის მედიანა იყო 140 (IQR, 60–150), ხოლო ინდივიდუალური მნიშვნელობები მერყეობდა 20-დან 240-მდე. საშუალო H-score შეადგენდა 117.2 ± 58.1-ს.
MT1-ის ექსპრესია რიცხობრივად განსხვავდებოდა ძირითად ჰისტოლოგიურ კატეგორიებს შორის, თუმცა საერთო განსხვავებამ სტატისტიკურ მნიშვნელობას ვერ მიაღწია. არანეოპლაზიურ პოლიპებში MT1 H-score-ის მედიანა შეადგენდა 140-ს (IQR,

100–150), სერაციულ დაზიანებებში - 140-ს (IQR, 60–180), ხოლო კონვენციურ ადენომებში - 50-ს (IQR, 40–135). შესაბამისი საშუალო მნიშვნელობები იყო 126.2 ± 36.9, 126.7 ± 73.0 და 88.6 ± 68.4. სამ ჰისტოლოგიურ ჯგუფს შორის საერთო განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი არ იყო (Kruskal–Wallis H = 1.92; p = 0.383). შესაბამისად, მიუხედავად იმისა, რომ კონვენციურ ადენომებში აღწერილობითი ანალიზისას MT1-ის შედარებით დაბალი ექსპრესია აღინიშნებოდა, ჯგუფებს შიგნით არსებული ვარიაბელობა არ იძლეოდა მხოლოდ ფართო ჰისტოლოგიური კატეგორიის მიხედვით დამოუკიდებელი განსხვავების დადასტურების შესაძლებლობას.

უფრო მკვეთრი განსხვავება გამოვლინდა დაზიანებების დისპლაზიური სტატუსის მიხედვით დაყოფისას. დისპლაზიის გარეშე დაზიანებებში MT1 H-score-ის მედიანა იყო 140 (IQR, 120–160), ხოლო დისპლაზიურ დაზიანებებში - 40 (IQR, 40–45). საშუალო H-score შესაბამის ჯგუფებში შეადგენდა 141.4 ± 44.0-ს და 41.4 ± 12.1-ს. ჯგუფებს შორის განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი იყო (Mann–Whitney U = 150.0; p = 0.00020). დისპლაზიის გარეშე და დისპლაზიურ დაზიანებებს შორის Hodges–Lehmann-ის შეფასებით H-score-ის სხვაობა დაახლოებით 100 ერთეულს შეადგენდა, bootstrap 95%-იანი სარწმუნოობის ინტერვალით დაახლოებით 80–120. რანგზე დაფუძნებული ეფექტის ზომა დიდი იყო (Cliff's δ = 0.95; bootstrap 95% CI, 0.82–1.00), რაც მიუთითებდა MT1-ის ექსპრესიის განაწილებების მხოლოდ მცირე გადაფარვაზე დისპლაზიურ და არადისპლაზიურ დაზიანებებს შორის.

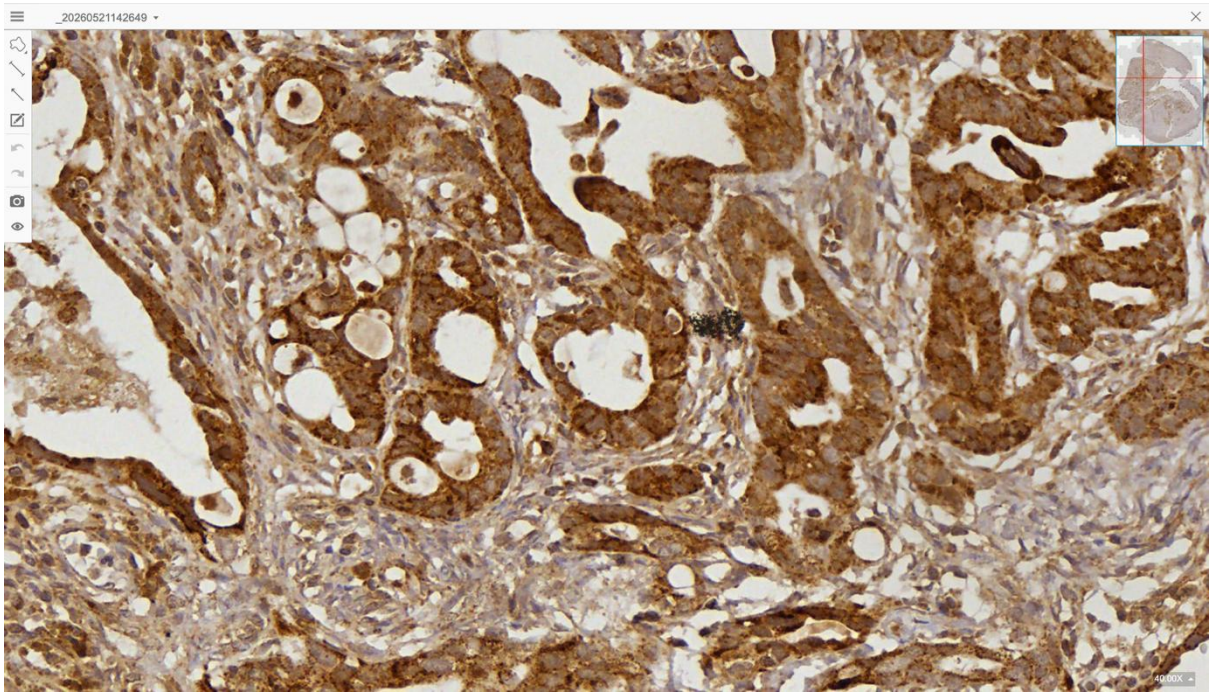
დისპლაზიის სამდონიანი, მოწესრიგებული კატეგორიული ცვლადის სახით შეფასებისას გამოვლინდა MT1-ის ექსპრესიის მკვეთრი შემცირება დისპლაზიის არმქონე დაზიანებებიდან დაბალი და მაღალი ხარისხის დისპლაზიის მიმართულებით. დისპლაზიის გარეშე დაზიანებებში H-score-ის მედიანა იყო 140 (IQR, 120–160), დაბალი ხარისხის დისპლაზიის დროს - 40 (IQR, 40–50), ხოლო მაღალი ხარისხის დისპლაზიის დროს - 40 (IQR, 35–42.5). საშუალო H-score შესაბამის ჯგუფებში შეადგენდა 141.4 ± 44.0-ს, 46.7 ± 11.5-ს და 37.5 ± 12.6-ს. ჯგუფებს შორის საერთო განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი იყო (Kruskal–Wallis H = 14.06; p = 0.000885).

დისპლაზიის ხარისხის ზრდასა და MT1 H-score-ს შორის გამოვლინდა ძლიერი უარყოფითი მონოტონური კავშირი (Spearman ρ = –0.706; p = 0.000019). შესაბამისად, დისპლაზიური ცვლილებების სიმძიმის ზრდა ასოცირებული იყო MT1-ის ექსპრესიის შემცირებასთან.

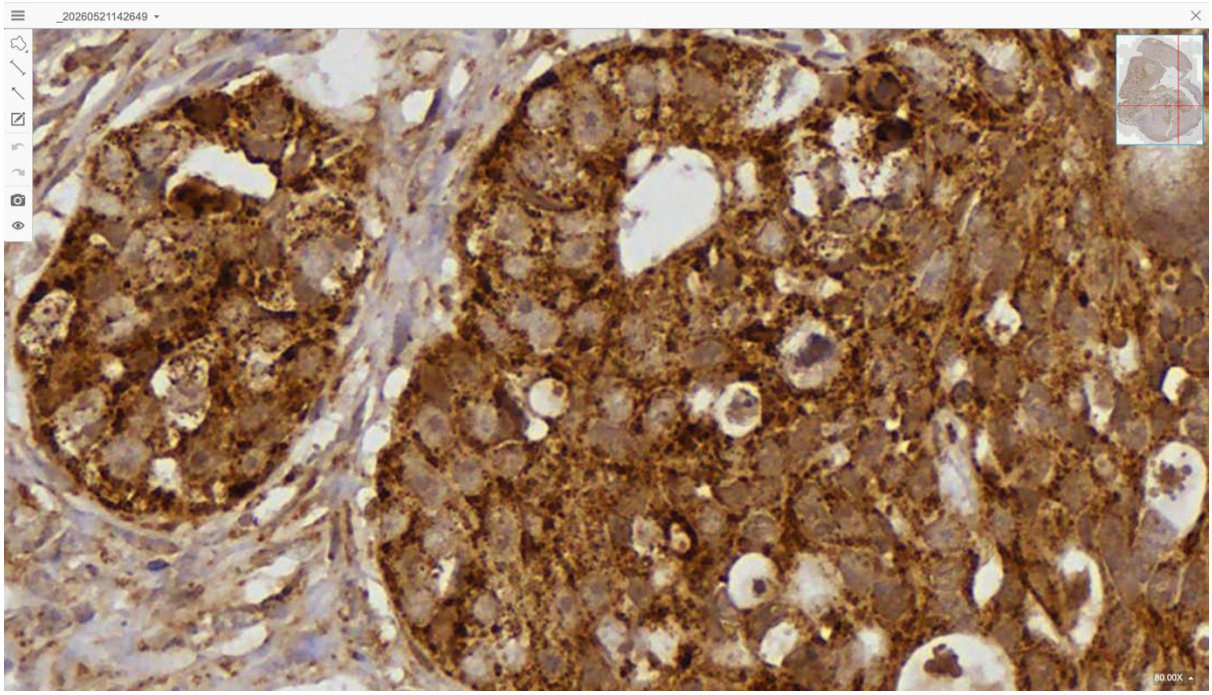
იმის შესაფასებლად, შეიძლებოდა თუ არა აღნიშნული კავშირი განპირობებული ყოფილიყო ფართო ჰისტოლოგიური კატეგორიებით და არა უშუალოდ დისპლაზიით, MT1-ის ექსპრესია დამატებით შეფასდა დისპლაზიის არმქონე დაზიანებებში. ამ ჯგუფში MT1 H-score-ის მედიანა არანეოპლაზიურ პოლიპებში შეადგენდა 140-ს (IQR, 100–150), სერაციულ დაზიანებებში - 165-ს (IQR, 142.5–195), ხოლო იმ სამ შემთხვევაში, რომლებიც ამჟამად კლასიფიცირებულია როგორც კონვენციური ადენომა დისპლაზიის გარეშე - 150-ს (IQR, 135–175). აღნიშნულ ჯგუფებს შორის განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი არ იყო (Kruskal–Wallis p = 0.210).

ცხრილი 1. MT1-ის ექსპრესია ჰისტოლოგიური კატეგორიისა და დისპლაზიის მიხედვით,

ცვლადი	*n*	*MT1 H-score, მედიანა (IQR)*	*საშუალო ± SD*	*p-მნიშვნელობა*
ჰისტოლოგიური კატეგორია				**0.383**
არანეოპლაზიური პოლიპი	13	140 (100–150)	126.2 ± 36.9	
სერაციული დაზიანება	9	140 (60–180)	126.7 ± 73.0	
კონვენციური ადენომა	7	50 (40–135)	88.6 ± 68.4	
დისპლაზიის სტატუსი				**0.00020**
დისპლაზიის გარეშე	22	140 (120–160)	141.4 ± 44.0	
დისპლაზია	7	40 (40–45)	41.4 ± 12.1	
დისპლაზიის ხარისხი				**0.000885**
დისპლაზიის გარეშე	22	140 (120–160)	141.4 ± 44.0	
დაბალი ხარისხის	3	40 (40–50)	46.7 ± 11.5	
მაღალი ხარისხის	4	40 (35–42.5)	37.5 ± 12.6	



სურათი 3. MT1 მელატონინის რეცეპტორის მემბრანული ექსპრესია მაღალი ხარისხის დისპლაზიის კოლორექტულ პოლიპებში IHC, 400X;



სურათი 4. MT1 მელატონინის რეცეპტორის მემბრანული ექსპრესია მაღალი ხარისხის დისპლაზიის კოლორექტულ პოლიპებში IHC, 800X;

კვლევის შედეგების განხილვა

წინამდებარე კვლევაში MT1-ის ექსპრესია შეფასდა სხვადასხვა ჰისტოლოგიური ტიპისა და დისპლაზიის ხარისხის მქონე კოლორექტულ პოლიპებში. ძირითადი შედეგი იყო MT1-ის ექსპრესიის მკვეთრი შემცირება დისპლაზიურ დაზიანებებში. დისპლაზიის გარეშე პოლიპებში MT1 H-score-ის მედიანა შეადგენდა 140-ს, ხოლო დისპლაზიურ დაზიანებებში - 40-ს. განსხვავება სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი იყო და ხასიათდებოდა დიდი ზომით (Cliff's δ = 0.95). ამასთან, დისპლაზიის ხარისხსა და MT1 H-score-ს შორის გამოვლინდა ძლიერი უარყოფითი კორელაცია (Spearman ρ = –0.706). მიღებული შედეგები მიუთითებს MT1-ის ექსპრესიის ცვლილების კავშირზე კოლორექტული ეპითელიუმის დისპლაზიურ ტრანსფორმაციასთან, თუმცა კვლევის დიზაინი არ იძლევა მიზეზობრივი ურთიერთობის დადგენის შესაძლებლობას.

მელატონინის მოქმედება სიმსივნის ბიოლოგიაში მრავალმხრივია და მოიცავს როგორც რეცეპტორ-დამოკიდებულ, ასევე რეცეპტორ-დამოუკიდებელ მექანიზმებს. MT1, რომელიც კოდირებულია MTNR1A გენით, წარმოადგენს G-პროტეინთან დაწყვილებულ მემბრანულ რეცეპტორს. მისი აქტივაცია დაკავშირებულია cAMP/PKA, MAPK/ERK და სხვა უჯრედშიდა სასიგნალო მექანიზმების მოდულაციასთან, რომლებიც მონაწილეობენ უჯრედული ციკლის, პროლიფერაციისა და აპოპტოზის რეგულაციაში. ექსპერიმენტულ მოდელებში მელატონინს აღწერილი აქვს ანტიპროლიფერაციული და პროაპოპტოზური მოქმედება, თუმცა ამ ეფექტების მნიშვნელობა ადამიანის კოლორექტულ პრეკურსორულ დაზიანებებში ნაკლებად არის შესწავლილი.

კოლორექტული კანცეროგენეზი მრავალსაფეხურიანი პროცესია, რომლის დროსაც მორფოლოგიურ პროგრესიას თან ახლავს უჯრედული პროლიფერაციისა და დიფერენციაციის მარეგულირებელი სასიგნალო გზების თანდათანობითი ცვლილებები. ამ კონტექსტში, დისპლაზიურ დაზიანებებში MT1-ის დაბალი ექსპრესია შეიძლება ასახავდეს მელატონინის რეცეპტორ-დამოკიდებული რეგულაციის ცვლილებას ნეოპლაზიური პროგრესიის ადრეულ ეტაპზე.[8], [10], [11] განსაკუთრებით საყურადღებოა ის გარემოება, რომ მიმდინარე კოჰორტაში MT1-ის შემცირება უკვე დაბალი ხარისხის დისპლაზიის მქონე დაზიანებებში იყო გამოხატული. დაბალი ხარისხის დისპლაზიის დროს H-score-ის მედიანა 40 იყო, მაშინ როდესაც დისპლაზიის არმქონე დაზიანებებში შესაბამისი მაჩვენებელი 140-ს შეადგენდა.

მაღალი ხარისხის დისპლაზიის შემთხვევებში MT1-ის ექსპრესია ასევე დაბალი იყო, თუმცა დაბალი და მაღალი ხარისხის დისპლაზიებს შორის დამატებითი სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი შემცირება არ გამოვლენილა. ეს შედეგი არ უნდა იქნეს ინტერპრეტირებული როგორც MT1-ის თანაბარი ბიოლოგიური მდგომარეობა დისპლაზიის ორივე ხარისხში. დაბალი ხარისხის დისპლაზიის ჯგუფი მხოლოდ სამ, ხოლო მაღალი ხარისხის დისპლაზიის ჯგუფი ოთხ შემთხვევას მოიცავდა, რის გამოც ამ ორ ჯგუფს შორის შედარების სტატისტიკური სიმძლავრე შეზღუდულია. მეორე შესაძლო ახსნაა, რომ MT1-ის ექსპრესიის ძირითადი შემცირება დისპლაზიური ტრანსფორმაციის ადრეულ ეტაპზე ხდება და შემდგომი მორფოლოგიური პროგრესიისას შედარებით სტაბილურად დაბალ დონეზე რჩება. ამ ჰიპოთეზის შეფასება უფრო დიდი კოჰორტით არის საჭირო.

კვლევის ეს შედეგები საინტერესოა კოლორექტული ნეოპლაზიის განსხვავებული მოლეკულური გზების გათვალისწინებით. კონვენციური ადენომა–კარცინომის თანმიმდევრობა მჭიდროდ არის დაკავშირებული APC/Wnt/β-კატენინის გზის დისრეგულაციასთან, მაშინ როდესაც სერაციული ნეოპლაზიური გზა ხშირად განსხვავებული მოლეკულური მოვლენებით ვითარდება.[4], [12] მიუხედავად ამ განსხვავებებისა, ორივე გზის საბოლოო დისპლაზიურ ფენოტიპს თან ახლავს პროლიფერაციული კონტროლის დარღვევა. მიმდინარე მონაცემებში MT1-ის დაბალი ექსპრესიის გამოვლენა სხვადასხვა ტიპის დისპლაზიურ დაზიანებაში აჩენს შესაძლებლობას, რომ მისი ცვლილება დაკავშირებული იყოს დისპლაზიისთვის საერთო ბიოლოგიურ პროცესებთან და არა მხოლოდ ერთი კონკრეტული კოლორექტული ნეოპლაზიური გზის აქტივაციასთან. აღნიშნული ინტერპრეტაცია ამ ეტაპზე ჰიპოთეზურია და საჭიროებს დამატებით მოლეკულურ და იმუნოჰისტოქიმიურ მონაცემებს.

MT1-სა და Wnt/β-კატენინის სიგნალის გადაცემას შორის შესაძლო ურთიერთქმედება განსაკუთრებით საინტერესო მიმართულებაა. Wnt/β-კატენინის გზის აქტივაცია კოლორექტული ნეოპლაზიის ერთ-ერთი ცენტრალური მოლეკულური მოვლენაა და β-კატენინის ბირთვული დაგროვება დაკავშირებულია პროლიფერაციასთან დაკავშირებული გენების ტრანსკრიფციულ აქტივაციასთან.[13], [14] ექსპერიმენტულ

სისტემებში აღწერილია მელატონინის გავლენა β-კატენინის სტაბილურობასა და უჯრედშიდა ლოკალიზაციაზე. შესაბამისად, კოლორექტულ პოლიპებში MT1-ის შემცირებული ექსპრესიის პარალელურად β-კატენინის ბირთვული ექსპრესიის რაოდენობრივი შეფასება საშუალებას მოგვცემს განვსაზღვროთ, არსებობს თუ არა ამ ორ მოვლენას შორის ქსოვილოვანი დონის კავშირი.

MT1 H-score-ის თანმიმდევრული უარყოფითი კავშირი დისპლაზიის ხარისხთან ქმნის საფუძველს მისი შემდგომი შესწავლისთვის კოლორექტული ნეოპლაზიის ადრეულ ეტაპებზე. უფრო ფართო კოჰორტაში MT1-ისა და MT2-ის პარალელური შეფასება, დეტალური ჰისტოლოგიური კლასიფიკაცია და მათი დაკავშირება Ki-67-თან, β-კატენინის უჯრედშიდა ლოკალიზაციასთან და ღეროვან უჯრედებთან ასოცირებულ მარკერებთან შესაძლებელს გახდის განისაზღვროს, არის თუ არა მელატონინის რეცეპტორული ცვლილებები დამოუკიდებლად დაკავშირებული კოლორექტული დისპლაზიის განვითარებასა და პროგრესიასთან.

დასკვნა

კვლევის შედეგების საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ კოლორექტულ პოლიპებში MT1-ის ექსპრესიის შემცირება ასოცირებული იყო დისპლაზიის არსებობასა და მის ხარისხთან. დისპლაზიურ დაზიანებებში MT1 H-score მნიშვნელოვნად დაბალი იყო დისპლაზიის არმქონე პოლიპებთან შედარებით, ხოლო დისპლაზიის ხარისხის ზრდასა და MT1-ის ექსპრესიას შორის გამოვლინდა ძლიერი უარყოფითი კორელაცია. ამავე დროს, MT1-ის ექსპრესიის განსხვავება ფართო ჰისტოლოგიურ კატეგორიებს შორის სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი არ იყო, რაც მიუთითებს, რომ მიმდინარე კოჰორტაში რეცეპტორის ექსპრესიის ცვლილება უფრო მეტად უკავშირდებოდა დისპლაზიურ ფენოტიპს, ვიდრე მხოლოდ პოლიპის ჰისტოლოგიურ ტიპს. ასაკთან, სქესთან და პოლიპის ზომასთან მნიშვნელოვანი კავშირი არ გამოვლენილა.

მიღებული მონაცემები საფუძველს იძლევა MT1 განვიხილოთ როგორც კოლორექტული ეპითელიუმის დისპლაზიურ ტრანსფორმაციასთან ასოცირებული პოტენციური ქსოვილოვანი მარკერი.

გამოყენებული ლიტერატურა

[1] R. L. Siegel *et al.*, “Colorectal cancer statistics, 2020,” *CA Cancer J. Clin.*, vol. 70, no. 3, pp. 145–164, May 2020, doi: 10.3322/CAAC.21601.

[2] N. Arber *et al.*, “Celecoxib for the prevention of colorectal adenomatous polyps,” *New Engl. J. Med.*, vol. 355, no. 9, pp. 885–895, Aug. 2006, doi: 10.1056/nejmoa061652.

[3] F. M. Giardiello *et al.*, “Primary chemoprevention of familial adenomatous polyposis with sulindac,” *New Engl. J. Med.*, vol. 346, no. 14, pp. 1054–1059, Apr. 2002, doi: 10.1056/nejmoa012015.

[4] H. Ishiguro *et al.*, “NOTCH1 activates the Wnt/β-catenin signaling pathway in colon cancer,” *Oncotarget*, vol. 8, no. 36, pp. 60378–60389, 2017, doi: 10.18632/ONCOTARGET.19534.

[5] M. L. Dubocovich and M. Markowska, “Functional MT1 and MT2 melatonin receptors in mammals,” *Endocrine*, vol. 27, no. 2, pp. 101–110, 2005, doi: 10.1385/ENDO:27:2:101.

[6] P. T. Ram *et al.*, “Involvement of the mt1 melatonin receptor in human breast cancer,” *Cancer Lett.*, vol. 179, no. 2, pp. 141–150, May 2002, doi: 10.1016/S0304-3835(01)00873-4.

[7] J. Liu, S. J. Clough, A. J. Hutchinson, E. B. Adamah-Biassi, M. Popovska-Gorevski, and M. L. Dubocovich, “MT1 and MT2 Melatonin Receptors: A Therapeutic Perspective,” *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, vol. 56, p. 361, Jan. 2015, doi: 10.1146/ANNUREV-PHARMTOX-010814-124742.

[8] J. León *et al.*, “Gender-related invasion differences associated with mRNA expression levels of melatonin membrane receptors in colorectal cancer,” *Mol. Carcinog.*, vol. 51, no. 8, pp. 608–618, Aug. 2012, doi: 10.1002/mc.20832.

[9] K. Jablonska *et al.*, “Expression of the MT1 Melatonin Receptor in Ovarian Cancer Cells,” *Int. J. Mol. Sci.*, vol. 15, no. 12, p. 23074, Dec. 2014, doi: 10.3390/IJMS151223074.

[10] T. B. de Castro, A. L. Mota, N. A. Bordin-Junior, D. S. Neto, and D. A. P. C. Zuccari, “Immunohistochemical Expression of Melatonin Receptor MT1 and Glucose Transporter GLUT1 in Human Breast Cancer,” *Anticancer Agents Med. Chem.*, vol. 18, no. 15, pp. 2110–2116, Feb. 2019, doi: 10.2174/1871520618666181025125532.

[11] M. Chen *et al.*, “Melatonin MT1 and MT2 receptor ERK signaling is differentially dependent on Gi/o and Gq/11 proteins,” *J. Pineal Res.*, vol. 68, no. 4, May 2020, doi: 10.1111/JPI.12641.

[12] Y. Lecarpentier, O. Schussler, J. L. Hébert, and A. Vallée, “Multiple Targets of the Canonical WNT/β-Catenin Signaling in Cancers,” *Front. Oncol.*, vol. 9, Nov. 2019, doi: 10.3389/FONC.2019.01248.

[13] A. Debebe *et al.*, “Wnt/β-catenin activation and macrophage induction during liver cancer development following steatosis,” *Oncogene*, vol. 36, no. 43, pp. 6020–6029, Oct. 2017, doi: 10.1038/onc.2017.207.

[14] A. Ring, Y. M. Kim, and M. Kahn, “Wnt/Catenin Signaling in Adult Stem Cell Physiology and Disease,” *Stem Cell Rev. Rep.*, vol. 10, no. 4, pp. 512–525, Aug. 2014, doi: 10.1007/S12015-014-9515-2.

MT1 Melatonin Receptor Expression Across Histological Types and Grades of Dysplasia in Colorectal Polyps

Abstract

Melatonin receptor-mediated signaling is involved in the regulation of cellular proliferation, apoptosis, and other processes potentially relevant to colorectal carcinogenesis. However, MT1 receptor expression across histological categories and grades of dysplasia in colorectal precursor lesions remains insufficiently characterized.

To evaluate immunohistochemical expression of the MT1 melatonin receptor in different histological types of colorectal polyps and determine its association with the presence and grade of dysplasia.

The study included 29 colorectal polyp specimens. Based on histological assessment, lesions were categorized as non-neoplastic polyps, serrated lesions, or conventional adenomas. Dysplasia was classified as absent, low-grade, or high-grade. MT1 immunohistochemical expression was quantified using a semiquantitative H-score (0–300), incorporating both the percentage of positive lesional epithelial cells and staining intensity. Between-group comparisons were performed using the Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis tests. The association between increasing dysplasia grade and MT1 expression was assessed using Spearman rank correlation.

The median MT1 H-score in the overall cohort was 140 (IQR, 60–150). MT1 expression was significantly lower in dysplastic than in non-dysplastic lesions, with median H-scores of 40 (IQR, 40–45) and 140 (IQR, 120–160), respectively ($p = 0.00020$). MT1 expression also differed significantly across dysplasia grades ($p = 0.000885$). Increasing dysplasia grade showed a strong inverse correlation with MT1 H-score (Spearman $\rho = -0.706$; $p = 0.000019$). In contrast, MT1 expression did not differ significantly among the broad histological categories of non-neoplastic polyps, serrated lesions, and conventional adenomas ($p = 0.383$). No significant associations were identified between MT1 H-score and patient age, sex, or polyp size.

Reduced MT1 expression was associated with the presence and increasing grade of dysplasia in colorectal polyps, whereas no independent difference was detected among broad histological categories. These findings indicate that altered MT1 expression may be more closely associated with the dysplastic phenotype than with histological category alone. Given the limited cohort size, the potential role of MT1 in early colorectal neoplastic progression requires evaluation in larger cohorts with more detailed histological stratification.

Keywords: Melatonin; MT1; Melatonin Receptor; Colorectal Polyps; Dysplasia; Colorectal Neoplasia; H-score.

ავტორთა შესახებ ინფორმაცია:
ლაშა ჩინჩალაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის დოქტორანტი;
Lasha Chinchaladze - PhD student at Tbilisi State Medical University;
E-mail: lashachinchaladze1993@gmail.com
+995568 011 886
თამარ სალაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პათოლოგიური ანატომიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი
Tamar Saladze - Associate Professor, Department of Pathological Anatomy, Tbilisi State Medical University
E-mail: t.saladze@tsmu.edu
გიორგი ბურკაძე - თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის პროფესორი, მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი;
George Burkadze - Professor at Tbilisi State Medical University, Head of the Department of Molecular Pathology;
E-mail: burkadze@yahoo.com g.burkadze@tsmu.edu
Phone Number: 599578833
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5028-4537
შოთა კეპულაძე - თსსუ მოლეკულური პათოლოგიის დეპარტამენტის ასოცირებული პროფესორი; ექიმი პათოლოგანატომი;
თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი
Shota Kepuladze - Associate Professor of the Department of Molecular Pathology, Tbilisi State Medical University; MD; Pathologist;
E-mail: Shota.kepuladze@gmail.com sh.kepuladze@tsmu.edu
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5919-5581

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.24



General and comparative linguistics

New Theory of the Origin of Languages

Gela Gvinepadze

Professor, Georgian Technical University, mob.: 596-6-49-98
e-mail: gvinepadzegela@gmail.com

https://orcid.org/0009-0001-2350-5648

Abstract

Linguistics is a field of science that attracts interest from virtually every sphere of human activity—most notably, computational linguistics.

The primary aim of the research described in this article was to develop a more advanced theory regarding the origin and evolution of language. The study employed a transdisciplinary approach alongside modern decision-making methods. Furthermore, the project sought to devise a concept that could transform the popular website wiktionary.org from a repository of static articles into an interactive system, thereby enabling linguists and the general public to more easily verify and evaluate the validity of proposed hypotheses.

The study's main outcome is a new theory on the origin of language(s) that simultaneously incorporates the majority of previously existing scientific theories.

Based on this theory, a three-stage model for the emergence and evolution of languages was developed:

1. During the initial stage of language emergence, the phenomenon of water played a fundamental role in shaping humanity's early vocabulary;
2. The subsequent, crucial stage in language evolution was driven by the domestication of fire;
3. Finally, once humans settled on the land and adopted agriculture—developments that eventually led to the founding of cities and states—the third stage of language evolution began, a process that continues to this day.

Unlike the author's other works, this article focuses specifically on the first point in the list above.

Conclusion: Water—a phenomenon unique in many respects—played a decisive role in the origin of language(s); the names given to various manifestations of water formed the foundation of the modern, vast, and diverse world of languages.

Keywords: linguistics; new theory of language origins; transdisciplinarity; modern decision-making methods; interactive wiki-dictionary concept.

Introduction

Linguistics is a discipline of interest to virtually every sphere of human activity. Since time immemorial, human activity has profoundly influenced—and continues to influence—the formation of linguistic resources and structures. Conversely, a rich language enables people to refine and improve all manner of activities.

Thus, the phenomenon of language is of interest not only to linguistics but to all other areas of human endeavor; naturally, computer science holds a significant place among them.

Some 45 to 50 years ago, the author became intrigued by a view prevalent among prominent Georgian linguists: it was widely held that identifying the primordial stock of languages that emerged in the distant past—and determining the etymology of their constituent elements—was a virtually hopeless task.

For instance, some of these scholars argued that it is impossible to ascertain why the Georgian word *mta* (meaning "mountain")—along with many other fundamental concepts—came to bear that specific name rather than another.

In our view, this pessimism stemmed from the fact that the vast body of knowledge amassed by specialists using the comparative-historical method failed, in this case, it did not yield tangible results.

The issue is that, while this method allows us to trace the process of language formation back through the centuries, it generally only reaches back a few millennia; beyond that point, the trail leading to the origins vanishes without a trace... into the boundless African jungles.

Main part

In the early 19th century, scientific understanding of the composition of matter was vague; indeed, not long before that, the renowned scientist—and future president of the French Academy of Sciences—Lavoisier, along with other academicians, had categorically rejected reports from French peasants about a meteorite falling from the sky. Their dismissal was based on an argument that seemed perfectly "logical":

"Stones do not fly through the heavens!" [1].

So, there is a time for everything...

It seems the time has now come to seek new paths to the origins of language...

A non-specialist in linguistics set himself a task (purely out of curiosity):

– What specific words were coined in the distant past by our ancestors who sought to transform themselves into "speaking humans"?

He was unaware that many enthusiasts had long attempted to solve this very problem—and even a more ambitious one:

To find the **First Word**—let us call it "Ariadne's thread"—capable of unraveling the vast, tangled web of today's linguistic world!

However, our approach turned out to be somewhat different:

1. First and foremost, the object of the search was changed. The objective set was not merely to find a specific word—a particular sound complex—within the language's primordial lexicon, but to identify the *Concept* that such a word designated.
2. To achieve this, we began by studying and analyzing facts known across various fields of human activity regarding this issue, employing both methods already established in those fields and others we developed ourselves during the course of our research.
3. Furthermore, we decided to alter the direction of our search; specifically, to uncover humanity's original vocabulary, we chose to rely on deduction rather than induction, aiming to arrive directly at the primal element that gave rise to the modern world of languages.
4. Transdisciplinarity and synergetics were selected as the primary research tools.
5. To gather arguments supporting our initial, "raw" hypotheses, we employed a combination of methods: panel research, de Bono's "Six Thinking Hats," CoRT, the Delphi method, and brainstorming.
6. A significant aid was the opening of a famous Shakespearean quote:
   "Perhaps things that philosophers never even dreamed of... (continuing it like this) are known to us all, but only by drawing upon the collective subconscious."
7. Based on this premise, we created a questionnaire for groups of respondents (consisting primarily of students):
   "Imagine that you are beings who have decided to transform into speaking subjects—*Homo loquens*—and found themselves in that habitat.
   Write down three concepts (using any terms you like) that, in your opinion, they would need in order to 'call things by their names'—primarily to establish communication with their fellow beings."

When the survey was conducted in the summer, one word emerged as the clear leader by a significant margin, whereas in the winter, a different word took the top spot! However, when we applied the Delphi method and the other techniques mentioned above to this latter case, the "summer word" returned to the top spot, and it was:

WATER

Further research once again confirmed the ancient truth:

"**The new is the well-forgotten old**"—or, to refine it for our specific case: **the *almost* well-forgotten old!**

Below is a list of the sources whose analysis led us to this conclusion:

- The mythological concepts of ancient peoples—widely dispersed across the globe in both time and space—according to which primordial man created his initial vocabulary to name entities, actions, attributes, and so forth, that held a semantic connection specifically to the concept of water;
- Biblical views from both the Old and New Testaments;
- Ancient Greek conceptions of the world;
- "Praise and Glory to the Georgian Language"—a short, mystically inspired work by Ioanne-Zosime, a 10th-century theologian, calligrapher, and hymnographer;
- The works of linguist Nikolai Marr. To substantiate his doctrine of the four elements, N. Marr cited a sequence of semantically related terms from various languages—terms linked to one another precisely by the concept of water!

  It is our firm conviction that, in doing so, N. Marr effectively laid the foundation for the discovery of the "water theory," yet...

  (Thus, we have merely continued and completed the path he began);
- Sayings by great figures (and/or characters in their works) regarding the unique nature of water;
- The insights of individuals who see "a little more" than the rest of us mortals do.

It is particularly important to emphasize that modern fundamental sciences—physics, chemistry, biology—recognize water as the most mysterious phenomenon on Earth, possessing up to 70 unique properties that defy scientific explanation.

Furthermore, the Internet proved invaluable, especially since the task was often simplified by the fact that we already knew what to look for.

For instance, by simply entering the terms "water deities" or "moon deities" into the Google search bar, we found a wealth of material relevant to our topic. We then consulted key sources such as mythological dictionaries, which significantly helped substantiate our view regarding the role of water in the origin of language.

The Internet also enabled us to formulate several hypotheses concerning connections between words from different languages; specifically, it led us to the following conclusion:

Many syllables in any language (which, in all likelihood, belong to the primordial vocabulary) can be considered *a priori* candidates for an etymological link to water.

In some cases, this connection is direct—for example, water → river, lake, dew...

In others, it is indirect, based on metonymy—water → earth, mountain, forest, path, mother, light, sky, two, both...

We present here an excerpt (translated and slightly modified) from a monograph we authored at the invitation of the German online publisher LAP Lambert Academic Publishing [2].

The work outlines hypotheses—supported to varying degrees—regarding the etymological connection between water and numerous words from various languages, focusing in particular on a syllable of great interest in this context: L * K [L * S...].

1. **Hydronyms**

Rivers

In Georgia: Lakbe, Lasili, Laskadura, Lashipsa, Lazviani, Lazviantkhevi, Lakatkhevi, Lakhami, Likoki, Lekhura, Lochini, Lukhuni, Lukhuta;

In Russia: Lake, Lis, Lisa, Lukha;

In France: Lys;

In Poland: Lagowica.

Lakes

Common name: Lake, *leso* (Old Russian: lake);

Proper names:

In Georgia: Lisi, Lakva; In Russia: Lis, Lisa, Lukha; Lacus (Lat.: lake, pit).

Let us also include the puddle (*luja* (Russian): puddle).

2. **Liquid**

The word *Liquid* itself, *lac* (Lat.: milk), *leche* (Span.: milk), *lacrima* (Lat.: tear), *lits* (Svan: water), *litslits-i* (Georgian: undulation of the water surface), *lekar* (healer ← Proto-Slavic *lěkъ; healers treated patients with mixtures/potions too);

lesvi (Georgian: saliva), *leka* (Georgian: one who has drunk too much), *leghma* (Georgian: snow beginning to melt), *leshteri* (Georgian: rain with hail), *leshkhi* (Georgian: seeping dew), *lkhoba* (Georgian: to melt), *lecken* (German: to lick).

3. **Water inhabitants**

laji (Georgian: fish),

loqo (Georgian: catfish),

lekeon (Armenian mythology: a huge fish coiled around the earth);

lokh, *lakh*, *losos*, *lesch* (Russian: names of fish).

4. **Motion**

tsa-lek-va (Georgian: being swept away, destruction by water);

laslasi, laklaki, laghlaghi, lakhlakhi (Georgian: movements);

lecken (German: to flow),

lazit (Russian: to climb),

lose.

5. **Light**

lūx (Latin: light);

luch (Russian: beam);

lasha (Georgian and Abkhazian: light).

6. **Image (water as a mirror)**

look (English: vision),

like (English: similar),
look (English: to look),
litso (Russian: face),
lik (Russian: icon, image, number),
lice (Czech, Polish: face, cheek),
lutsi (Georgian: even number).

7. **And much more by metonymy, among them:**

locus, loquor (Latin: place), lucus (Latin: ravine), location (English);
lego, loquor (Latin: speak);
lassen (German: 1. to let go, 2. to allow) ...

We believe that, regarding origins connected to water, one should investigate many syllables of the following structure:

We believe that, regarding origins associated with water, it is worth investigating many syllables of the following structure:

(consonant) + vowel + (consonant)

For example, in this regard, the syllables M*T(D), P*S... appear extremely productive, and, of course, the aforementioned L*S...

The author of the present article has published approximately 30 works on this topic over the years. The most important of these are included in the collection [3].

However, it would be far better if professionals took on this task and, in collaboration with computational linguistics specialists, developed a specialized computer system with the following functions:

1. Operating autonomously, the system would review and analyze accumulated data from multiple languages to propose etymological theories for various words; for instance, it might suggest—with a certain degree of probability—the following hypothesis:

In English, the etymon for the terms *and*, *end*, and *hand* is the concept of WATER—specifically, *Onde*.

2. In automated mode, the user could engage in a dialogue with the system to obtain similar information regarding their own hypothesis.

Let us also note—so to speak—the sacred aspect of this topic (the part that anyone who wishes can verify for themselves):

- This anthology of centuries-old Georgian literature—the publication of which began in the 1980s—opens, in a deliberate departure from chronological order, with a short, mystical work by the monk Ioanne-Zosime, a 10th-century theologian, calligrapher, and hymnographer (it is remarkable that this took place during the Soviet era!).

This mystical hymn to the native tongue is known by various titles, such as "Praise and Exaltation of the Georgian Language," "Laud and Glory to the Georgian Language," and others [4, 5]. Many scholars believe that this message from a distant ancestor is imbued with numerological symbolism and biblical allusions.

To summarize the hymn's essence briefly: the monk asserts that the Georgian language—currently entombed like the biblical Lazarus (Lazare—incidentally, Lazare is also a figure in Georgian mythology, a deity whom the people would implore during droughts to send down Grace, in the form of water)—will one day rise again and convey something of great importance to all nations!

- Here is what S. N. Lazarev - a renowned Russian parapsychologist, bioenergetics expert, and author of the *Diagnosis of Karma* book series - writes about water: [6]

It is the properties of water in our visible reality that lie closest to the One Universal Field of the World.

Esotericists have also expressed the following view:

WATER is a gift from the Cosmos to humanity.

And finally, we cite a passage from the Bible: [7]

"For there are three that bear record in heaven: the Father, the Word, and the Holy Ghost: and these three are one.

And there are three that bear witness in earth: the Spirit, and the water, and the blood; and these three agree in one."

1 John 5:7-8

The Bible repeatedly affirms that the Father is Spirit, and that the Holy Spirit washes away the sins of humanity through the blood shed by the Savior.

We are convinced that this passage also reveals a third correspondence:

The Word is Water.

Regarding scientific perspectives on this subject, we should first consider the views of the ancient Greeks, who believed that WATER is the origin of all things.

Here is what a prominent figure among them, Thales of Miletus, said: [8]

"Everything is born of water; everything arises from water and transforms back into it. Water is the origin of the elements and of existing things; water is the beginning and the end of the Universe."

And studies of water conducted by specialists in modern fundamental sciences (physics, chemistry) yield truly astonishing results:

– The substance covering 71% of our planet's surface remains, to a large extent, a mysterious phenomenon to science!

– Water turns out to possess more than 60 astonishing properties that seem to defy the established laws of physics and chemistry.

There is a lot of material on this topic on the Internet [9].

It should be noted that we do not consider water to be the sole primordial concept responsible for the origin and evolution of languages. However, it strikes us as the most significant among them—so much so that, in the well-known biblical saying

Ἐν ἀρχῇ ἦν ὁ λόγος,
we perceive the term "Logos" as
WATER.

References

1. https://habr.com/ru/articles/450440
2. https://www.morebooks.de/shop-ui/shop/product/978-620-3-30656-9
3. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gtu.ge/ims/pdf/file1.pdf
4. https://ka.wikipedia.org/wiki/ქებაჲ_და_დიდებაჲ_ქართულისა_ენისაჲ
5. https://en.wikipedia.org/wiki/John_Zosimus
6. S. N. Lazarev, «The Man of the Future: Educating Parents. Part 2».
7. https://www.biblegateway.com/passage/?search=1%20John%205%3A7-8&version=KJV
8. https://medium.com/@john.rees/thales-of-miletus-the-man-who-thought-everything-was-made-of-water-b593c7383639
9. AI - Amazing properties of water

ენების წარმოშობის ახალი თეორია

გელა ღვინეფაძე

აბსტრაქტი

ლინგვისტიკა მეცნიერების ის დარგია, რომელიც, პრაქტიკულად, ადამიანის საქმიანობის ყველა სფეროს ინტერესს იწვევს. მათ შორის განსაკუთრებული ადგილი უკავია კომპიუტერულ ლინგვისტიკას.

სტატიაში აღწერილი კვლევების მთავარი მიზანი იყო ენის წარმოშობის და ევოლუციის თაობაზე უფრო სრულყოფილი თეორიის შემუშავება, რომლის მისაღწევად ძიების პროცესში გამოიყენებოდა ტრანსდისციპლინური მიდგომა და გადაწყვეტილების მიღების თანამედროვე მეთოდები.

გარდა ამისა, მიზნად იქნა დასახული ისეთი კონცეფციის შექმნა, რომელიც პოპულარულ ვებსაიტ wiktionary.org-ს სტატიკური საიტების საცავიდან გადააქცევს

ინტერაქტიულ სისტემად, რაც ლინგვისტებს და ფართო საზოგადოებასაც საშუალებას მისცემს, უფრო მარტივად შემოწმდეს და შეფასდეს წამოყენებული ჰიპოთეზების საფუძვლიანობა.

კვლევის მთავარი შედეგია ენის (ენების) წარმოშობის ახალი თეორია, რომელიც აერთიანებს ადრე არსებული სამეცნიერო თეორიების უმეტესობას.

ამ თეორიაზე დაყრდნობით შემუშავდა ენების წარმოშობისა და ევოლუციის სამეტაპიანი მოდელი:

1. ენის წარმოშობის საწყის ეტაპზე ისეთმა ფენომენმა, როგორიცაა წყალი, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა კაცობრიობის ადრეული ლექსიკის ფორმირებაში;
2. ენის ევოლუციის შემდეგი ეტაპი უკავშირდება ადამიანის მიერ ცეცხლის „მოთვინიერებას“;
3. დაბოლოს, მას შემდეგ, რაც ადამიანები ადგილზე დაფუძნდნენ და ხელი მოჰკიდეს მიწათმოქმედებას, რასაც, საბოლოოდ, ქალაქებისა და სახელმწიფოების გაჩენა მოჰყვა, დაიწყო ენის (ენების) განვითარების მესამე ეტაპი, რომელიც დღემდე გრძელდება.

ავტორის სხვა ნაშრომებისგან განსხვავებით, ეს სტატია ზემოთ მოყვანილი სიის პირველ პუნქტს ეძღვნება.

დასკვნა: წყალმა, მრავალი თვალსაზრისით უნიკალურმა ფენომენმა, გადამწყვეტი როლი ითამაშა ენის (ენების) წარმოშობაში; სწორედ მისი სხვადასხვა გამოვლინებისთვის შერქმეულმა სახელებმა შეუქმნა საფუძველი თანამედროვე ენების უზარმაზარ და მრავალფეროვან სამყაროს.

საკვანძო სიტყვები: ლინგვისტიკა; ენის წარმოშობის ახალი თეორია; ტრანსდისციპლინარულობა; გადაწყვეტილების მიღების თანამედროვე მეთოდები; ინტერაქტიული ვიკილექსიკონის კონცეფცია.

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.25



Использование маслосодержащего сырья, ядер ореха фундука (*Corylus avellana L.*) произрастающего в Грузии, для создания косметической маски.

Явич Павле[1], Кахетелидзе Мзия[2], Кикалишвили Бела[3]

[1]Доктор фармацевтических наук, профессор, главный научный сотрудник Института фармакохимии им. И. Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского Университета; [2]Доктор фармации, главный научный сотрудник института фармакохимии им. И. Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского Университета; [3]Доктор фармации, старший научный сотрудник института фармакохимии им. И. Кутателадзе Тбилисского Государственного Медицинского Университета;

Резюме

Косметика для лица является ключевой при защите кожи от солнечного излучения, улучшение ее структурного строения и внешнего вида, предотвращению ряда накожных заболеваний. Значительную роль проявляют косметические маски, будучи одним из основных методов применения. В данном сообщении описывается создание подобной маски на основе использования жиросодержащего лекарственного сырья, ядер ореха фундука (*Corylus avellana L.*) произрастающего в Грузии.

Ключевые слова. Фундук, косметика, маски, жиры, анализ.

Введение. Косметические маски нашли широкое применение. Они являются одной из основных процедур ухода за кожей, сочетая окклюзионные основы с целенаправленными активными ингредиентами для улучшения барьерной функции кожи и обеспечения концентрированного увлажнения [1-3].

Кожа это фактически барьер, защищающий от ряда факторов окружающей среды. В том числе, предотвращает чрезмерную потерю влаги, уменьшает влияние ультрафиолетового (УФ) излучения и действие, могущихся находится в воздухе, загрязняющих веществ. Следует отметить, что воздействие стрессорных ситуаций связано с обезвоживанием кожи, снижением ее эластичности и преждевременным старением. Это способствуют изменению состояния кожи с течением времени, ускоряя время ее старения из-за снижение активности фибробластов и коллагена. Наблюдается появление мелких морщин, потеря упругости, сухость и возможность изменения ее цвета. Возможность предотвращения этого

заключается в поддержании целостности гидролипидного барьера кожи с помощью косметических средств. Это необходимо для поддержания внешнего вида кожи и ее состояния. Маски содержащие, растительные экстракты и антиоксиданты, способствуют омоложению кожи, благодаря действию биоактивных веществ, введению воды, в необходимых случаях удалению избытка кожного сала. При разработке рецептуры и технологии масок приходится учитывать персонализованный характер определенного вида кожи.

Жирная кожа склонна к избыточному выделению кожного сала, что приводит к блеску и повышает вероятность закупорки пор и появления угревой сыпи. Маски для жирной кожи должны быть направлены на балансирование выработки кожного сала, контроль жирности и предотвращение высыпаний, а также на поддержание увлажненности кожи. Сухая кожа характеризуется недостатком влаги и часто ощущается стянутой или шелушащейся. Маски для лица для сухой кожи должны быть направлены на глубокое увлажнение, восстановление кожного барьера и поддержание уровня влаги.

Чувствительная кожа склонна к раздражению, покраснению и воспалению. Формула для чувствительной кожи должна быть мягкой, успокаивающей и не содержать агрессивных химических веществ, отдушек или консервантов, которые могут вызвать реакцию.

Сенсорная оценка качества включает в себя оценку эффективности маски с помощью человеческих органов чувств (осязание, обоняние, зрение и т. д.). Эти оценки помогают усовершенствовать дизайн и состав продукта, чтобы лучше соответствовать предпочтениям потребителей. Оценка тактильных ощущений: сенсорная оценка текстуры также включает в себя оценку того, как маска ощущается на коже. Маска должна обеспечивать комфорт, будь то гладкая и успокаивающая или увлажненная без ощущения жирности. Потребители предъявляют высокие требования к комфорту, и маски, которые кажутся слишком жирными или сухими, могут снизить удовлетворенность пользователей. Оценка запаха: Аромат маски является важным фактором в пользовательском опыте. Многие потребители предпочитают маски без отдушек или с натуральными ароматами, особенно люди с чувствительной кожей, в то время, как другие могут наслаждаться легким, приятным ароматом. Ключевым фактором привлекательности продукта является то, чтобы аромат не был слишком сильным или раздражающим.

Масса ореха фундука, (*Corylus avellana L.*) произрастающего в Грузии 2,0 - 4,0 г., масса ядра 1,0-1,5 г., масса кожуры 15,0- 50,0 мг. Ядро фундука состоит из самого ядра и покрывающей его кожицы. Его основной химический состав включает в себя основные макронутриенты- (количество - средние данные от массы плода) жирные кислоты 50% - 85%, белки 15% - 30,0%, углеводы 10% - 20% и другие биологически активные соединения. Масло фундука (основной биологически активный компонент, характеризующий основные свойства ядра) содержит в основном ненасыщенные жирные кислоты, олеиновую (Омега-9) (до 80,0%), линолевую (Омега-6) (до 15,0,%), линоленовую (Омега-3) (до 0,2%) кислот, наряду с ними

предельные жирные кислоты - пальмитиновую (4% - 10%), стеариновую (4% - 6%) и ряд других в меньшем количестве. Благодаря такому составу, оно широко применяется в косметике для ухода за кожей. Оно хорошо удерживает влагу, что обусловлено наличием фосфолипидов и высоким содержанием олеиновой кислоты, которые глубоко проникают в кожу и укрепляют ее липидный барьер. Масло фундука содержит большое количество витамина Е, который как мощный антиоксидант, является защитой кожи от окислительного стресса, свободных радикалов и ранних признаков старения, способствует ее эластичности. Наряду с ним, содержатся витамины B_1, B_2 и B_6. Так же в малых количествах содержатся β, γ- и δ-токоферолы и α-, β-, γ- и δ-токотриенолы. Общее содержание токоферолов колеблется в пределах 25,0–300,0 мг/100 г масла, а количество α-токоферола основного компонента, варьируется от 20,0 до 64,0 мг/100 г. В масле найдены флаван-3-олы (в основном катехины, эпикатехины и процианидины), фенольные кислоты (галловая, протокатеховая и сиреневая), флавонолы (рутин и кверцетин), общая концентрация их, суммарно, варируется от 70 до 470 мг/кг. Полифенолы фундука обладают антиоксидантной активностью, противовоспалительными и противомикробными свойствами, что полезно в средствах для чувствительной кожи, а так же склонной к акне. Все вышеуказанные соединения способны подавлять окисление кожного сала, уменьшать рост Propionibacterium acnes и успокаивать покраснение. Наличие в масле фитостеролов, таких как β-ситостерол, улучшает барьерную функцию кожи, повышая удержание влаги и успокаивая раздраженную кожу. Плоды фундука источник пищевых волокон, причем, содержание клетчатки в них составляет 10-11% [4-8]. Благодаря своему химическому составу, легкой текстуре и нежирной консистенции, масло фундука хорошо подходит для всех типов кож защитить клетки от повреждений, вызванных свободными радикалами и в косметических целях. Оно увлажняет и смягчает кожу, не забивая поры, что делает его идеальным для масел для лица, увлажняющих кремов и сывороток. Его антиоксидантные свойства помогают защитить кожу от вредного воздействия окружающей среды, а вяжущие свойства тонизируют и подтягивают кожу, уменьшая видимость пор и улучшая текстуру. В последнее время используется при разработке эмульсий, особенно микроэмульсий. Содержание белка в ядре фундука достаточно высоко, в разных сообщениях варьируется в пределах 15,0–30,0%. Причем, содержание растворимого белка составляет от 30,0 до 70,0% от общей массы белка [9,10]. Количество различных аминокислот в среднем составляло 14-15 наименований. 6-7 незаменимых, до 9-ти заменимых. При общем содержание от 14,0 до 30,0мг в пересчете на вес ядер. Обнаружены метионин, глутаминовая кислоты, аргинин, аспаргиновая кислота, лейцин и др. Из незаменимых аминокислот глутаминовая кислота, аргинин, аспарагиновая кислота и лейцин [11]. Ядро содержит фенолы и флавоноиды, количество варьировалось в широких пределах: от 66,53 до 205,82 мг ГАЭ/100 г сухого веса и от 80,46 до 356,90 мг/100 г сухого веса соответственно. Эти соединения в количестве до 70,0-80,0% переходят в масло. Среди обнаруженных фенольных соединений были протокатеховая кислота, феруловая кислота, эпикатехин галлат (ECG) и кверцетин и

ряд других до 15 наименований [12]. Фенольные соединения содержащиеся в масле (например, катехин, кверцетин) обладают противовоспалительным и противомикробным действием. Это способствует увеличению активности при лечение чуствительной кожи, жирной кожи, заболевание акне и др.

Кожура фундука (*Corylus avellana* L.), количество которой в среднем составляет до 2,5% от массы плода, содержит достаточно большое количество биологически активных соединений. Фенольные соединения, являющиеся антиоксидантами, составляют в среднем 23–27% от массы кожуры и содержат (+) -катехин, эпигаллокатехин галлат, димерный процианидин, кверцетин-3-рамнозид, мирицетин рамнозид, кемпферол рамнозид и др. Количество липидов составляет до 11–21%, содержат в основном олеиновую кислу и токоферолы. Содержание белков составляет 8–16%. Эти вещества, наряду с лечением кожи, способствуют защите ее от Уф-облучения. Следует отметить и антигликационный эффект этих полифенолов, что предполагает возможность предотвращения возможности гликирования. Все это свидетельствует о необходимости ее использования [13 - 16]. Учитывая достаточно высокую антиоксидантную активность, во многих работах предлагается их использование в косметологии [17, 18].

Обобщая все вышесказанное, можно сделать следущий вывод. Масло фундука в основном содержит олеиновую и линолевую кислоты, которые по структуре близки к основным липидам кожи. По литературным данным, происходит увлажнение и лечение кожи без сопутствующего повышения ее жирности. Благодаря чему, это позволяет использовать масло фундука в различных видах косметической продукции для различных видов кожи. Наличие в масле достаточно большого содержания токоферолов, в том числе витамина Е, фенолов, флавоноидов, аминокислот, белковых веществ и ряда других, способствует высокой антиоксидантной активности. Позволяет, как снизить действия на кожу УФ-излучения, так повысить уровень ее лечения при облучении, предотвратить преждевременное старение кожи, снизить вероятность раннего появления морщин и гиперпигментации [19].

Материалы и методы.

При проведение исследований были использованы следующие ингредиенты.

Эмульсионный воск — косметический компонент, который используется для связывания воды и масел в единую, стабильную и однородную эмульсию (например, типа «масло-вода»). Моноглицериды дистиллированные - эмульгатор и стабилизатор растительного происхождения эффективно связывает несмешиваемые компоненты, такие, как вода и масло. Цетиловый спирт — воскообразное вещество натурального происхождения, используется как эмульгатор, загуститель и эмолент. Карбопол 940 - полимер акриловой кислоты, гелеобразователь, эмульгатор и стабилизатор в системе масло - вода. Полисорбат 60 - неионогенный эмульгатор, получаемый из сорбита и жирных кислотб связывает воду и масла, предотвращая их расслоение.

Поливиниловый спирт (ПВС) представляет собой водорастворимый синтетический полимер с эмульгирующими и пленкообразующими свойствами, поглощает влагу. В косметике используется с молекулярной массы до 6000. Вода действует на полимер как пластификатор. Он используется в основном как основа, способная образовывать гели. Полиэтиленгликоль (ПЭГ- 4000) - полиэтиленгликоли хорошо растворимы во многих органических растворителях и воде. В косметической промышленности используется как связующее и стабилизирующее структуру вещество. Резистентность ПЭГ- ов к химической и микробиологической диссимиляции является их несомненным преимуществом для стойкости и хранения косметических и дерматологических продуктов. Глицерин (глицерол, пропантриол-1,2,3) — добавка Е422. Увлажняющий компонент, притягивает влагу из воздуха и насыщает ею эпидермис, делая кожу гладкой и мягкой. Мочевина – способна притягивать и удерживать влагу. Сухой экстракт листьев алоэ вера, наряду с другими лечебными свойствами, проявляет увлажняющую способность. Альгинат натрия - соль альгиновой кислоты, растворяется в воде, образуя вязкие растворы и пленки на коже. Обладает высокой гигроскопичностью. Поглощая влагу с поверхности кожи, он пластифицируется и затем удаляется вместе с вредными веществами. Фактически это осмотический процесс, который способствует увлажнению глубоких слоев эпидермиса. Маска, содержащая альгинат натрия, обладает лифтинговым, моделирующим эффектом, оказывает дренажное действие, улучшая отток крови и лимфы, способствует рассасыванию застойных пятен, стабилизирует водно-жировые процессы. Вода дистиллированная - сверхчистый состав жидкости без минеральных солей и примесей. Натрия хлорид используется в виде растворов. Молочная кислота — AHA-кислота, способная отшелушивать ороговевший слой, выравнивать тон и глубоко увлажнять, используется при сухой и чувствительной коже. Салициловая кислота -(BHA-кислота) антисептик и эксфолиант, применяется в концентрации для отшелушивания мертвых клеток, глубокого очищения пор, регуляции себума, снижения воспалений и нормализации работы сальных желез. Гликолевая кислота — легко проникает в кожу, растворяя связи между омертвевшими клетками, стимулирует обновление и выработку коллагена. Азелаиновая кислота — отшелушивает, подавляет размножение бактерий (включая *Propionibacterium acnes*), снимает воспаление, осветляет пигментные пятна и следы постакне. Используется для лечения акне, розацеа и гиперпигментации. Парабены - применяются в качестве консервант**ов** и антисептик**ов**.

При проведении литературного поиска (всго 65 статей), выяснилось, что официального документа определяющего правила тестирования косметических и лекарственных кремов и мазей, практически нет. Во всех публикациях используется различный вариант суммы тестов. Приводим несколько примеров [20 - 32]. В связи с этим, имеющие материалы обобщены и при проведение данного исследования использованы тесты указанные ниже.

Основы для кремов

1.Сенсорные показатели. Внешний вид эмульсии, цвет, запах, отсутствие плесени при хранение; 2.Однородность. Визуальное определение равномерности распределения и однородность частиц в составе в 1-й, 15-й, 30-й день; 3.Величина pH близкая к нейтральной; 4.Тест на растекаемость. Величина площади пятна, метод двух стекол при весовой нагрузке; 5.Стабильность эмульсии. Центрифугирование (3000 об./мин./15 минут) при комнатной т-ре.

Крем- маска

1.Сенсорный анализ. Общий вид, цвет, запах, отсутствие плесени, однородность-ощущение на ощупь, в течение 5 месяцев; 2.Стабильность при центрифугирование (3000 об./мин./15 минут) при комнатной т-ре; 3.Термостабильность при центрифугирование проб с температурами в диапазоне 30^0- 50^0 С и после цикла замораживание – размораживание; 4.Значение pH. pH = 6,5 – 7,0;

5.Растекаемость образцов, определение методом параллельных пластин. Растекаемость выражали в процентах (S%), согласно следующему уравнению:

$$S\% = (A_2/A_1) \times 100 \ (1),$$

где A_1 - площадь поверхности стеклянной пластины, A_2 - площадь поверхности, покрытая маслянистой композицией через 1 мин.

6.Испытания окклюзии. С использованием стаканов (100 мл), количество воды 50 мл воды, покрытие - фильтровальная бумага. Масса образца 300мг. Время хранения при 32- 35 °C 48 часов. Рассчет величины коэффициента окклюзии по уравнению

$F = 100 \times [(A - B)/A]$, где A -потеря воды эталонного образца, B - потеря воды с исследуемым образцом.

7. При изучении возможности и способности выделения биологически активных веществ из крема-маски в качестве модельной системы, использована методика работы в чашке Петри с массой агар-агара при температуре 37°C. Размер лунки до 4,5 см, время анализа 14 часов т-ра комнатная.
8.Образование пленки при нанесении на стеклянную пластину. Время высыхания до 20мин. При толщине нанесенного слоя 15-20 мм.

В качестве сырья были использованы плоды фундука (*Corylus avellana* L.) произрастающего в Грузии, собранных в период максимальной спелости. Материал высушивался на воздухе.

Содержание влаги 10-12%. Измельчался в роторном измельчителе при 1000 об/ мин. При проведении ситовой подготовки, отбиралась фракция размером менее 0,5 мм. Остальное количество после отбора подвергалось повторному измельчению. Технология микронизации, использующая только физическое измельчение без химической модификации, эффективно уменьшает размер частиц и корректирует топографию поверхности для оптимизации межфазной активности на границе раздела масло-вода. В отличие от применения традиционных твердых синтетических эмульгаторов, которые изготавливаются методом химического синтеза и требуют ковалентной модификации поверхности. Кроме того, натуральные растительные порошки, обработанные методом микронизации, а не химическими методами, обычно сохраняют свою природную антиоксидантную способность.

Методика разработки

В качестве общего принципа составления рецептур кремовых основ, использовалось сочетание гидрофильного компонента с липофильным компонентом в присутствии эмульгатора и агента, повышающего вязкость. Способ приготовления - нагревание липофильной фазы до ее разжижения, доведение гидрофильной фазы до той же температуры, что и липофильная фаза, смешивание двух фаз и гомогенизация. После чего вводилась твердая фаза при постояном перемешивание. Гомогенизация (эмульгирование) кремовых основ и в дальнейшем кремов, проводилась механически, с использованием полуавтоматического механического устройства с мешалкой, числом оборотов 250 об/мин. Методика и технология эмульгирования имеет решающее значение для создания стабильных составов основ и крем-масок, сочетающих ингредиенты на масляной и водной основе. Она помогает и обеспечивает равномерное распределение активных ингредиентов по всей массе, предотвращая расслоение или нестабильность ингредиентов.

Результаты и обсуждение

Первичная оценка качества получаемых крем-масок типа масла в воде, это измерение в сенсорной мере (визуальная оценка - внешний вид, осязание, обоняние и т.д.). Результаты позволяют изменить дизайн и состав продукции, чтобы лучше соответствовать потребностям потребителей. Не менее важно качество тактильных тестов — они обеспечивают комфорт при нанесении на кожу, в зависимости от ее типа. Именно удачный подбор эмульгатора позволяет предоставить продукцию, полезную всем сегодняшним потребностям. В настоящее время используются в основном синтетические амфифильные эмульгаторы, обладающие рядом отрицательных свойств. В то же время требования, предъявляемые к косметической продукции, указывают на большую перспективность натуральных продуктов. Сравнению натуральных и синтетических эмульгаторов уделяется большое внимание связи с растущей потребностью в безопасных, эффективных и экологически чистых косметических продуктах. Натуральные эмульгаторы, полученные

из биологических объектов, растений или животных, ценятся за свою безопасность для кожи, низкую токсичность и биоразлагаемость.

Высокое содержание белка в плодах фундука, причем большая часть его растворимая, позволяет предположить о возможном его использование в качестве эмульгатора. Белки, выделенные из растений (таких как соя, горох и картофель), все чаще используются в качестве природных эмульгаторов для стабилизации смесей масла и воды. Благодаря своей амфифильности эти белки притягивают как воду, так и масло, что позволяет им заменять синтетические поверхностно-активные вещества или белки животного происхождения. Следует отметить, что использование растительных белков в виде эмульгаторов, уже применено в некоторых областях промышленности, в частности в пищевой. В косметической промышленности это связано с возможностью их использования для повышения степени эмульгирования различных эмульсионных систем. Способность многих растительных белков проявлять активность как эмульгаторов, является важным их функциональным свойством. Следует отметить, что большинство белков обладают поверхностно-активными свойствами и могут действовать как ПАВ. В отличие от эмульгаторов с малой молекулярной массой, которые быстро диффундируют к границе раздела фаз, обеспечивая образование эмульсии, белки, будучи макромолекулами, диффундируют медленнее. После достижения границы раздела фаз, белку обычно требуется некоторая степень частичной денатурации, чтобы обнажить скрытые гидрофобные аминокислоты на поверхности. Затем белок перестраивается таким образом, чтобы расположить свои поверхностные гидрофобные аминокислоты в масляной фазе, а гидрофильные аминокислоты — в водной фазе. После образования эмульсии, эмульгированные капли масла стабилизируются белками, которые накапливаются на их поверхности, образуя защитный слой, предотвращающий накопление капель масла и нарушение эмульгированного состояния. Следует отметить, что наряду с подобными свойствами, тонко измельченные плоды некоторых масличных растений, очевидно способны добавочно образовывать и колоидные системы типа Пикеринга [33-37]. Эмульсии Пикеринга могут быть образованы с использованием твердых частиц в качестве стабилизаторов, которые располагаются на границе раздела водной и масляной фаз и стабилизируют капли, предотвращая их коалесценцию. В данном случае твердые частицы могут уменьшить вероятность коалесценции, способствуя улучшенной стабильности эмульсии. Причем, множество твердых частиц может наделить эмульсии полезными характеристиками, такими как пористость и т.д. Учитывая, что определенная часть белков нерастворима в воде, либо в масле, как и часть полисахаридов и фенольных соединения, можно предположить, что они являются натуральным сырьем, источниками биологически активных соединений, обладающими хорошей биосовместимостью.

При изучении составов основ для получения в дальнейщем крем- масок, применялись 3 варианта возможных основ, содержащих различные эмульгаторы и стабилизаторы, %.

Основа 1.Оливковое масло 10.0, МГД 7,0 - 10,0, эмульсионный воск 2,0-6,0, масло какао 2.0, глицерин 5,0-8,0, парабен 0,3%, дистиллированная вода до 100,0. Основа 2. Оливковое масло 10.0, цетиловый спирт 5,0-10,0, поливиниловый спирт и полиэтиленгликоль (ПЭГ-4000) 1-3,0, глицерин 5,0- 8.0, пчелиный воск 5.0, парабен 0,3, дистиллированная вода до 100,0. Основа 3. Оливковое масло 10,0, карбопол 3,0-10,0, цетиловый спирт 5,0-10,0, глицерин 5,0-8,0, поливиниловый спирт и полиэтиленгликоль (ПЭГ- 4000) 1-5,0, парабен 0,3, дистиллированная вода до 100,0. Анализ полученных проб проводился по требованиям описанными выше. Использованные аналитические тесты. В основы с оптимальным составом, для установления возможного дополнительного введения биологически активных веществ, добавлялись (%) - мочевина 5,0, так же кислоты молочная, салициловая, гликолевая, азелаиновая в смеси либо в отдельности (для установления стабильности основы при изменении величины pH) и альгинат натрия в количестве до 2,0%, как пленкообразователь. Проведенные анализы показали, что по всем параметрам наиболее оптимальные результаты получены при использовании состава 1. Так, даже при добавлении суммы - мочевина и все кислоты вместе в количестве каждой до 1.0 %, стабильность основы не нарушается. Изучение процесса эмульгирования основы 1 с тонко дисперсной фракцией плодов фундука, показало возможность получения стабильной эмульсии до соотношения эмульсия / фракция = на 100 частей 45 частей, т.е. до 65%-го содержания. Подобный эффект обусловлен содержанием в плодах фундука высокого содержания белковых веществ и полисахаридов. Приводим данные анализов, контроль не менее 6 месяцев. (табл. 1, 2).

Таблица1.Исследование основы крема

Наименование теста		Результаты исследования
1	Сенсорный анализ Внешний вид эмульсии, цвет, запах, отсутствие плесени при хранение.	Удовлетв. требованиям
2	Стабильность	Удовлетв.требованиям. Стабильна при центрифугирование 3000 об./мин./15 минут
3	Однородность	Однородна при визуальном осмотре
4	pH, близкий к нейтральному	Удовлетв. требованиям. 6, 7- 6,9
5	Растекаемость. Размер пятна в диаметре не менее 15 мм.	Растекаемость.Удовлетв. требованиям, размер пятна в диаметре 17,5 мм.

Таблица2.Исследование крем- маски

Наименование теста		Результаты исследования
1	Сенсорный анализ Внешний вид эмульсии, цвет, запах, отсутствие плесени при хранение.	Удовлетворяет требованиям
2	Стабильность, при центрифугирование (3000 об./мин./15 минут) при комнатной т-ре	Удовлетворяет требованиям
3	Термостабильность. (при центрифугирование проб с температурами в диапазоне 30- 50 С и после цикла замораживание-размораживание.)	Удовлетворяет требованиям
4	pH = 6,5 – 7,0.	pH = 6,6 - 6,8. Удовлетворяет требованиям
5	Растекаемость. Размер пятна в диаметре пятна не менее 15 мм.	Удовлетворяет, размер пятна в диаметре 18 мм.
6	Величина коэффициента окклюзии не менее 33- 35%	Величина коэффицента оклюзии 41,67%
7	Определение возможности и способности выделения биологически активных веществ из крема- маски Размер образующего пятна в диаметрах не менее 13 - 14 мм.	Удовлетворяет. Размер пятна в диаметре 16 мм.
8	Образование пленки. Время высыхания до 20мин. При толщине нанесенного слоя 15-20мм.	Удовлетворяет. Время высыхания 17-20 мин.

Примечание: Анализы проводились в течение 1 года с интервалом в 1 месяц.

Заключение

Обычные методики использования маслосодержащего растительного сырья для получения косметических форм, предусматривают предварительное отделение масла и его очистку. Однако, судя по литературным данным, в этом случае потери масла составляют от 15% до 25-30%, в зависимости от метода технологии. Наряду с этим, переход в отходы ряда биологически активных веществ (фенольные соединения, флавоноиды, каротиноиды, и др.), которые так же используются в косметике, может составлять до 50%. По предлагаемой технологии, все эти вещества, вместе с маслами, используются комплексно. Потери минимальны. Полученная продукция, в данном случае крем-маски, удовлетворяют существующим требованиям.

Использованая литература

1.Theerada Taesotikul, Supusson Pengnam, Thapakorn Charoenying, Boonnada Pamornpathomkul and others. Dissolvable Face Mask with Liposomal Licorice Extract and Kojic Acid: An Innovative Approach for Skin. Cosmetics, 2026, 13(1), 21.

2.Fan Yan, Miao Guo, Jinjin Zhu, Hua Wang. Clinical evaluation of a multi-component facial mask with moisturizing, restorative, and rejuvenating effects. J. Cosmet Dermatol., 2025, 24(8):e70355.

3.Mohammad Mehdi Nemati, Mehdi Abedi, Younes Ghasemi, Hajar Ashrafi and others. Development and Evaluation of the Antioxidant and Antibacterial Activity of a Moisturizing Facial Peel-Off Mask Containing Curcumin and Damask Rose Extract. J. of Cosmetic Dermatology, 2024,Volume 23, Issue 6, pp. 2156-2169.

4.Faisal Ur Rehman, Aftab Ahmad. Potential of nutritional composition of hazelnut (Corylus avellana) and its bioactive properties in cosmetics. Journal of Modern Pharmacy, 2025, 9(1), pp. 39-43.

5.Pfeil, J. A., Zhao, Y., & McGorrin, R. J. Chemical composition, phytochemical content, and antioxidant activity of hazelnut (Corylus avellana L.) skins from Oregon. LWT, 2024,201. 6.Maira Fasciotti, Theis V.K. Monteiro, Veriksson F.K. Rocha, Luis R.B. Morais, Alessandra Sussulini, and others Comprehensive Triacylglycerol Characterization of Oils and Butters of Fifteen Amazonian Oleaginous species by ESI-HRMS/MS and Comparison with Common Edible Oils and Fats. European Journal of Lipid Science and Technology 2020,122(9):2000019

7._Manterola-Barroso, C., Godoy, K.Antioxidants in Nut Yield on Hazelnut Plantations in Southern Chile. Plants 2024, 12, 3530.

8.Yunus Emre Tuncil. Dietary Fibre Profiles of Turkish Tombul Hazelnut (Corylus avellana L.) and Hazelnut Skin. Food Chemistry, 2020, 316:126338.

9.Dominika Kaczmarek, Marta Pokora-Carzynska, Leslaw Juszczak, Ewelina Jamroz and others. Plant Proteins as Alternative Natural Emulsifiers in Food Emulsions. Foods,2025, 14(24), 4291.

10.Jiangzhao Jiang, Lisong Liang, Qinghua Ma, Tiantian Zhao and others. Kernel Nutrient Composition and Antioxidant Ability of Corylus spp. in China / Front. Plant Sci.,2021, Sec. Crop and Product Physiology,Volume 12, p.126-137.

11.Neslihan Göncuoğlu Taş, Vural Gökme. Analysis of Amino Acid, Water-Soluble Vitamins, Minerals, Sugars, and Organic Acid Content in Turkish Hazelnut Varieties. Pol. J. Food Nutr. Sci. 2018;68(3):223-234.

12.Mehmet Musa Özcan**,** Nurhan Uslu**.** Investigation of changes in total phenol, flavonoid, antioxidant activity, fatty acids, polyphenol and mineral profiles of hazelnut kernels dried in air, oven and microwave. JSFA Reports2023 3(2).

13.Teresa Mencherini, Tiziana Esposito, Francesca Sansone, Daniela Eletto, et al. Use of hazelnut (Corylus avellana L.) peel byproducts as a multifunctional ingredient for cosmetic emulsions. Antioxidants, 2025, 14 (10).

14.Omer F. Celik, Nesimi Aktaş, Mehmet I. Tugay, Yunus E. Tuncil Hazelnut (Corylus avellana L.) peel, a by-product of the nut industry, contains oil with high oxidative and thermal stability. International Journal of Food Science & Technology, 2023,58(10) p.p.,5451-5457.

15.Ludovica Spagnuolo, Susanna Della Posta, Chiara Fanali, Laura Dugo, Laura De Gara. Chemical Composition of Hazelnut Skin Food Waste and Protective Role against Advanced Glycation End-Products (AGEs) Damage in THP-1-Derived Macrophages. Molecules 2023 Mar 16;28(6):2680.

16.Stefan Ivanović, Nataša Avramović, Biljana Dojčinović, Snežana Trifunović, and others. Chemical Composition, Total Phenols and Flavonoids Contents and Antioxidant Activity as Nutritive Potential of Roasted Hazelnut Skins (*Corylus avellana* L.) Foods. 2020 Apr 4;9(4):430.

17. Saglam A, Asan-Ozusaglam M. A Natural Additive Alternative to the Cosmetics Industry: Hazelnut and Its Waste Products. J Skin Stem Cell. 2023;10(2):e137580.

18.Faisal Ur Rehman, Aftab Ahmad. The potential of hazelnut (Corylus avellana) nutritive composition and its bioactive properties in cosmetics. Journal of Contemporary Pharmacy, 2025, 9(1): 39-43.

19.Dilireba Shataer, Jun Li, Xiao-Mei Duan, Liu Liu, Xin Xue-Lei and others. Chemical Composition of the Hazelnut Kernel (*Corylus avellana* L.) and Its Anti-inflammatory, Antimicrobial, and Antioxidant Activities**.** J. Agric. Food Chem. 2021 Apr 14;69(14):4111-4119.

20. Yohannes Reda Tesfay, Helen Bitew, Fantahun Molla Kassa, Tsadkan Gebremeskel Haile, Huria Hussien Fitwi Development, Characterization, and Evaluation of Topical Antibacterial Formulations From Achyranthes aspera BioMed Research International, 2026 mar 31, 2026: 4493916.

21.Peishan Jian, Wen Li2, Lijia Wei and others and others. Synthesis of New Biodegradable Beauty Mask with Sodium Alginate and Agar. Highlights in Science, Engineering and Technology. MISBP, 2023,Volume 74, p. 555-564.

22.Ayesha Saee, Farzana Kishwar, Ahsan Nazir, Sharjeel Abid and others. Antibacterial Sodium Alginate Cosmetic Herbal Electrospun Nanofiber Mask. Journal of Innovative Sciences, Vol.8, Iss.2, P. 221- 232.

23.Bakhrushina Elena O., Anurova Maria N., Zavalny Michael S., DEMINA NATALIA B., and others. Dermatologic Gels Spreadability Measuring MethodsComparativeStudy. I. International Journal of Applied Pharmaceutics ISSN- 0975-7058 Vol 14, Issue 1, 2022.

24.Ekaterina D. Obluchinskaya, Olga N. Pozharitskaya,Elena V. Flisyuk, Alexander N. Shikov, et al.Formulation, Optimization, and In Vivo Evaluation of Fucoidan-Based Cream with Anti-Inflammatory Properties, Mar. Drugs 2021, 19(11), 643.

25.Elham Y Al-Barghouthy Saja Hamed , Ghadeer F Mehyar, Hatim S AlKhatib. Comparative Evaluation of Spreadability Measurement Methods for Topical Semisolid Formulations/A Scoping Review Gels 2025, Dec 12;11(12):1006.

26.Katys Hutova, Velichka Andonova, Nataline panova, Ivan Ivanov and others. Design and Characterization of Cosmetik Creams Based on Natural Oils from the Rosaceae Family. Cosmetics 2025,12(6),248.

27.Neama M.J., Al-Akkam E.J. Characterization and animal skin irritation study of vemurafenib microemulsion – based hydrogel using oil-in-ionic liquid. Ifaqi J. vet. Med. 2024,48, 81-92.

28.Alexander I., Krasnyuk I.I. Dermatologic gels spreadability measuring methods comparative study. Int. J. Appl. Pharm. 2022;14:164–168.

29.Ali, A., Skedung, L., Durley, S.; lavant, E., Ringstad, L., Anderson, K.D., Wahlgren, M., Engblom, J. Relationships between sensory and physical characteristics of topical creams: acomparative study of the influence of exicipients. Int. J. Pharm. 2022, 613, 121370.

30.Inoue, Y., Shiozawa, R., Niiyama, D., Shinohara, I., and others. Characterization of prescription and over-the-counter formulations of vidarabine cream. World J. Pharm. Sci.2017, 5, 11-18.

31.Deuschle, V.C.K.N., Deuschle, R., A., N., Bortoluzzi, M.R., Athaide, M.L.Physicochemical evaluation of the stability, spreadability, in vitro antioxidant properties, and photoprotective

properties of topical formulations containing calendula officinalis L. leaf extract. J. Pharm.Sci. 2015, 51, 63-7.

32.Hamed Hamishekar, Saide sameh, Khosro Adipkia, Kamyar Zarza and others. A comparative histological study of the effectiveness of occlusive skin protection using a cream made from solid lipid nanoparticles and petrolatum. Res Pharm Sci. 2025, 10(5):378-387.

33. Tianlong Xiao, Xiaojie Ma, Hui Hu Fei Xiang, Xinyu Zhang and others. Advances in emulsion stability: A review on mechanisms, role of emulsifiers, and applications in food. Food Chem X. 2025 Jul 17;29:102792.

34.Stephan Drusch, Martina Klost, Helena Kieserling. Current knowledge on the interfacial behaviour limits our understanding of plant protein functionality in emulsions. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 2021,56:101503.

35. Thais C. Brito-Oliveira, Talita Comunian, Samantha Pinho. Plant Proteins as Emulsifiers in the Food Industry: Research Progress, Current Challenges and Future Trends.Journal of the American Oil Chemists' Society. 2026;103(2):99-121.

36.Tong, C.; Yi, Z.; Ma, L.; Tang, Y.; Liu, D.; Cao, S.; Ma, S.; Li, S. Antibacterial, anti-inflammatory, and antioxidant microenvironment-responsive curcumin-containing tea polyphenol particle-stabilized Pickering emulsion for promoting infected wound healing. ACS Appl. Mater. Interfaces 2024, 16, p.p.44467–44484.

37.Deepika Venkataramani, Ana Tsulaia, Samiul Amin. Fundamentals and applications of particle stabilized emulsions in cosmetic formulations. Adv Colloid Interface Sci. 2020 Sep:283:102234.

Using oil-containing raw materials, Hazelnut kernels (Corylus avellana L.), grown in Georgia, to create a cosmetic mask.

Yavich P. A[1]., Kakhetelidze M. B[2]., Kikalishvili B. Yu.[3]

Institute of Pharmacochemistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University

Abstract. Facial cosmetics are key to protecting the skin from sun damage, improving its structure and appearance, and preventing a number of skin diseases. Cosmetic masks play a significant role, being one of the main methods of application. This report describes the creation of such a mask using a fatty medicinal raw material, hazelnut kernels (Corylus avellana L.), grown in Georgia.

Keywords: Hazelnut, cosmetics, masks, fats, analysis.

კოსმეტიკური ნიღბის შესაქმნელად ზეთის შემცველი ნედლეულის, საქართველოში მოზარდი თხილის ნაყოფების (Corylus avellana L.) გამოყენება

იავიჩი პავლე აბრამის ძე*, კახეთელიძე მზია ბონდოს ას., კიკალიშვილი ბელა იურის ას.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ი.ქუთათელაძის ფარმაკოქიმიის ინსტიტუტი

რეზიუმე. სახის კოსმეტიკა კანის მზის დაზიანებისგან დაცვის, მისი სტრუქტურისა და გარეგანი სახის გაუმჯობესებისა და კანის რიგი დაავადებების პრევენციისათვის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს. ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი და საკმაოდ ეფექტურია კოსმეტიკური ნიღბების გამოყენება. მოცემულ ნაშრომში აღწერილია ასეთი ნიღბის შექმნა საქართველოში მოზარდი ცხიმის შემცველი სამკურნალო ნედლეულის, თხილის ნაყოფის (Corylus avellana L.) გამოყენებით.

საკვანძო სიტყვები. თხილი, კოსმეტიკა, ნიღბები, ცხიმები, ანალიზი.

*Yavich Pavel Abramovich, Doctor of Pharmaceutical Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Pharmacochemistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia; P. Sarajishvili st 36 | Tbilisi, 0159; Georgia Tel: +995 592073188 E-mail p.iavichi@tsmu.edu

Kakhetelidze Mzia Bondoevna, Doctor of Pharmacy, Senior Researcher, Institute of Pharmacochemistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University, Tbilisi, Georgia; P. Sarajishvili st 36 | Tbilisi, 0159; Georgia Tel:+995545763 E-mail m.kakhetelidze@tsmu.edu

Kikalishvili Bella Yurievna, Doctor of Pharmacy, Chief Researcher, Chairman of the Scientific Council of the Institute of Pharmacochemistry I. Kutateladze Tbilisi State Medical University, Tbilisi,Georgia

P. Sarajishvili st 36 | Tbilisi, 0159; GeorgiaTel: +995 593319243 E-mail B.kikalishvili@tsmu.edu

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.26



Linguistics

Solving linguistic problems using creative thinking methods

On the example of research into the etymology of the Kashueti temple and the purpose of its archetype

Gela Gvinepadze

Doctor of Computer Science, Georgian Technical University, Faculty of Informatics and Control Systems, Professor

Tel: +995 595 614 998; E-mail: gvinepadzegela@gmail.com; ORCID: 0009-0001-2350-5648

Abstract

The article presents a new version of the etymological origin of the name of the Kashueti Church, located on Rustaveli Avenue in the center of Tbilisi. It also considers the supposed version of its archetype.

In developing these versions, in the search and analysis of arguments, we relied on an interdisciplinary approach, which is widely used today for scientific research.

In particular, we involved facts and artifacts from the following scientific fields: Linguistics, architecture, astronomy.

We compared the obtained data with the customs and artifacts of Christian and earlier religions, and relied on our previous work on the problem of the origin of language.

To draw conclusions, we used approaches developed for the field of creative thinking:

Six hats of Dr. De Bono, the Delphi and CoRT methods, which have repeatedly proven their effectiveness in finding ways to solve complex problems, including in the field of linguistics.

Thus, the complex issue was discussed and resolved more broadly than could be addressed by including only linguistic methods in the arsenal of research tools.

As a result of the conducted research, we came to the following conclusions:

- The name Kashueti comes from the archaic word Kvasveti;
- One of the main purposes of the object was to perform astronomical functions;
- Over the course of thousands of years, the etymon has changed. The modified term as a result of rethinking the purpose of the archetype became the source for folk etymology.

It is believed that the result of any successful research is something greater than itself.

Continuing research led us to the following conclusions:

Places similar to the location of Kashueti have been observation points for recording the trajectories of celestial bodies since time immemorial. The information obtained with their help was very valuable for agricultural peoples, among whom the proto-Georgians were among the first. Over time, stone pillars became an object of worship for pagan deities. This event explains, at first glance, the strange fact that representatives of victorious religions chose for their cult sites the very places where monuments intended for the worship of pagan deities, which were overthrown in new eras, had previously stood.

Keywords: architectural monuments, Kashueti, etymological searches, methods of creative thinking.

Introduction

The discussion addresses the etymology of the Kashueti Church, located in the center of Tbilisi, as well as the purpose of its archetype.

This monument, by the standards of the history of Georgian architecture, was built quite recently - at the beginning of the 20th century. However, when working on the sketches of the temple, specialists were guided by the architecture of old Georgian churches, first of all, Samtavisi.

In addition, it is known that on the territory of this monument there was a church built in the 6th century.

To find out the etymology of the mentioned monument and the purpose of its archetype, we had to go back to the much distant past.



1. **Kashueti Temple**

Methods

In exploring the etymology of the Kashueti Church and the purpose of its archetype, we adopted an interdisciplinary approach when searching for the necessary materials. To develop a new, more accurate version of the church's etymology, we employed the historically comparative method widely used in linguistics, as well as creative thinking techniques recommended by experts: Dr. De Bono's Six Thinking Hats, Delphi, CoRT, and our newly developed theory on the origin of language.

Results

The results of the research are:

1. A new version of the etymological origin of the term Kashueti (Kashveti), completely different from the previous ones;

2. Clarification of the reason for choosing its location.

Kashueti is a modified version of the term Kvasveti, which has long been known to Georgia, but over time, as a result of rethinking, typical of folk etymology, it has undergone changes and the word Kvasveti has turned into Kashveti.

According to our assumption, its prototype was a sundial - a spear inserted into the center of a circle drawn on the ground with a unique scale (dial) made up of stones along part of its circumference. This primitive structure eventually became a pagan cult object for worship.

After Christianity became the state religion in Georgia, based on their and also astronomical function, the places for building new cult objects remained the same.

Among the arguments supporting the validity of the proposed versions, we present another one — the term of a similar structure, kva-jvari (stone + cross). It refers to a Christian monument erected in memory of the deceased.

Basic Principles

Kashveti (Kashveti) - The church, located in the center of Rustaveli Avenue and decorating it, was built in its current form in 1904-1910 according to a project drawn up by specialists invited from abroad and under their own supervision. However, at the suggestion of Georgian figures, they took the architecture of local ancient monuments, first of all, the Samtavisi Cathedral, as the basis for their church sketches.

It should be especially noted that:

"Under the conditions of Russian imperial rule, the Kashveti Cathedral was the first bold step of Georgian society in the revival of traditional national forms, presenting its Georgian style as a progressive phenomenon" [1].

Kashveti is a large and very interesting religious and architectural monument, the history of which has given rise to many opinions of scientists and specialists.

In this article, we sought to acquaint readers with a new version of the name of the Kashveti temple.

This version is based on a motif associated with Georgian reality, but now well forgotten.

Let's start with the definition of a menhir given by Wikipedia. It is:

"A vertically standing stone column with an inscription or relief image."

It has been found that stone pillars (steles) had a special and multifaceted purpose. They were used to delimit territories, as cult objects, as pillars with inscriptions marking special events, etc.

Such steles are found in large numbers both in our country and around the world.

The tradition of erecting such stone pillars in Georgia dates back to ancient times. For example, it has been determined that the Chikiani stone pillar erected in Javakheti is three thousand years old.

Of the steles found in Georgia, the Sharagas stele is of particular scientific interest, thanks to the ligature made on it and another letter sign (presumably a fragment of another ligature).

The same can be said about the Davati stele of the 6th century, which depicts the Virgin Mary, the baby Jesus surrounded by angels and the Asomtavruli alphabet.

According to our assumption, expressed in previous articles, the prototype of these steles was a sundial, or rather its simplest form - a spear inserted into the center of a circle drawn on the ground, which over time became objects of worship of the luminaries - deities.

In subsequent periods, their place was taken by the cult buildings of the victorious religions, both in content and in territory! [2-4]. "Common sense" suggests that the choice of places for worship of new cults should have been different, but the fact is that the repeated choice of territories for new cults, where idols (already condemned and discredited) were previously located, was again determined by their usefulness for astronomical observations!

And pagan stone pillars from now on became Christian crosses - ქვაჯვარი!

Time passes, and Christian churches are built on the site of these steles. However, in some cases, the name of an earlier religious building reaches us in a slightly modified form.

It seems that this is exactly the fate of the name Kashueti, which over time underwent changes as a result of rethinking, so characteristic of folk etymology:

Kvasveti → Kashveti

Let us use other facts to confirm this hypothesis:

According to academician T. Gamkrelidze, the ancestor of the term შუა (ch-u-a) is the archetype შუვ (ch-u-v) [5].

We believe that approximately the same change occurred in the case of the Georgian term denoting stone, and the old term ქავ (q-a-v) over time turned into ქვა (q-v-a).

Let us present arguments in favor of this version:

1. In the Mengrelian-Laz dialect, instead of ქვა (q-v-a), a closer to the original term is used - ქუა (q-u-a).

2. For the mountain inhabitants, the Pshav-Khevsurs, ქავ (q-a-v) is a wall surrounding a fortress:

"... the Roshka fortress was surrounded by seven rows of ქავი-ი" (an excerpt from a folklore poem).

3. For them, ქავ (q-a-v) is a wall to which the severed hands of a slain enemy were tied.

4. This term is also found in the works of Vazha-Pshavela - it denotes a wall protecting against enemy invasion.

These walls, of course, were overwhelmingly built of stone.

Here we note that the connection between these terms is observed, for example, in Indo-European languages.

Finally, in support of the versions put forward in the article, we will present the following arguments - churches called Kashueti, in addition to Tbilisi, are located [6]:

1. In Svaneti, in the Adishishchala gorge (built in the 13th century);
2. As well as in Imereti, in the municipalities of Kharagauli and Khashuri;
3. In the form of underground ruins in the cemetery of the Adjarian village of Dzhabnidzeebi.

P.S. In a previously published study [7], we suggested that since ancient times pagan monuments, including stone pillars, in addition to the role of sundials, also performed other astronomical functions. In particular, the places for the construction of the main monument, relative to two landmarks located on the mountains, were chosen in a special way - a triangle was formed, convenient, for example, for observations in order to determine the onset of the days of the equinoxes.

It would be nice if the architects carried out a study in “collaboration” with the monuments in Kashueti and the surrounding mountains to check the possibility of forming such a triangle.

Conclusion

The article discusses a new version of the origin of the name of the Kashueti temple, an architectural monument located on Rustaveli Avenue in the center of Tbilisi. The essence of the version, based on a motive well forgotten today, is as follows: - the word Kashueti is a modification of the ancient term term KVASVETI, which, thanks to a typical folk etymology legend, was reinterpreted and Kashueti was obtained from kvasveti. As for kvasveti (kva - stone + sveti - column), according to our assumption, in ancient times it bore the function of a sundial, representing a spear inserted into the center of a circle marked on the ground. Over time, kvasveti became a cult object. Of the arguments confirming the validity of the version presented in the article, another one is given - the term KVAJVARI (kva - stone + jvari - cross) has a similar structure - this is already a Christian monument erected in honor of the memory of the deceased.

REFERENCES

1. Dissertation work by Liana Giorgobiani http://dspace.nplg.gov.ge/bitstream/1234/180203/1/DISERTACIA.pdf (in Georgian)
2. Gvinepadze G. (2019) Solution of some complex linguistic problems by interdisciplinary approach (for etymology of the term “Georgia”) Tbilisi. Georgian Technical University, “WORKS” 2019, №2 (512), 40-54 pp. ISSN 1512-0996. (in Georgian).
3. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://gtu.ge/ims/pdf/G_Gvinepadze_shemoqmedebiTi_azrpvneba.pdf (in Georgian)
4. Fenrich H., Sarjveladze Z. (1990) Etymological dictionary of the Kartvelian languages. Tbilisi State University Publishing House. (in Georgian).
5. https://ka.wikipedia.org/wiki/ ქაშვეთი_(მრავალმნიშვნელოვანი)
6. Gvinepadze G. (2017) ISSUES OF ORIGINS AND DEVELOPMENT OF LANGUAGES THROUGH THE AGES AND THE WIKTIONARY. Tbilisi. Georgian Technical University, “WORKS”, 2017, № 3 (505), 49-66 pp. (in Georgian).
7. Gvinepadze G. (2019) Solution of some complex linguistic problems by interdisciplinary approach *(for etymology of the term Georgia).* Tbilisi. Georgian Technical University, “WORKS”, 2019, №2 (512), 40-54 pp. (in Georgian).

ენათმეცნიერება

ლინგვისტიკური პრობლემების გადაწყვეტა კრეატიული აზროვნების მეთოდების გამოყენებით

(ქაშუეთის ტაძრის ეტიმოლოგიის და მისი არქეტიპის დანიშნულების კვლევათა მაგალითზე)

გელა ღვინეფაძე

კომპიუტერულ მეცნიერებათა დოქტორი
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკის და მართვის სისტემების ფაკულტეტი
პროფესორი
ტელ: +995 595 614 998
E-mail: gvinepadzegela@gmail.com
ORCID: 0009-0001-2350-5648

აბსტრაქტი

სტატიაში წამოყენებულია თბილისის ცენტრში, რუსთაველის პროსპექტზე მდებარე ეკლესიის ქაშუეთის სახელწოდების ეტიმოლოგიური წარმოშობის ახალი ვერსია. განიხილება აგრეთვე, მისი არქეტიპის დანიშნულების ვერსია.

ამ ვერსიების შემუშავებისას, სათანადო არგუმენტების მოძიებისა და გაანალიზების პროცესებში ვეყრდნობოდით მეცნიერული კვლევების წარმართვისათვის დღეს ასე ფართოდ გამოყენებულ **ინტერდისციპლინურ** მიდგომას.

კერძოდ, ფაქტებს და არტეფაქტებს მოვიხმობდით შემდეგი მეცნიერული დარგებიდან:

ლინგვისტიკა, არქიტექტურა, ასტრონომია.

მოპოვებული მონაცემების შეჯერებას ვახდენდით ქრისტიანული და კიდევ უფრო ადრინდელი წარმოშობის რელიგიებში მიღებულ წეს-ჩვეულებებთან, არტეფაქტებთან, ასევე, ვეყრდნობოდით ჩვენ მიერ ადრე შესრულებულ სამუშაოებს ენის წარმოშობის პრობლემის თაობაზე.

დასკვნების გამოსატანად კი მივმართავდით კრეატიული აზროვნების სფეროსთვის შემუშავებულ ისეთ მიდგომებს, როგორიცაა:

დოქტორ დე ბონოს ექვსი ქუდის, დელფოსის და CoRT მეთოდები, რომელთაც არაერთხელ დაამტკიცეს თავიანთი ეფექტიანობა რთული ამოცანების გადაჭრისათვის გზების ძიებისას და მათ შორის, - ლინგვისტიკის სფეროშიც.

ამრიგად, წამოჭრილი საკითხი განიხილებოდა და წყდებოდა უფრო ფართო ჭრილში, ვიდრე ამის შესაძლებლობას მოგვცემდა კვლევის ინსტრუმენტების არსენალში მხოლოდ ლინგვისტიკური მეთოდების ჩართვა.

ჩატარებული კვლევების შედეგად მივედით შემდეგ დასკვნებამდე:

- სახელწოდება *ქაშუეთი* მომდინარეობს ფრიად არქაული წარმოშობის სიტყვა *ქვასვეტისგან*;
- ამ ობიექტის ერთ-ერთი, ამასთან, უმთავრესი დანიშნულება გახლდათ ასტრონომიული ფუნქციების შესრულება;
- ათასწლეულების განმავლობაში მოხდა აღნიშნული ეტიმონის მოდიფიცირება, სახეცვლილი ტერმინი კი მისი დანიშნულების გადააზრების შედეგად ე. წ. *ხალხური ეტიმოლოგიების* წყაროდ იქცა.

მიჩნეულია, რომ ნებისმიერი წარმატებული კვლევის შედეგი თავის თავზე მეტია.

უძველესი ობიექტების დანიშნულების საკითხში უფრო ღრმად გასარკვევად კვლევების გაგრძელებამ მიგვიყვანა ასეთ მოსაზრებებამდეც:

ქაშუეთის მდებარეობის მსგავსი ადგილები უხსოვარი დროიდან მნათობების ტრაქტორიებზე დაკვირვების პუნქტებს წარმოადგენდნენ. მათი დახმარებით მოპოვებული ინფორმაცია მეტად ღირებული გახლდათ მიწათმოქმედი ხალხებისთვის, რომელთა შორისაც ერთ-ერთი პირველები პროტოქართველები იყვნენ. დროთა განმავლობაში ქვასვეტები რომელიმე წარმართული ღვთაების თაყვანისცემის ობიექტიც ხდებოდა.

ამ მოვლენით აიხსნება, ერთი შეხედვით, ის უცნაური ფაქტი, რომ გამარჯვებული რელიგიების წარმომადგენლები თავიანთი საკულტო ობიექტებისთვის სწორედ იმ

ადგილებს ირჩევდნენ, სადაც მანამდე ახალ ეპოქებში შერისხული, წარმართული ღვთაებების თაყვანისცემისთვის განკუთვნილი ძეგლები იდგა.

საკვანძო სიტყვები: არქიტექტურული ძეგლები, ქაშუეთი, ეტიმოლოგიური ძიებები, კრეატიული აზროვნების მეთოდები.

Addition





2. Ushba 3. Machu Picchu

Georgian Scientists
ქართველი მეცნიერები
Vol. 8 Issue 3, 2026
https://doi.org/10.52340/gs.2026.08.03.27



საქართველოს გადამამუშავებელი წარმოებების მცენარეული ნარჩენების კვლევა და ოპტიმალური გადამუშავების რეკომენდაციები

ავთანდილ ცინცქილაძე[1], რაული გოცირიძე[2], დარეჯან ჩიქოვანი[3], ნინო მხეიძე[4], ლელა სურმანიძე[5]

[1]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი, ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი; [2]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი; [3]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი; [4]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის აგრარული და მემბრანული ტექნოლოგიების ინსტიტუტი, ქიმიის მეცნიერებათა დოქტორი; [5]ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მაგისტრი

აბსტრაქტი:

წინამდებარე სტატია მიძღვნილია სამრეწველო მცენარეული ნარჩენების გამოყენების საკითხისადმი. ირკვევა, რომ საქართველოს სინამდვილეში ათასობით ტონა მცენარეული ნარჩენები იყრება ნაგავსაყრელებზე, მაშინ როცა აღნიშნული კარგი ნედლეულია პექტინების წარმოებისათვის.

განხილულია პრაქტიკაში გამოყენებული პექტინების წარმოების ტექნოლოგიები, მათი დახასიათება, სირთულეები და ნაკლოვანებები. ანალიზის საფუძველზე ავტორები თვლიან, რომ მიზანშეწონილია ახალი ეფექტური, მარტივი და დაბალხარჯიანი პროცესების შემოტანა პექტინების ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის და გამოლექვის ეტაპებზე. ამ პროცესებში გამოსაყენებლად წარმოდგენილია ელექტროლიზური ტექნოლოგიით მიღებული ელექტროაქტიური ხსნარები, რომლებიც იძლევიან საშუალებას ეფექტურად განხორციელდეს ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის და გამოლექვის პროცესები და გამოირიცხოს რთული და ხარჯტევადი ქიმიური რეაგენტებით ჰიდროლიზი/ექცტრაქციის, კონცენტრირების, სპირტით ან მარილებით გამოლექვის პროცესები.

წარმოდგენილია კვლევითი ჯგუფის მიერ შექმნილი ახალი ელექტროლიზური დანადგარები, რომლებიც იძლევიან მჟავე და ტუტე ხსნარების მიღების საშუალებას. წარმოდგენილია აღნიშნული ხსნარებით ექსტრაქციისა და გამოლექვის კვლევების შედეგები. კვლევების შედეგებზე გაკეთებული დასკვნებით ავტორები იძლევიან

რეკომენდაციას, რომ მოხდეს ელექტროლიზური ტექნოლოგიების ფართო გამოყენება პექტინოვანი ნივთიერებების მიღების პროცესებში.

საკვანძო სიტყვები: პექტინი, ელექტროლიზი, ტექნოლოგია

ოცდამეერთე საუკუნეში მეცნიერები და პრაქტიკოსები მნიშვნელოვან პრობლემად თვლიან წარმოებისა და გადამუშავების პროცესებში წარმოქმნილი ასეულობით ათასი ტონა ნარჩენების რაციონალური გადამუშავებისა და მათი შემდგომი გამოყენების საკითხს, რადგან მისი მოუგვარებლობა იწვევს, როგორც ეკონომიკური, ასევე სოციალური და ეკოლოგიური ხასიათის პრობლემების წარმოქმნას. ეს პრობლემა დგას საქართველოს წინაშეც: მიუხედავად იმისა, რომ გასული საუკუნის 90-იან წლებთან შედარებით მცენარეული ნედლეულის გადამუშავების მოცულობები მნიშვნელოვნად შემცირებულია, მაინც რჩება ათასობით ტონა მცენარეული ნარჩენები გადამუშავების პროცესებში, რომლებიც არ გამოიყენება და იყრება ნაგავსაყრელებზე.

აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენი მიზანი იყო შეგვესწავლა გადამუშავების პროცესებში წარმოქმნილი ნარჩენები და შეგვემუშავებინა წინადადებები გამოყენების შესახებ. კვლევებმა აჩვენა, რომ დღეისათვის გადამუშავების პროცესებში დიდი რაოდენობით რჩება მანდარინის, ვაშლისა და ყურძნის ნარჩენები (გამონაწნეხები). მანდარინის შემთხვევაში გადამუშავების მოცულობის თითქმის 60%, ვაშლისა და ყურძნის შემთხვევაში 50-60% რჩება ნარჩენების სახით. გადამუშავების სტატისტიკის გათვალისწინებით ათასობით ტონა ნარჩენი იყრება სპეციალურ ნაგავსაყრელებზე.

ტექნოლოგიების შესწავლა გვიჩვენებს, რომ ამ ნარჩენებიდან შესაძლებელია დამზადდეს ნატურალური პიურეები, მინახარშები, კონფიტიურები, ჯემები, პექტინები და სხვა, მაგრამ პრაქტიკა აჩვენებს, რომ ამ პროდუქტებზე, გარდა პექტინისა მოთხოვნილების ხარისხი ძალიან დაბალია, რაც იწვევს მათ გამოუყენებლობას. ამ ნარჩენების გამოყენება სპეციალური დამუშავების შემდგომ შესაძლებელია საქონლის საკვებადაც, თუმცა ამ მიმართულებითაც არაფერი კეთდება ჩვენს ქვეყანაში.

მსოფლიო პრაქტიკის შესწავლა/გამოკვლევამ აჩვენა, რომ წარმატებულ ქვეყნებში ასეთი ნარჩენების საკითხი მოგვარებულია, ყოველ შემთხვევაში ასეთ ნარჩენებს ნაგავსაყრელებზე არ ყრიან. მიზანშეწონილი იქნებოდა, თუ ჩვენი ქვეყანაც ამ პრაქტიკას გაითვალისწინებს. წამყვანი ქვეყნები ასეთ ნარჩენებს ამუშავებს, აშრობს და ყიდის ძირითადად პექტინის მწარმოებლებზე. პექტინის მსოფლიო წარმოების მოცულობა 80ატ. ტონის ფარგლებშია და ყოველწლიური ზრდა 1-2ათასი ტონაა. ფინანსურად ეს შეადგენ 1,02 მილიარდი დოლარის მოცულობას მზარდი ტენდენციით /1/. ეს მიუთითებს, რომ პექტინზე მსოფლიო მოთხოვნის დონე მაღალია და ზრდადია. აქედან გამომდინარე ნარჩენების ნაგავზე გადაყრას სჯობს მათი დამუშავება და გაყიდვა ან პექტინის წარმოების მოწყობა.

პექტინები მრეწველობაში ფართოდ გამოყენებადი ბუნებრივი ნაერთებია. ის გამოიყენება ზეფირების, მარმელადების, კონფიტიურების, ჯემების, ძეხვეულის, წვენების, იოგურტების და სხვათა წარმოებაში. სამედიცინო და ფარმაცევტულ სფეროში

მას იყენებენ საბავშვო გრანულების, სუსპენზიების, ლაბების წარმოებაში, ემულსიებზე სიბლანტის მისაცემად, აგრეთვე გამოიყენება რადიოპროტექტორული თვისებების ფარმაცევტულ პროდუქტებში მძიმე მეტალების შესაბოჭად, ჭრილობების სამკურნალოდ, კუჭ-ნაწლავოვანი სისტემის სამკურნალოდ, მიკრობიოლოგიური საკვები არეების მისაღებად. ფართოდ გამოიყენება კოსმეტიკურ პროდუქტებშიც /1, 2/.

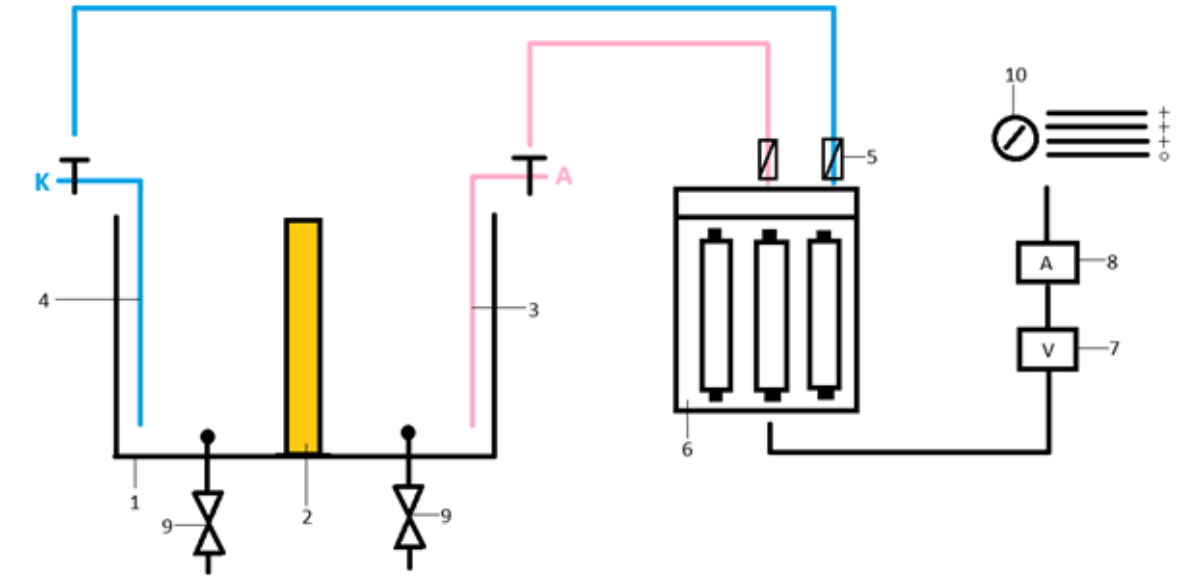
სამეცნიერო/პრაქტიკული ლიტერატურის განხილვამ გვიჩვენა, რომ პექტინების ნარჩენებიდან ექსტრაგირებისათვის გამოიყენება სხვადასხვა ტექნოლოგიები: მიკროტალღური ექსტრაქცია /3/; ულტრაბგერითი ექსტრაქცია /4/; სუბკრიტიკული წყლით ექსტრაქცია /6/; იმპულსური ელექტრული ველი /5/; ჰიდროლიზი მაღალი წნევის პირობებში /7/; ჰიდროაკუსტიკური პროცესები /8/, მაგრამ პრაქტიკაში ძირითადად გამოყენებულია პექტინების მჟავე არეში ექსტრაქცია, შემდგომი ექსტრაქტის კონცენტრირებით 6-7% პექტინის შემცველობამდე და გამოლექვით რექტიფიცირებული სპირტით ან ალუმინის ან კალციუმის მარილებით. შემდგომი რეცხვით, შრობით და დაქუცმაცებით. ამ ტექნოლოგიების ნაკლოვანებები გამოიხატება ტექნოლოგიურ სირთულეებში, სიძვირეში და ა.შ. სირთულეები არის ექსტრაქციის ეტაპზე, რადგან პროცესებში გამოიყენება ორგანული და არაორგანული მჟავები და გამოლექვის ეტაპზე სპირტული კოაგულაცია ან მარილებით გამოლექვა.

ჩვენი კვლევებით მიზანშეწონილი იქნებოდა ტექნოლოგიების ეფექტურობის გაზრდისათვის და პროცესების გამარტივებისათვის მოგვესინჯა ახალი ტექნოლოგიების გამოყენება. კვლევის პროცესში ჩვენი ინტერესი გამოიწვია ელექტროლიზურმა ტექნოლოგიებმა, რომელიც პექტინების წარმოებაში ნაკლებად არის შესწავლილი. საქმე იმაშია, რომ ელექტროლიზური ტექნოლოგია იძლევა საშუალებას მივიღოთ მარტივად და იაფად მჟავე და ტუტე სითხეები, რომელთა გამოყენება შესაძლებელია ექსტრაქციისა და გამოლექვის ეტაპებზე.

ელექტროლიზური ტექნოლოგიები კვლევითი ჯგუფისათვის უცხო არ არის. ეს ტექნოლოგია საკმაოდ საინტერესოა ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებში გამოყენებისათვის. სამეცნიერო ჯგუფს ქონდა შესაძლებლობა დაემზადებინა სხვადასხვა სიმძლავრის ელექტროლიზური აპარატები, რომლებშიც შესაძლებელია მჟავე და ტუტე რეაქციის ელექტროაქტიური სითხეების დამზადება. პროექტის ფარგლებში დამზადებული აპარატები წარმოდგენილია სურათზე, რომლის



სქემატური გამოსახულებაც შემდეგნაირია



ნახ 1: ელექტროლიზური აპარატი: 1 - წყლის აბაზანა, 2 - ელექტრომემბრანა, 3 - ანოდური ელექტროდი, 4 - კათოდური ელექტროდი, 5 - უსაფრთხოების დამცველები, 6 - ტრანსფორმატორი, 7 - ვოლტმეტრი, 8 - ამპერმეტრი, 9 - ჩამოსხმის ვენტილები, 10 - დენის მარეგულირებელი

ჩატარებული იქნა ელექტროაქტიური სითხეების მიღების დეტალური კვლევები. ამ კვლევების საფუძველზე მიღებული იქნა pH 1,5-დან 12,5-მდე სითხეები. წინამდებარე ნაშრომში კვლევის შედეგების წარმოდგენა არ ჩაითვალა საჭიროდ. სითხეები გამოირჩევიან სტაბილურობით ხანგძლივი დროის განმავლობაში, ამჟღავნებენ მაღალ შენახვისუნარიანობას და თითქმის არ იცვლიან თავიანთ თვისებებს.

ასეთი ელექტროაქტიური წყლის გამოყენებით ჩატარებული იქნა კვლევები პექტინების ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის შესასწავლად. ექსტრაგენტის pH=2,0, ტემპერატურა 80^{0}C, ექსტრაქციის დრო 90 წთ. პარალელურ რეჟიმში შედარებისათვის დადგმული იქნა კონტროლი მარილმჟავას გამოყენებით, რომელიც ტრადიციულად გამოიყენება. ექსტრაქციის რეჟიმები იდენტური იყო. მიღებული შედეგები მოცემულია ცხრილში

ცხრილი 1: პექტინოვანი ნივთიერებების ექსრაგირების მაჩვენებლები ელექტროაქტიური და მარილმჟავას ხსნარის გამოყენებისას

ექსტრაქციის რეჟიმები / ნედლეული		pH	ტემპერატურა, ^{0}C	დრო, წთ	გამოსავალი, %
ელექტროაქტიური ხსნარი					
1	მანდარინის მშრალი გამონაწნეხი	2,0	80	90	8,5
2		2,0	80	90	10,2
3		2,0	80	90	9,1
მარილმჟავა					
1	მანდარინის მშრალი გამონაწნეხი	2,0	80	90	11,1
2		2,0	80	90	10,3
3		2,0	80	90	9,2

ელექტროაქტიური ხსნარი					
1	ვაშლის მშრალი გამონაწნეხი	2,0	80	90	5,3
2		2,0	80	90	4,4
3		2,0	80	90	5,1
მარილმჟავა					
1	ვაშლის მშრალი გამონაწნეხი	2,0	80	90	4,7
2		2,0	80	90	4,2
3		2,0	80	90	5,2

როგორც შედეგები აჩვენებს პექტინოვან ნივთიერებათა გამოსავლიანობაზე ელექტროაქტიური ხსნარი და მარილმჟავას ხსნარი ერთნაირად მოქმედებს, რის საფუძველზეც შეიძლება დავასკვნათ, რომ ელექტროლიზური ტექნოლოგიის შეტანა ექსტრაქციის პროცესში სრულიად მისაღებია. აღნიშნული ამარტივებს და აიაფებს ტექნოლოგიას და ხარისხზე არ ზემოქმედებს.

ჩვენთვის საინტერესო იყო შეგვესწავლა გამონაწნეხების (ნარჩენების) გამოყენების მსოფლიო პრაქტიკა და აღმოჩნდა, რომ პექტინის წარმოებისათვის შესაძლებელია გამოყენებული იქნას მრავალფეროვანი ნედლეული, რომელთა ნარჩენებში პექტინის შემცველობა შემდეგია: ძირხვენები და ბოლქვოვნები შეიცავენ 6,4-30,0% პექტინს, კვახისმაგვარები 1,7-23,6%, თესლოვნები 3,3-19,9%, ტროპიკულები 5,5-15,8%, სუბტროპიკულები 9,0-14,0%, კენკროვნები 4,2-12,6%. მესამე ჯგუფის ნედლეული შეიცავს: ღეროები 20,0-35,7%, მზესუმზირას კალათა 24,0%. შაქრის ჭარხალი 18,0-30,0%, სტაფილო 6,4-20,0%, წითელი ჭარხალი 8,1-14,9%, საზამთრო 6,4-23,6%, კვახი 2,6-17,0%, ვაშლოვნებში 6,1-19,9%, კომში 5,3-9,6%, მსხალი 3,3-8,0%, ლეღვი 5,5-15,8%, ყურძენი 4,2-6,6% და სხვა. მიუხედავად წარმოდგენილი მონაცემებისა სამრეწველო წარმოება ძირითადად ხორციელდება ციტრუსოვანთა (85%), ვაშლის (14%) და შაქრის ჭარხლის (1%) წარმოების ნარჩენებისაგან /9/.

საქართველოს პირობებშიც ძირითადი ნარჩენებია მანდარინისა და ვაშლის, თუმცა ყურადღება უნდა მივაქციოთ სხვა სახის ნარჩენებსაც, ისეთი როგორებიცაა ყურძნის, მზესუმზირას კალათა და სხვა. აღნიშნულიდან გამომდინარე ჩვენ შევისწავლეთ მანდარინისა და ვაშლის ნარჩენები წლის სხვადასხვა პერიოდებში. პექტინების განსაზღვრა ხორციელდებოდა კალციუმ პექტატის მეთოდით. მანდარინის მშრალ გამონაწნეხებში ის მერყეობდა 8,5-10,4%-ის ფარგლებში, ხოლო ვაშლის მშრალ გამონაწნეხებში 5,4-12,4%-ის ფარგლებში. პექტინების მიღება შესაძლებელია ნედლი ახალი გამონაწნეხებიდანაც, თუმცა გასათვალისწინებელია, რომ ასეთი ნედლეული მალფუჭადია და მიზანშეწონილია მისი მშრალი ფორმის გამოყენება, რაც აგრეთვე იძლევა საშუალებას თავი ავარიდოთ სეზონურობას და მთელი წლის განმავლობაში მოვახდინოთ წარმოება.

კვლევებისათვის აღებული ნარჩენების დამუშავების გარეშე შრობისას მიღებულ პექტინებში დიდი რაოდენობით გადადის თანმდევი ნივთიერებები, რომლებიც

აბინძურებენ პექტინს და მათი მოცილება გაძნელებულია. კვლევებმა აჩვენა, რომ მიზანშეწონილია ნარჩენების მინიმუმ ორჯერადი რეცხვა პერიოდული ქმედების აპარატებში ან უწყვეტი ქმედების ექსტრაქტორებში. ამგვარი ზემოქმედებით მაქსიმალურად სცილდება ყველა წყალში ხსნადი ნივთიერება, ადვილად შრება და პექტინიც გამოდის ხარისხიანი. ამგვარად მომზადებულ ნარჩენების გამოყენებით ჩატარებული იქნა კვლევები პექტინების ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის პროცესების ოპტიმალური პარამეტრების დასადგენად, რომელიც მოცემულია ცხრილში

ცხრილი 2: პექტინივან ნივთიერებათა ჰიდროლიზი/ექსტრაქცია pH 2,0-2-2 აქტივირებული წყლით, 1:4 ჰიდრომოდულისა და 90წთ-ის განმავლობაში 60, 70, 80 და 90 ^{O}C ტემპერატურების პირობებში

რ/№	ექსტრაქციის ტემპერატურა, ^{O}C	ხსნარის pH	ჰიდრომო-დული	ექსტრაქციის დრო,წთ	მშრალი პექტინის გამოსავალი, %
მანდარინის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
1	60	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,4
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	11,2
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	10,5
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	6,6
2	60	pH 2,0-2,2	1:4	90	8,8
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	11,3
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	11,0
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,8
3	60	pH 2,0-2-2	1:4	90	6,6
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	10,1
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	10,5
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,5
ვაშლის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
1	60	pH 2,0-2,2	1:4	90	4,4
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	6,7
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	6,8
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	5,7
2	60	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,7
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	9,3
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	9,4
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	8,1
3	60	pH 2,0-2,2	1:4	90	5,3
	70	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,4
	80	pH 2,0-2,2	1:4	90	7,2
	90	pH 2,0-2,2	1:4	90	6,2

როგორც ცხრილიდან ჩანს ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის ოპტიმალური ტემპერატურული რეჟიმია 70-80 ^{O}C, ამ დროს როგორც მანდარინის ასევე ვაშლის გამონაწნეხებიდან ხდება პექტინოვან ნივთიერებათა მაქსიმალური ექსტრაგირება და გადასვლა ხსნად მდგომარეობაში. 80^{O}C-ზე ზევით ტემპერატურებზე ხდება პექტინოვან ნივთიერებათა გამოსავლიანობის ვარდნა, რაც გამოწვეული უნდა იყოს პექტინების დეგრადირებით.

შესწავლილი იქნა პექტინოვან ნივთიერებათა ექსტრაქციის ხარისხი დროსთან მიმართებაშიც, რომელიც მოცემულია ცხრილში

ცხრილი 3: პექტინოვან ნივთიერებათა ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის მაჩვენებლები დროსთან (30, 60, 90 წთ). pH 2,0, ჰიდრომოდული 1:4 , ტემპერატურა 70 ^{O}C

რ/№	ექსტრაქციის დრო,წთ	ჰიდროლიზი/ექტ-რაქციის pH	ჰიდრომ-დული	ექსტრაქციის ტემპერატურა, ^{O}C	მშრალი პექტინის გამოსავალი, %
მანდარინის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
1	30	2,0	1:4	70	8,2
	60	2,0	1:4	70	9,9
	90	2,0	1:4	70	10,7
ვაშლის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
1	30	2,0	1:4	70	4,7
	60	2,0	1:4	70	5,6
	90	2,0	1:4	70	6,9

ცხრილი გვიჩვენებს, რომ დიდი სხვაობებია პექტინოვან ნივთიერებების გამოსავლიანობებში. კარგი შედეგები იქნა მიღებული 90 წთ-იანი ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის პირობებში. დროის შემდგომი მატება აქვეითებს გამოსავლიანობის მაჩვენებლებს, რაც დაკავშირებული უნდა იყოს ტემპერატურის ხანგძლივ ზემოქმედებასთან, რომლის დროსაც დეგრადირდება პექტინები.

ჩვენ აგრეთვე შევისწავლეთ პექტინოვან ნივთიერებათა გამოსავლიანობა pH-თან მიმართებაში, 70 ^{O}C ტემპერატურის და გამონაწნეხი:წყალი ჰიდრომოდულის 1:4 პირობებში. ჰიდროლიზი/ექსტრაქციის დრო აღებული იქნა 90წთ. მონაცემები მოცემულია ცხრილში

ცხრილი 4: პექტინოვან ნივთიერებათა ჰიდროლიზი/ექსტრაქცია pH 1,0; 1,5; 2,0 და 3,0 აქტივირებული წყლით, 1:4 ჰიდრომოდულისა და 70 ^{O}C ტემპერატურების პირობებში, 90წთ-ის განმავლობაში

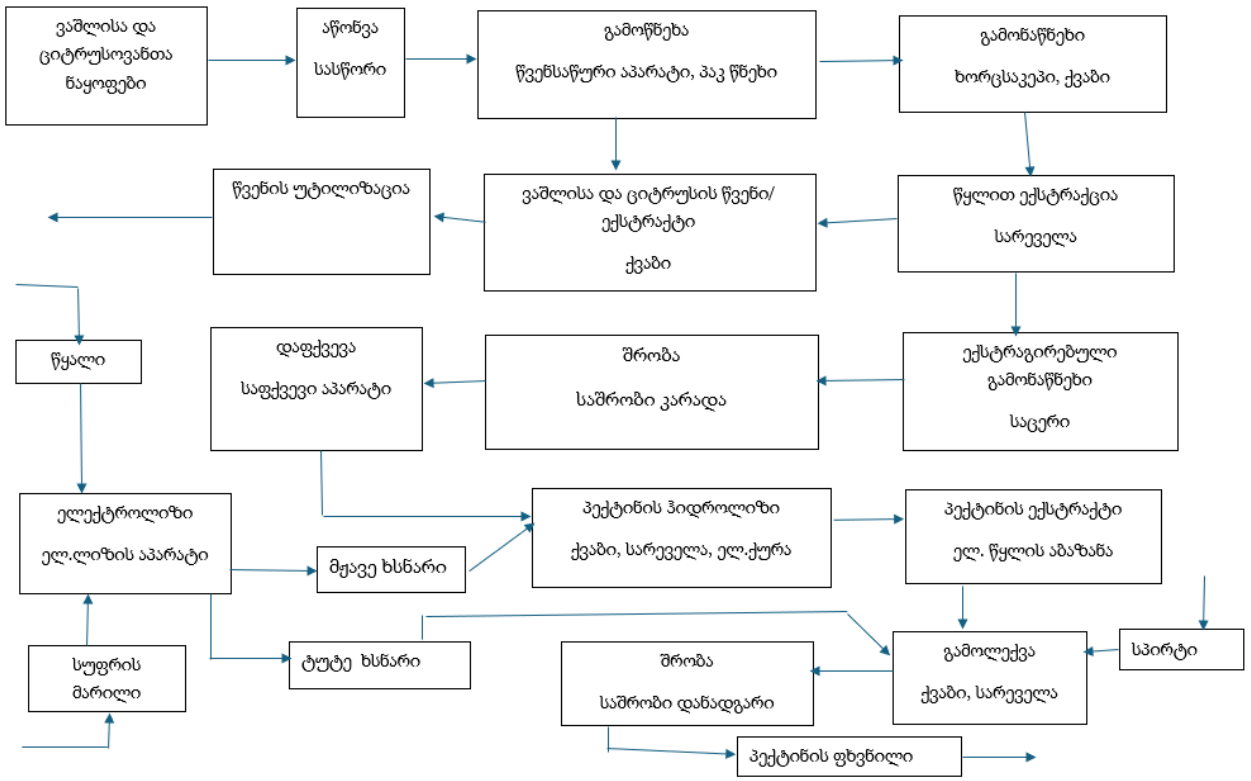
რ/№	ჰიდროლიზი/ექტ-რაქციის pH	ექსტრაქციის ტემპერატურა, °C	ჰიდრომ-დული	ექსტრაქციის დრო,წთ	მშრალი პექტინის გამოსავალი, %
მანდარინის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
1	1,0	70	1:4	90	10,6
	1,5	70	1:4	90	10,4
	2,0	70	1:4	90	10,4
	3,0	70	1:4	90	9,2
ვაშლის გამონაწნეხი (მშრალი 10-12%)					
2	1,0	70	1:4	90	6,7
	1,5	70	1:4	90	6,6
	2,0	70	1:4	90	6,8
	3,0	70	1:4	90	6,3

ცხრილი გვიჩვენებს, რომ pH 1,0 - 3,0 პირობებში დიდი განსხვავებები არ შეიმჩნევა. აგრეთვე დაბალი pH 1,0 – 1,5-ის მიღება შემუშავებული აპარატების მეშვეობით რთული იყო, მოითხოვდა გაცილებით მეტ დროს და დენის დანახარჯებს. აგრეთვე, ხშირად წყლის ხარისხობრივი მაჩვენებლებიც არამდგრადი იყო. ჩვენ ჩავთვალეთ pH-ის ოპტიმალურ მაჩვენებლად pH 2,0. უფრო დაბალი pH (3,0) იწვევდა გამოსავლიანობის უმნიშვნელო კლებას.

ჩვენ შევისწავლეთ აგრეთვე მშრალი გამონაწნეხების გაზავების მაჩვენებლების გავლენა პექტინოვან ნივთიერებათა გამოსავლიანობის მაჩვენებლებზე და მივიღეთ შემდეგი შედეგები: 1:2 და 1:3 ჰიდრომოდულის პირობებში ერთჯერადი ექსტრაქციისას პექტინების მნიშვნელოვანი რაოდენობა რჩებოდა გამონაწნეხში და საჭიროებდა დამატებითი ექსტრაქციის პროცესების ჩატარებას. აღსანიშნავია ისიც, რომ ექსტრაგირებული მასა ნებისმიერ შემთხვევაში საჭიროებდა გამოწნეხას, რომ არ დარჩენილიყო ნარჩენი პექტინი. ექსპერიმენტების შედეგად ჩვენს მიერ შემუშავებული იქნა პროცესის ტექნოლოგიური სქემა, რომელიც ითვალისწინებდა შემდეგ ოპერაციებს: გამონაწნეხებს ესხმებოდა ნელ-თბილი წყალი 1:1-თან, ყოვნდებოდა 30-40წთ-ის განმავლობაში, შემდგომ ხდებოდა წყლის მოცილება ცენტრიფუგირებით და გადადიოდა რეაქტორში. აქ ხდებოდა pH 2,0 მჟავე წყლის დამატება, გაცხელება 70 °C და ნელი მორევის პირობებში ექსტრაქციის პროცესების წარმართვა 90 წთ-ის განმავლობაში, რის შემდეგაც განხორციელდა ფაზების (წყალი:გამონაწნეხი) დაყოფა ცენტრიფუგირებით ან ფილტრაციით. ექსტრაგირებული გამონაწნეხები დამატებით ექვემდებარებოდნენ გამოწნეხას. მიღებული თხევადი ფაზა ემატებოდა უკვე მიღებულ ექსტრაქტს. სპირტით გამოლექვის საშუალებით (ექსტრაქტი: სპირტის თანაფარდობა 1:2-თან) ხდებოდა პექტინოვან ნივთიერებათა გამოლექვა (გამოსალექად გამოიყენებოდა

96% სპირტი), დამატებითი გარეცხვა 70-80% სპირტით და შრობა 60-70 ^{O}C-ზე სრულ გამოშრობამდე. კვლევები ჩატარდა ნახ. 2 მოცემულ ტექნოლოგიური სქემის საფუძველზე.

ნახაზი 2. პექტინივან ნივთიერებათა მიღების ტექნოლოგიური სქემა



ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი საკითხი პექტინების მიღების პროცესში არის გამოლექვა. ტრადიციულ ტექნოლოგიებში და კომერციული პექტინის მიღებისას გამოლექვისათვის იყენებენ ორ მეთოდს /9/: პირველ შემთხვევაში ტექნოლოგიური სქემა შედგება შემდეგი პროცესებისაგან: ნედლეულის მომზადება, მცენარეული მასის ჰიდროლიზი, მყარი და თხევადი ფაზების დაცალკევება გამოწნეხით და სეპარაციით, პექტინოვანი ექსტრაქტის ვაკუუმ კონცენტრირება, პექტინის კოაგულაცია სპირტით; ხოლო მეორე შემთხვევაში ექსტრაქტიდან პექტინების გამოლექვას ახდენენ მეტალის მარილებით, კერძოდ ამ შემთხვევაში ექსტრაქტის კონცენტრირება არ ხდება და პირდაპირ ემატება ალუმინის მარილები. ისინი წარმოქმნიან იონმიმოცვლით კომპლექსებს ანიონური პოლიმერებით. ამ დროს ხდება პოლიმერიზებული ალუმინის ჰიდროქსიდ-იონების წარმოქმნა, რომლებიც ურთიერთქმედებენ პექტინის უარყოფითად დამუხტულ მოლეკულებთან და გადადის ნალექში. ამ მეთოდის უპირატესობა გამოიხატება იმაში, რომ არ საჭიროებს პექტინოვანი ექსტრაქტების კონცენტრირებას. გარკვეული პირობების დაცვით ხორციელდება ნალექის ფლოკულაცია და ადვილად გამოიყოფა სითხის დიდი რაოდენობიდან. გამოლექვის ამ მეთოდის გამოყენებისას გამოლექილი პექტინი ალუმინის იონებთან

ურთიერთქმედების შედეგად იღებს მწვანე-მოყვითალო შეფერილობას. იმისათვის რომ მოცილებული იქნას ალუმინის მარილები ნალექს ამუშავებენ ჰიდროქსიმჟავის წყალხსნარით. ეს ხერხი იძლევა საშუალებას მივიღოთ ალუმინისაგან გაწმენდილი ყვითელი მასა, რომელიც იწნეხება სითხის მაქსიმალურად მოსაცილებლად /9/.

ამ მეთოდებს აქვს თავისი უარყოფითი მხარე: პირველ შემთხვევაში გამოიყენება ძვირადღირებული კონცენტრირების პროცესი და ძვირადღირებული სპირტი, ხოლო მეორე შემთხვევაში პროცესში შედის ქიმიური რეაგენტი (ალუმინის მარილი) რომელიც საჭიროებს მოცილებას, რაც ართულებს და აძვირებს პროცესს.

ჩვენი მიზანი იყო გამოლექვის პროცესის გამარტივება სხვა მეთოდით. კერძოდ კვლევები ჩატარდა იზოელექტრული გამოლექვის მეთოდის გამოყენებით, რომელსაც ქიმიურ და ფარმაცევტულ პრაქტიკაშიც იყენებენ. ჩვენს მიერ აღებული იქნა ელექტროაქტიური ხსნარით ექსტრაგირებული და დაწმენდილი პექტინოვანი ექსტრაქტები, რომელზე ზემოქმედებაც ხდებოდა სხვადასხვა pH არის პირობებში. pH არეების შექმნა ხორციელდებოდა ელექტროლიზური გზით მიღებული მჟავე და ტუტე ხსნარებით. კვლევებმა აჩვენა, რომ მჟავე ექსტრაქციისას ელექტროაქტიური წყლით pH-ის მაჩვენებელი იცვლება პროცესში. თუ საწყისი ექსტრაქციის pH იყო 2,0, პროცესის ბოლოში ეს მაჩვენებელი იცვლებოდა pH4,2-4,6-ის ფარგლებში. ჩვენ მოვახდინეთ მათზე ზემოქმედება სხვადასხვა pH-ზე რისთვისაც ვიყენებდით pH2,0 ან pH12,0 ელექტროაქტიურ წყლებს. ექსტრაქტებზე ზემოქმედება მოვახდინეთ pH2,5, pH3,0, pH3,5, pH4,0, pH4,5, pH 5,0, pH 5,5, pH 6,0, pH6,5, pH6,0 ..... pH10,5, pH11,0 დიაპაზონებში.

გამოლექვის კარგი შედეგები მიღებული იქნა pH3,2-3,5 დიაპაზონში, თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ნალექების სიმკვრივე არ იყო სათანადო. ამ პრობლემის მოსახსნელად დამატებით საჭირო გახდა მცირე დოზით $CaCl_2$-ის მსუბუქი ხსნარების გამოყენება. ჩვენი დასკვნით იზოელექტრული გამოლექვის გამოყენება პექტინების მისაღებად მიზანშეწონილია, თუმცა ეს მეთოდი საჭიროებს კიდევ დამატებით კვლევებს და დახვეწას. აღნიშნულის შემდგომ ნალექის გამყარებისათვის და რეცხვისათვის გამოყენებული იქნა სპირტი.

დასკვნის სახით შეიძლება გაეწიოს რეკომენდაცია ახალი ელექტროლიზური ტექნოლოგიის შემოტანას პექტინების ჰიდროლიზი/ექსტრაქციისა და გამოლექვის ეტაპებზე, რაც აადვილებს, ამარტივებს და აიაფებს პექტინების მიღების ტექნოლოგიურ სქემას და მიზანშეწონილი არის მისი გამოყენება.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. Пектин. Технология производства. Обзорная информация [Internet]. 2014 [cited 2014]. Available from: https://membrane.nethouse.ru/static/doc/0000/0000/0221/221091.j4bml72rl6.pdf
2. Муссович БА. Теоретические и практические основы новых технологий получения пектина из растительного сырья с использованием физических процессов [Internet]. disserCat. 2006 [cited 2026 Sept 22]. Available from: https://dissercat.com/content/teoreticheskie-i-prakticheskie-osnovy-novykh-tekhnologii-polucheniya-pektina-iz-rastitelnogo
3. Lefsih K, Giacomazza D, Farid D, Mangione MR, Bulone D, Pier Luigi SB, et al. Pectin from Opuntia ficus indica: Optimization of microwave-assisted extraction and preliminary characterization. Food Chemistry [Internet]. 2017 Apr 15 [cited 2026 Sept 22];221:91–9. Available from: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616317034
4. Hwang SW, Shin JS. Pectin-coated curcumin-chitosan microparticles crosslinked with Mg2+ for delayed drug release in the digestive system. International Journal of Polymer Science. 2018 Sept 17;2018:1–7.
5. Пектин : производство и применение / [Н. С. Карпович, Л. В. Донченко, В. В. Нелина [и др.]] ; под ред. Н. С. Карповича. Киев : Урожай, 1989. 88 с. : ил. ISBN 5-337-00405-0.
6. Muñoz-Almagro N, Valadez-Carmona L, Mendiola JA, Ibáñez E, Villamiel M. Structural characterisation of pectin obtained from cacao pod husk. Comparison of conventional and subcritical water extraction. Carbohydrate Polymers. 2019 Aug;217:69–78.
7. Zhang L, Ye X, Ding T, Sun X, Xu Y, Liu D. Ultrasound effects on the degradation kinetics, structure and rheological properties of apple pectin. Ultrasonics Sonochemistry. 2013 Jan;20(1):222–31.
8. Golubev VN, Tsyganova TB. Pectic polysaccharides – multifunctional ingredients of food and biomedical systems. Health, Food & Biotechnology. 2024 Dec 30;6(4).
9. НПО “альтернатива” - 2.5. ПЕКТИНЫ [Internet]. Alternativa-sar.ru. 2026 [cited 2026 Sept 22]. Available from: https://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/donchenko-pishchevaya-khimiya/2694-2-5-pektiny

Study of Plant-Based Waste from Georgian Processing Facilities and Recommendations for Optimal Processing

Avtandil Tsintskiladze[1], Rauli Gotsiridze[2], Darejan Chikovani[3], Nino Mkheidze[4], Lela Surmanidze[5]

[1]Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Agrarian and Membrane Technologies, Doctor of Technical Sciences; [2]Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Agrarian and Membrane Technologies, Doctor of Chemical Sciences; [3]Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Agrarian and Membrane Technologies, Doctor of Chemical Sciences; [4]Batumi Shota Rustaveli State University; Institute of Agrarian and Membrane Technologies, Doctor of Chemical Sciences; [5]Masters graduate of Batumi Shota Rustaveli State University

Abstract

This article addresses the issue of utilizing industrial plant waste. It turns out that thousands of tons of plant waste are discarded in landfills in Georgia, even though such waste serves as a valuable raw material for pectin production.

The study reviews current pectin production technologies, characterizing them and identifying associated challenges and drawbacks. Based on this analysis, the authors propose the introduction of new, efficient, simple, and cost-effective processes for the hydrolysis and extraction stages of pectin production. Electro-active solutions obtained via electrolysis technology are presented for use in these processes; these solutions enable the efficient execution of hydrolysis, extraction, and precipitation, while eliminating the need for complex, costly procedures involving chemical reagents for hydrolysis/extraction, concentration, and precipitation with alcohol or salts.

New electrolytic units developed by the research team, capable of producing acidic and alkaline solutions, are presented. The results of extraction and precipitation studies using these solutions are also reported. Based on the findings, the authors recommend the widespread application of electrolytic technologies in the processes of obtainingpectic substances.

Keywords: Pectin, electrolysis, technology