



## მიკროელემენტოზები - ისტორია და დღევანდელი მდგომარეობა

მარიამ ყიფშიძე<sup>1</sup>, ჯაბა ტყემალაძე<sup>2</sup>

<sup>1</sup> თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი, [mkipshidze24@gmail.com](mailto:mkipshidze24@gmail.com),  
+995551240511

<sup>2</sup> კვლევების დირექტორი, დღეგრძელობის კლინიკა, [jtkemaladze@longevity.ge](mailto:jtkemaladze@longevity.ge), +995555185161,  
<https://orcid.org/0000-0001-8651-7243>

### აბსტრაქტი

მიკროელემენტები ცოცხალ ორგანიზმებში ბევრ მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესში აქტიურ მონაწილეობას იღებენ. ფერმენტული სისტემის მეშვეობით მიკროელემენტებს შეუძლიათ გაააქტიურონ ან შეაფერხონ ზრდის, განვითარებისა და რეპროდუქციული ფუნქციის პროცესები. ამჟამად მიკროელემენტოზების შესწავლის სამედიცინო ასპექტები ჯერ კიდევ არ არის საკმარისად განვითარებული. მათთან დაკავშირებული ფაქტები და დაკვირვებები მიმოფანტულია სხვადასხვა დისციპლინების პუბლიკაციებში. ეს ქმნის დიდ სირთულეებს მიკროელემენტოზების სისტემატიზაციის მცდელობისას, ამ პათოლოგიების ზოგიერთი მნიშვნელოვანი მონაკვეთი ჯერ კიდევ შეუსწავლელია. ცოდნის და გამოცდილების შევსებისთვის საჭიროა გრძელვადიანი და მრავალმხრივი კვლევითი მუშაობა. ჯანმრთელობის მართვის ახალი შესაძლებლობების გამოსავლენად აუცილებელია მეტაბოლიზმში მიკროელემენტების მნიშვნელობის შესწავლა, ვინაიდან მათ შეუძლიათ იმოქმედონ როგორც მეტაბოლიზმის სპეციფიკურ, ისე არასპეციფიკურ რეგულატორების როლში.

**საკვანძო სიტყვები:** მიკროელემენტები, მიკროელემენტოზები, ჩიყვი, ანემია, კიბო

### შესავალი

მე-18-19 საუკუნეებამდე ბიოლოგებს მიაჩნდათ, რომ მცენარეული და ცხოველური ორგანიზმები შედგებოდნენ შეზღუდული რაოდენობის ქიმიური ელემენტებისაგან -

წყალბადი, ნახშირბადი, ჟანგბადი, აზოტი, ნატრიუმი, ფოსფორი, გოგირდი, კალციუმი და ა.შ. ბოლო 75-80 წელი ეთმობა კვლევითი სამუშაოების ფართო განვითარებას, რომელიც ეძღვნება მიკროელემენტების როლის შესწავლას ცოცხალი ორგანიზმების განვითარებასა და მდგომარეობაზე.

მიკროელემენტების შესახებ ღირებული, მაგრამ ცუდად სისტემატიზებული მონაცემების დაგროვების ხანგრძლივი პერიოდის შემდეგ, გაჩნდა პათოლოგიის სპეციალური განყოფილების შექმნის აუცილებლობა, რომლის საგანი არის დაავადების ახალი კლასი უკვე დადგენილი ეტიოლოგიით, მაგრამ პათოგენეზით, რომელიც არ არის ჯერ სრულიად ნათელი. ამრიგად, დაიწყო პოტენციურად ახალი ეტაპი მიკროელემენტოზის დოქტრინის განვითარებაში, როგორც დაავადებები, სინდრომები და პათოლოგიური პირობები, რომლებიც გამოწვეულია ცხოველებისა და ადამიანების ორგანიზმში მიკროელემენტების სიჭარბით, დეფიციტით ან დისბალანსით.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ წარმოშობის დაავადებები დიდი ხანია ცნობილია (პარკერატოზი, ენდემური ჩიყვი, გარკვეული ლითონებით მოწამვლა, რკინადეფიციტური ანემია და ა.შ.), ისინი არასოდეს ყოფილა შეკრებილი გაერთიანებული სახელით. გარდა ამისა, ამ კლასის დაავადებებისა და სინდრომების უმეტესი ნაწილი თითქმის არ იყო დაფიქსირებული, რადგან მათ არ ექცეოდათ საკმარისი ყურადღება.

დღეს ცნობილია, რომ მიკროელემენტოზები ფართოდ არის გავრცელებული პათოლოგიაში. უფრო მეტიც, ცოდნის ამ სფეროებში გაკეთდა ღირებული დაკვირვებები და მიღწეულია უპირობო პრაქტიკული მნიშვნელობის წარმატებები. მედიცინაში მიკროელემენტოზის პროფილაქტიკისა და მკურნალობის ეკონომიკური ეფექტი ძალიან დიდია, ვინაიდან ამ შემთხვევაში საუბარი შეიძლება იყოს გარკვეული დაავადებების აღმოფხვრაზე და ჯანმრთელობის შენარჩუნებაზე.

### **«მიკროელემენტები» და «მიკროლოზი» ცნებების არსი**

მიკროელემენტები არის ქიმიური ელემენტების ჯგუფი, რომლებიც გვხვდება ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში ძალიან მცირე რაოდენობით,  $10^{-3}$ - $10^{-12}$ %-ით.

ანდერვუდის აზრით, კვალი ელემენტების ერთ-ერთი დამახასიათებელი თვისება ანალიტიკური ქიმიის თვალსაზრისით არის მათი დაბალი კონცენტრაცია ცოცხალ ქსოვილებში: "მიუხედავად იმისა, რომ მკვეთრად განსხვავდებიან ერთმანეთისგან მათი ფიზიკურ-ქიმიური თვისებებითა და ბიოლოგიური ეფექტებით, მათ ამავე დროს არ აქვთ რაიმე საერთო ქიმიური მახასიათებელი, რაც შესაძლებელს გახდის მათ განასხვავონ მაკროელემენტებისგან" (Underwood, 1971). თუმცა, მიკროელემენტების განმარტება ასევე უნდა ასახავდეს მათ ბიოლოგიურ თვისებებს, რომლებსაც, როგორც დადგინდა, განსაკუთრებული თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. ზოგიერთი ავტორის აზრით, ფლორისა და ფაუნის მიერ ნიადაგის, წყლისა და საკვების არაორგანული ნაწილების შთანთქმის პროცესში, რომელიც გაგრძელდა მილიონობით წლის განმავლობაში, კვალი

ელემენტებმა შესაძლოა შეიძინეს ფერმენტების კომპონენტების ან აქტივატორების ბიოლოგიური ფუნქცია, ცილების სინთეზი და. სხვა ორგანული ნაერთები.

ყველა ცოცხალი არსება შედგება 12 ყველაზე გავრცელებული ელემენტის 99%-ისგან, რომლებიც პერიოდული ცხრილის პირველ 20 ელემენტს შორისაა. ქიმიური ელემენტები. ეს არის ძირითადი, ანუ „სტრუქტურული“ ელემენტები, რომელთა არსებობა ცოცხალ მატერიაში, უპირველეს ყოვლისა, განპირობებულია მათი უზარმაზარი შინაარსით ბიოსფეროში. გარდა ამისა, ყველა ორგანიზმი შეიცავს მცირე რაოდენობით უფრო მძიმე ელემენტებს, რომლებიც გარკვეულწილად თვითნებურად იყოფა მიკრო და ულტრა მიკროელემენტებად.

92 ბუნებრივი ქიმიური ელემენტიდან დაახლოებით 70 გვხვდება ცხოველებში, რომელთაგან ბევრი ძალიან მცირე რაოდენობითაა წარმოდგენილი. ექსპერტების უმეტესობის აზრით, მიკროელემენტები ორგანიზმისთვის სარგებლობის ხარისხის მიხედვით შეიძლება დაიყოს შემდეგ ჯგუფებად:

1. არსებითი (სასიცოცხლო) ელემენტებია ყველა სტრუქტურული ელემენტი (H, O, N, C; Ca, Cl, F, K, Mg, Na, P, S) + 8 მიკროელემენტი (Cr, Cu, Fe, I, Mn, Mo, Se, Zn) - სულ 20 მიკროელემენტი
2. პირობითად აუცილებელი (სასიცოცხლო, მაგრამ გარკვეული დოზით მავნე) მიკროელემენტები (Ag, Al, Au, B, Br, Co, Ge, Li, Ni, Si, V) – 11 მიკროელემენტი.
3. პირობითად ტოქსიკური მიკროელემენტები და ულტრამიკროელემენტები (As, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Cs, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Hg, Ho, In, Ir, La, Lu, Nb, Nd, Os, Pb, Pd, Pr, Pt, Rb, Re, Rh, Ru, Sb, Sc, Sm, Sn, Sr, Ta, Tb, Te, Th, Ti, Tl, Tm, U, W, Y, Yb, Zr) - მხოლოდ 50 ელემენტი. ითვლება, რომ ვერცხლისწყალი (Hg) საზიანოა ცხოველის ორგანიზმისთვის ნებისმიერი რაოდენობით, ამიტომ მას (რა თქმა უნდა) შეიძლება ეწოდოს ტოქსიკური ელემენტი.

ორგანიზმში აღმოჩენილი ცნობილი მიკროელემენტების უმეტესობის ფიზიოლოგიური ფუნქციები და როლი ჯერ კიდევ არ არის საიმედოდ დადგენილი.

მიკროელემენტოზები არის პათოლოგიური მდგომარეობა, რომელიც გამოწვეულია ორგანიზმში მაკრო და მიკროელემენტების დეფიციტით, სიჭარბით ან დისბალანსით. მიკროელემენტები ორგანიზმში ხვდება ჩასუნთქული ჰაერით, წყლით და ძირითადად საკვები. სრული ორგანიზმის თვალსაზრისით კვება განსაკუთრებით საინტერესოა მიკროელემენტების ორი ჯგუფი: არსებითი (არსებითი) და ტოქსიკური. არსებითი მიკროელემენტები აკმაყოფილებს შემდეგ კრიტერიუმებს: როდის მიღება ამ ელემენტის შემცველი ერთი ელემენტი ან ნივთიერებები, იზრდება ზრდისა და პროდუქტიულობის მნიშვნელოვანი ზრდა; სრულ დიეტაში ამ ელემენტის შემცველი ელემენტის ან ნივთიერებების არარსებობის შემთხვევაში, ჩნდება დეფიციტის ნიშნები; არსებობს კავშირი დეფიციტის მდგომარეობასა და სისხლში ან ქსოვილებში ელემენტის დაბალ დონეს შორის, რომლის შეყვანა იწვევს ზრდის ტემპისა და პროდუქტიულობის ზრდას.

ტოქსიკური მიკროელემენტები, რომლებიც გვხვდება საკვებში თუნდაც ძალიან მცირე რაოდენობით, იწვევს მოწამვლის ან დაავადების სიმპტომებს.და. ასეთი მოწამვლა შეინიშნება, კერძოდ, დარიშხანის, ვერცხლისწყლის და ტყვიის კვალი ელემენტების საკვებში შესვლისას. თუმცა, ტოქსიკური კვალი ელემენტები გვხვდება ბევრ ძალიან მნიშვნელოვან ორგანოში. ამრიგად, ნორმალურ სისხლში დარიშხანის დაახლოებით 80% კონცენტრირებულია ერთროციტებში, ხოლო დარიშხანის ანჰიდრიდი ფართოდ გამოიყენება როგორც სამკურნალო საშუალება. ვერცხლისწყლისა და ტყვიის ნაერთები ასევე გამოიყენება სამედიცინო მიზნებისთვის.

უაღრესად მნიშვნელოვანია მიკროელემენტების როლი ორგანიზმში. ისინი აუცილებელია მრავალი მეტაბოლური ფუნქციისთვის ცხოვრების პროცესის ყველა ეტაპზე, გავლენას ახდენენ მეტაბოლიზმზე, არეგულირებენ 50000-ზე მეტ ბიოქიმიურ პროცესს. უჯრედები და ფიზიოლოგიური სითხეები. უდაო ფაქტია, რომ კვალი ელემენტები უფრო მნიშვნელოვანი ფაქტორებია დიეტაში, ვიდრე ვიტამინები, რადგან სხეულს აქვს თითქმის ყველა ვიტამინის გამომუშავების უნარი, მაგრამ არ შეუძლია აწარმოოს აუცილებელი მინერალები და იოლად ამოიღოს ტოქსიკური, რადგან ტოქსიკური მიკროელემენტები რთულად ემორჩილება თვითწმენდის პროცესებს.

მიკროელემენტების ყველაზე დამახასიათებელი თვისებაა მათი უნარი ორგანიზმში ფუნქციონირდეს უკიდურესად მცირე რაოდენობით. რაც შეეხება მინიმალურ მოთხოვნებს მიკროელემენტებს შორის ორგანიზმში დიდი განსხვავებებია. მაგალითად, ძუძუმწოვრების მოთხოვნილება სპილენძზე ბევრჯერ აღემატება იოდს, ხოლო თუთიის შემცველობა ცხოველურ ქსოვილებში ბევრჯერ აღემატება მანგანუმის შემცველობას. მიკროელემენტები, არანაკლებ ვიტამინებისა და აუცილებელი ამინომჟავების, მნიშვნელოვანია ორგანიზმის მეტაბოლიზმში.

სტაბილური კომპლექსების (ლიგანდების) ფორმირების უნარი ზრდის ლითონების უნარს მონაწილეობა მიიღონ, როგორც სპეციფიკური კატალიზატორები ყველაზე მნიშვნელოვანი სასიცოცხლო პროცესებში. მიკროელემენტები მრავალი ჰორმონის, ვიტამინის, ფერმენტის და სხვა ორგანული ნივთიერებების სტრუქტურის ნაწილია, რომლებიც მონაწილეობენ სიცოცხლის პროცესების რეგულირებაში.

მემიკროელემენტოზების შესწავლის ისტორია

### **მიკროელემენტოზების პირველი ხსენება ისტორიაში**

მიკროელემენტების შესწავლის ისტორიაში შეიქმნა თავისებური სიტუაცია: მათ მიერ გამოწვეული პათოლოგიური პროცესები - მიკროელემენტოზი - ცნობილი იყო კაცობრიობისთვის მიკროელემენტების აღმოჩენამდე რამდენიმე ათასი წლით ადრე. მინერალებისა და ლითონების გამოყენება სამკურნალო მიზნებისთვის ცნობილი იყო უძველესი ცივილიზაციებიდან მესოპოტამია, ეგვიპტე, ჩინეთი, ინდოეთი. ერთ-ერთი

პირველი მიკროელემენტოზი - ენდემური ჩიყვი - მოხსენიებულია ინდურ და ჩინურ ლიტერატურაში 4000 წლის წინ.

დიახ, უძველესი დროიდან ჯერ ჩრდილოეთ სანაპირო ქვეყნების, იაპონიის, კორეისა და ჩინეთის მოსახლეობა ზღვის მცენარეებს სამკურნალო კულტურად იყენებდა. ლამინარია მდიდარია მიკრო და მაკროელემენტებით და ვიტამინების კომპლექსით. იგი შეიცავს ზღვის წყლის თითქმის ყველა ქიმიურ ელემენტს, რომელთაგან უმთავრესი იოდაა. გარდა ამისა, ზღვის მცენარეები შეიცავს ბევრ ღირებულ ორგანულ ნაერთს (ცილებს, ცხიმებს, ნახშირწყლებს, ორგანულ მჟავებს, ვიტამინებს). ამ მხრივ კელპს იყენებდნენ მრავალი ენდემური დაავადების სამკურნალოდ როგორც ადამიანებში, ასევე ცხოველებში (ენდემური ჩიყვი, სკურვი, პოდაგრა, ათეროსკლეროზი).

უძველესი ლეგენდის თანახმად, შუმერების მეფე გილგამეში 5 ათასზე მეტი წლის წინ ცდილობდა წყლის ქვეშ უკვდავების ხის სამკურნალო ნაყოფი ეპოვა. შემდგომში, მე-7 საუკუნეში, ეს ლეგენდა გაგრძელდა ჩინელი ექიმის სუნ ჰსი-მას ფუნდამენტურ ნაშრომში „მთავარი ოქროს რეცეპტები“, სადაც ის იძლევა რჩევებს ჩიყვის კელპით მკურნალობის შესახებ.

ძველ ჩინეთში ენდემური ჩიყვის სამკურნალოდ იყენებდნენ ზღვის ღრუბლის ფერფლს ფხვნილისა და აბების სახით. ირმის ფარისებრი ჯირკვლის გამოყენება ჩიყვის სამკურნალოდ აღწერილია შენ ში-ფანგის წიგნში (420-501). გამოჩენილი ჩინელი ექიმი ლი ში-ჩენი (1552-1578) დეტალურად საუბრობს ღორისა და ირმის ფარისებრი ჯირკვლის ექსტრაქტის მომზადების შესახებ მცენარეულ წიგნში Pen-TsaoKang-Mu. ჩრდილოეთ სანაპირო ქვეყნების, იაპონიის, კორეისა და ჩინეთის მცხოვრებლები უძველესი დროიდან იყენებდნენ კელპს სამკურნალო კულტურად.

ათასი წლის განმავლობაში და ჩვენს წელთაღრიცხვამდე ჩინელ მეცნიერებს სჯეროდათ, რომ ენდემური ჩიყვი ჩნდება წყლის ცუდი ხარისხის მქონე ადგილებში და მთაში მცხოვრებ ადგილებში. ძველი რომაელი მწერალი და მეცნიერი გაიუს სეკუნდუს პლინიუს უფროსი (23 - 79), თავის წიგნში "ბუნებრივი ისტორია 37 წიგნში" ეთანხმება განცხადებას წყლის მნიშვნელობის შესახებ, როგორც "გამოწეული ყელის" მიზეზი. ასევე ითვლება, რომ 40 წელიც კი ძვ. მარილების სამკურნალოდ გამოყენება ძალიან პოპულარული გახდა. ამრიგად, ვერგილიუსმა და პლინიუსმა რეკომენდაცია გაუწიეს ცხოველებს სხვადასხვა მარილების მიცემას, რათა მეტი რძე მიეღოთ. პლუტარქეს დროს შინაური ცხოველები მარილით იკვებებოდნენ. 1295 წელს მარკო პოლომმა დეტალურად აღწერა ჩინეთში ძოვების საქონლის სელენით მოწამვლის კლინიკური შემთხვევები. და მე-17 საუკუნეში. სიდენჰემი მკურნალობდა ანემიას რკინის ნარჩენებით.

## მიკროელემენტოზების დოქტრინის განვითარების ძირითადი ეტაპები

მიკროელემენტების დეფიციტის თეორიის შექმნა ჩვეულებრივ მე-20 საუკუნის მეცნიერების მიღწევებს მიეკუთვნება. IN 1912 წელს პოლონელმა ქიმიკოსმა კ. ფანკმა პირველად შემოგვთავაზა ტერმინი „დეფიციტური დაავადებები“. იმავე წელს ფრანგმა მკვლევარმა ჟ.ბერტრანმა მისცა მიკროელემენტების, როგორც სიცოცხლის შესანარჩუნებლად აუცილებელი ნივთიერებების ერთ-ერთი პირველი განმარტება. მე-20 საუკუნეში რიგი მეცნიერები არსებობს მხოლოდ ორი ძირითადი პერიოდი: პირველი (კლასიკური) 1925 წლიდან 1956 წლამდე და მეორე (თანამედროვე) 1957 წლიდან დღემდე. კლასიკურ პერიოდში კვალური ელემენტების თითქმის ყველა აღმოჩენა მოხდა შემთხვევით ფერმის ცხოველებში აუხსნელი დაავადებების ადგილობრივი გავრცელებით. მეორე პერიოდი გამოირჩეოდა მიკროელემენტოზების შესწავლის სისტემატური მუშაობით. ამ პერიოდში შემუშავდა ექსპერიმენტული ტექნიკა, რეკავს სპეციფიური დეფიციტის მდგომარეობა ლაბორატორიულ ცხოველებში რიგ მიკროელემენტებთან მიმართებაში, როდესაც ისინი სპეციალურად შექმნილ სინთეზურ დიეტებზე რჩებიან.

ფრანგი ქიმიკოსის შატენის კვლევამ 1850-1876 წლებში საფუძველი ჩაუყარა ჩიყვის, როგორც იოდის დეფიციტით გამოწვეული დაავადების შესწავლას. ბრაუნმა პირველმა აჩვენა, რომ მცირე რაოდენობით იოდს შეიცავს ჩვენი პლანეტის თითქმის ყველა ბუნებრივი კომპონენტი (წყალი, მცენარეები, ცხოველები, ნიადაგი, მინერალები). 1850 წელს მან აღმოაჩინა იოდის მნიშვნელოვანი რაოდენობა წყალმცენარეში, თეთრი წყლის შროშანასა და სხვა წყლის მცენარეებში, რომლებიც ემპირიულად გამოიყენებოდა ჩიყვის სამკურნალოდ შუა საუკუნეებიდან. მან დაასკვნა, რომ ხმელეთის მცენარეებში იოდის შემცველობა დამოკიდებულია ზრდის ადგილზე, მაგრამ არა მცენარის ტიპზე. ბრაუნმა ჩაატარა გამოკვლევა იოდის შემცველობის შესახებ ალპებსა და პირენეებში ჰაერში და წყლის წყაროებში. მან დაადგინა ღირსშესანიშნავი ფაქტი: რაც უფრო მაღლა ადიხარ მთაში, მით ნაკლებია იოდი წყალსა და ჰაერში, მთის სოფლებში კი სულ უფრო მეტი ჩიყვი და კრეტინიზმია. 1852 წელს ის გამოაქვეყნა თავისი პიონერული დაკვირვებები ნიადაგებში, წყლებსა და საკვებში იოდის შემცველობაზე ევროპაში.

სხვა მკვლევარებმა აღნიშნეს ეს იგივე ფაქტი XIX საუკუნის დასაწყისში, თუმცა დამაჯერებელი არგუმენტები არ გააჩნდათ. 1896 წელს გაჩნდა ინფორმაცია, რომ იოდი კონცენტრირებული იყო ფარისებრ ჯირკვალში და მისი შემცველობა ამ ორგანოში შემცირდა ენდემური ჩიყვის დროს. მხოლოდ XIX საუკუნის მეორე ნახევარში აჩვენეს, რომ სხეულის ქსოვილებში ძალიან მცირე რაოდენობით შემავალ ქიმიურ ელემენტებს შეუძლიათ გარკვეული გავლენა მოახდინოს ფიზიოლოგიურ პროცესებზე. ამ ელემენტებში შედის თუთია, რომელსაც, როგორც მოგვიანებით გაირკვა, აქვს საოცრად მრავალფეროვანი და მეტიც, სასიცოცხლო აქტივობა.

ღირებული დაკვირვებები დაგროვდა ფერმის ცხოველებში მიკროელემენტოზების შესწავლისას. სამწუხაროდ, მათ მნიშვნელოვან ნაწილს ახლავს ძალიან მოკლე პათოპისტოლოგიური ინფორმაცია. გარკვეული პროგრესი მიღწეულია ფერმის ცხოველებში

მიკროელემენტოზის მკურნალობასა და პროფილაქტიკაში. მათ დიდი თეორიული და პრაქტიკული ინტერესი აქვთ, ვინაიდან მიკროელემენტოზის შედარებითი პათოლოგიის შესახებ მასალებს აქვთ მნიშვნელოვანი შემეცნებითი ძალა.

არსებობს ორი ძირითადი მეთოდი, რომლითაც მიიღეს საბაზისო ცოდნა მიკროელემენტების ფიზიოლოგიაზე. ეს მეთოდებია:

1. მებუნებრივ პირობებში „ადგილობრივი პრობლემების“ შესწავლა (ანუ ენდემური დაავადებები, რომლებიც დაკავშირებულია მიკროელემენტებთან);
2. მეგაწმენდილი დიეტის გამოყენება და მკაცრი გარემოს კონტროლი. ის კონკრეტულად საუბრობს მიკროელემენტების დეფიციტით, ტოქსიკურობითა და დისბალანსით გამოწვეული ადგილობრივი დაავადებების პრობლემაზე და ხაზს უსვამს, რომ სწორედ მათი გადაწყვეტა აღმოჩნდა უდიდესი მეცნიერული და ეკონომიკური წვლილი მიკროელემენტოზების შესწავლაში.

XX საუკუნის 20-იან წლებში შემოგვთავაზეს ემისიის სპექტროგრაფიის მეთოდი, რამაც შესაძლებელი გახადა მრავალი ელემენტის მცირე რაოდენობით დადგენა და შესაძლებელი გახადა ნიადაგების, მცენარეების და ცხოველური ქსოვილების მინერალური შემადგენლობის შედარება დაზარალებულებში და არ იმოქმედა ენდემური დაავადების ზონები. ამის შემდეგ გაკეთდა ძირითადი აღმოჩენები პათოლოგიის სფეროში და ცხოველები და ადამიანები. მეენდემური დაავადებების შესწავლამ, რომელმაც ძალიან მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა მიკროელემენტების დოქტრინის განვითარებაში, აჩვენა, რომ მათი ჭეშმარიტი მიზეზის დადგენა სავსეა მნიშვნელოვანი სირთულეებით და, შესაბამისად, ნაჩქარევი მსჯელობები ახლად აღმოჩენილი ბუნებრივი მიკროელემენტოზების ეტიოლოგიის შესახებ. სულ მცირე, შეუსაბამო. ეს სრულად ეხება ტექნოგენური წარმოშობის მიკროელემენტოზებს, რომლებიც ყოველთვის არ არის მონოგამომწვევი დაავადებები. მიკროელემენტების შესწავლის გარკვეული ასპექტებისადმი მიძღვნილი კლინიკური და ექსპერიმენტული სამუშაოების რაოდენობა უზარმაზარია. არსებობს მიზეზი, რომ ვისაუბროთ ინფორმაციის აფეთქებაზე, რომელიც ეძღვნება ნორმიდან გადახრებს, რომლებიც გამოწვეულია ორგანიზმში მიკროელემენტების დეფიციტით ან ჭარბი რაოდენობით.

### აქტუალური მიკროელემენტოზების შესწავლის პრობლემები

დღეს არსებული ინფორმაცია მიკროელემენტოზების შესახებ ქმნის მრავალფეროვნების ან თუნდაც ფაქტების ქაოსის შთაბეჭდილებას. სინამდვილეში, ეს შთაბეჭდილება მცდარია, რადგან ეს ექსპერიმენტული, კლინიკური და ეპიდემიოლოგიური დაკვირვებები ბუნებრივად აერთიანებს პათოლოგიის სამ დიდ პრობლემას:

- მიკროელემენტების დეფიციტი (მიკროელემენტების დეფიციტი),
- მიკროელემენტების ინტოქსიკაცია (მიკროელემენტების ჭარბი რაოდენობა),
- მიკროელემენტების დისბალანსი (თავად მიკროელემენტების ნორმალური თანაფარდობის დარღვევა, ასევე ორგანიზმში არსებული მაკროელემენტებით).

რა თქმა უნდა, „მიკროელემენტების ჭარბი“ და „მიკროელემენტების ინტოქსიკაციის“ ცნებები არ არის ექვივალენტური, რადგან ინტოქსიკაცია, ანუ მოწამვლის ობიექტური ნიშნები, ასევე შეიძლება გამოჩნდეს მცირე რაოდენობით პოტენციურად ტოქსიკური მიკროელემენტის მოქმედების შედეგად, იმ პირობით, რომ ორგანიზმი ჰიპერმგრძობიარეა ან მისი ელიმინაცია დაქვეითებულია.

კლინიკური მედიცინა ჯერ კიდევ არ აფასებს მიკროელემენტების დეფიციტის მნიშვნელობას. ამ თავისებური პათოლოგიის ზუსტი სტატისტიკა პროცესები დღეს არ არსებობს. იმავდროულად, მიკროელემენტების დეფიციტის ლატენტური და გამოხატული ფორმების მქონე პაციენტების რაოდენობა ძალიან დიდია.

მინერალური კვების გაუმჯობესება უნაყოფობის პრევენციის ერთ-ერთი მეთოდია, ასევე პროდუქტიულობის გაზრდის და კარგი საშუალება. ჯანმრთელობა. მინერალები აუცილებელია სიცოცხლის შენარჩუნებისთვის, წონის მატებისთვის, ნაყოფის ზრდისა და განვითარებისა და სწავლისთვის და შრომა. როგორც წესი, ორგანიზმში გარკვეული მაკრო და მიკროელემენტების ნაკლებობა დაკავშირებულია ამ ნივთიერებების დაბალ შემცველობასთან. საკვები, რაც თავის მხრივ შეიძლება უარყოფითად იმოქმედოს ყველას ფუნქციებისევე როგორც ზოგადად ჯანმრთელობაზე.

მიკროელემენტების ნორმალური მიღება საკვებიდან აკმაყოფილებს ორგანიზმის საჭიროებებს. მაგრამ ზოგიერთ ზონაში (გეოქიმიურ პროვინციაში) ისინი საკვებში მეტ-ნაკლებად არის და ეს იწვევს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას, პროდუქტიულობის დაქვეითებას და დაავადების - მიკროელემენტოზის გაჩენას. დღეს რკინადეფიციტური ანემიისა და ენდემური ჩიყვის შემთხვევების სტატისტიკა აჩვენებს, რომ ეს პრობლემა ჯერ კიდევ მეტი მწვავეა ექიმებისთვის. ორგანიზმში სელენის დეფიციტური მდგომარეობები ფართოდ არის გავრცელებული და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს გულ-სისხლძარღვთა და ონკოლოგიური დაავადებების ეტიოლოგიასა და პათოგენეზში. მათი დიაგნოსტიკა და დროული გამოსწორება ჯანსაღი მდგომარეობის შენარჩუნების რეალური საშუალებაა პირი. უპირველეს ყოვლისა, სელენი და მისი ნაერთები ააქტიურებენ ორგანიზმის ანტიოქსიდანტურ თავდაცვის სისტემას ფერმენტების გლუტათიონ პეროქსიდაზას, კატალაზას და სუპეროქსიდდისმუტაზას აქტივობის გაზრდით. ისინი თრგუნავენ ლიპიდების თავისუფალი რადიკალების დაჟანგვას, ამცირებენ პეროქსიდების დაგროვებას ქსოვილებში და ამით იცავენ უჯრედებსა და ბიომემბრანებს პეროქსიდების მავნე ზემოქმედებისგან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, სელენი და მისი ნაერთები ხელს უშლის თავისუფალი რადიკალების პათოლოგიას ორგანიზმიგამოწვეული სტრესით, განსაკუთრებით პირობებში დაბინძურებული ჰაერი და დაბალი ხარისხის საკვები, რომელშიც პეროქსიდები შეიძლება დაგროვდეს. ამჟამად სელენი წაართვეს ე.წ. „არსებითი მიკროელემენტების“ ჯგუფს.

თუთიის დეფიციტის დაავადებები მთავარი პრობლემაა თანამედროვე სამყარო. თუთია ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორია იმუნოგენეზის, რეპროდუქციისა და ცენტრალური ნერვული სისტემის ორგანოების ჰომეოსტაზში. თუთია არის ჰორმონების და ფერმენტების



ნაწილი. ის მნიშვნელოვან როლს ასრულებს აუცილებელი საკვები ნივთიერებების მეტაბოლიზმის რეგულირებაში. კობალტის შემცველი ვიტამინი B<sub>12</sub> - ჰემატოპოეზის, ცენტრალური ნერვული სისტემის და ჩონჩხის ქსოვილების ჰომეოსტაზის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი ფაქტორი.

სპილენძის დეფიციტური პირობები იწვევს ელასტიური და კოლაგენური ბოჭკოების მძიმე პათოლოგიას, რაც ყველაზე აშკარაა ზოგიერთი მემკვიდრეობითი დაავადების დროს. სპილენძის დეფიციტის როლი გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგიაში და მემკვიდრეობითი ემფიზემა საჭიროებს სასწრაფო ყურადღებას. ინტერვენციები. სპილენძი სპეციფიკურ გავლენას ახდენს ჰემატოპოეზზე და არ შეიძლება შეიცვალოს სხვა ელემენტებით. აუცილებელია რკინის ორგანულად შეკრულ ფორმაში გადაქცევისთვის და ხელს უწყობს რკინის გადატანას ჰემატოპოეტურ ძვლის ტვინში. თუ ვივარაუდებთ, რომ რკინის ძირითადი ფუნქცია რეტიკულოციტების წარმოქმნაა, მაშინ სპილენძი აუცილებელია რეტიკულოციტების მომწიფების სტიმულირებისთვის და სისხლის წითელი უჯრედების ზრდასრულ ფორმებად გადაქცევისთვის. სპილენძის ნაკლებობით (6 - 15x10<sup>-4</sup>%) ირღვევა მეტაბოლური პროცესები, მცენარეებიც კი დაავადდეს: მოხვევა და ფოთლები შრება, განვითარება შეფერხებულია. ცხოველებში აღინიშნება ანემია და ძვლოვანი სისტემის დაავადებები. მთელ რიგ მიკროელემენტებს ფტორს, კადმიუმს, ტყვიას, სილიციუმს და სხვა აქვს ოსტეოტროპული თვისებები, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს კლინიკურ პათოლოგიაში.

არანაკლებ მნიშვნელოვანია მიკროელემენტების ჭარბი და ტოქსიკური ზემოქმედებით გამოწვეული მრავალი დაავადება, რაც განსაკუთრებით ნათლად ჩანს ტექნოგენური წარმოშობის მიკროელემენტოზების შესწავლისას, კერძოდ, ალუმინოზი, ინტოქსიკაცია ვერცხლისწყლით, ტყვიით, დარიშხანით, ბერილიუმით და ა.შ.

გარკვეულ პირობებში, აუცილებელ მიკროელემენტებს ასევე შეუძლიათ აჩვენონ ტოქსიკური ეფექტი. თუმცა, ზოგიერთ მიკროელემენტს, როგორცაა კადმიუმი და ტყვია, რომლებსაც აქვთ ტოქსიკურობის დიდი ხნის რეპუტაცია, გარკვეულ ექსპერიმენტულ პირობებში გააჩნიათ აუცილებელი მიკროელემენტების გარკვეული თვისებები. სხეულის მიკროელემენტების სტატუსის კორექტირების პრობლემა არ შეიძლება გადაწყდეს მიკროელემენტებისა და მაკროელემენტების ურთიერთქმედების შესახებ მონაცემების გათვალისწინების გარეშე, რაც შეიძლება იყოს ანტაგონისტური და სინერგიული.

ლიტერატურის შესწავლა აჩვენებს, რომ მიკროელემენტების სტატუსის კვების და მეტაბოლური კორექცია სულაც არ არის ადვილი საქმე. მისი მოგვარება ყოველთვის არ შეიძლება მხოლოდ დაკარგული ან ზომიერად დეფიციტური მიკროელემენტის უბრალოდ ჩანაცვლებით. ექსპერიმენტული და კლინიკური პრაქტიკამ აღმოაჩინა, რომ მიკროელემენტების ეფექტი არ შეიძლება განიხილებოდეს მხოლოდ მათი რეალური ან ჰიპოთეტური აქტივობის თვალსაზრისით. ფაქტია, რომ ბუნებაში ისინი ფართოდ არის გავრცელებული კოორდინირებული და ჯვარი გავლენა რამდენიმე მიკროელემენტი. არსებობს მიზეზი, რომ ყურადღება მიაქციოთ მიკროელემენტების წყვილებს და ტრიალებსაც

კი; რომლებსაც აქვთ სინერგიული ან ანტაგონისტური მოქმედება სხვადასხვა ფიზიოლოგიურ და პათოლოგიურ პარამეტრებზე.

ამჟამად, გარე გარემოს მზარდი დაბინძურების გამო, განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ადამიანის მიერ წარმოქმნილი მიკროელემენტოზების პრევენციას. ბევრი მეცნიერი იყო დაკავებული კვების არსებითი ფაქტორების გარკვევით, მაგრამ ყველა მათგანი არ იყო დაინტერესებული მიკროელემენტებით. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ სხვადასხვა ავტორის ინტერპრეტაციაში მიკროელემენტების არსებობის კრიტერიუმები სრულიად არ ემთხვევა ერთმანეთს. ამრიგად, ცხოველთა მიკროელემენტების სტატუსის გამოსწორების პრობლემა კვლავ რჩება ცოცხალ ორგანიზმებზე მიკროელემენტების გავლენის შესწავლის მთავარ ამოცანად. პმედიცინაში მიკროელემენტების გამოყენებამ ჰპოვა ძალიან ფართო გამოყენება და ამასთან დაკავშირებით წარმოიშვა სხვა დაკავშირებული პრობლემები, რომლებიც ასევე მოითხოვს სწრაფ განვითარებას და ოპტიმალური გადაწყვეტის ძიებას. ერთ-ერთი ასეთი მწვავე პრობლემა არის იატროგენული მიკროელემენტოზები, რომელთა რიცხვი მკვეთრად გაიზარდა ახალი პრეპარატების გამოჩენისა და მათი გამოყენების მზარდი ინვაზიურობის გამო. ეს პრობლემა მოითხოვს წამლების მუდმივ მონიტორინგს, მათი ტოქსიკური ზემოქმედების სავალდებულო რეგისტრაციას და პრევენციული ღონისძიებების შემუშავებას. ამ საკითხში სპეციალისტების ინფორმირებულობა ჯერ კიდევ არასაკმარისია. სპეციალური კონტროლი უნდა განხორციელდეს ყველა საინფუზიო წამლის ალუმინის ნაერთებით შესაძლო დაბინძურების თავიდან ასაცილებლად. ტოქსიკური მიკროელემენტების ფიზიოლოგიური ელიმინაციის აპარატის ფუნქციის მუდმივი მონიტორინგი იმსახურებს დიდ ყურადღებას. ზოგიერთი მიკროელემენტოზი წარმოიქმნება ზუსტად თირკმელების დეფექტური ფუნქციის შედეგად, რაც დაფიქსირდა პერიტონეალური დიალიზის დროს. სხეულზე მიკროელემენტების გავლენის შესწავლის კიდევ ერთი თანაბრად მნიშვნელოვანი პრობლემა დღეს არის გენეტიკური მიკროელემენტოზების შესწავლა.

გენეტიკური მიკროელემენტოზების ეტიოლოგიისა და პათოგენეზის კოგნიტური მნიშვნელობა ძალზე დიდია. ისინი წარმოადგენენ ბუნებრივ მოდელებს და მიკროელემენტების დეფიციტის ექსტრემალურ ფორმებს და სხვა მეტაბოლურ დარღვევებს, რომლებიც ჩვეულებრივ ასოცირდება გარკვეული ფერმენტების არასრულფასოვნებასთან. ამ დეფიციტით შესაძლებელია ცხოველის სიკვდილი, გარკვეული ორგანოების, ქსოვილების, უჯრედების, ორგანოების ფუნქციების და სტრუქტურის დაზიანება და სპეციფიკური ბიოქიმიური ცვლილებები.

ამრიგად, აორტის და ფილტვის არტერიის ანევრიზმების გასკდომის საფუძველია მათი ელასტიური სტრუქტურების განვითარების სპეციფიკური ანომალია, რომელიც გამოწვეულია ცხოველის სხეულში სპილენძის დეფიციტით. გულ-სისხლძარღვთა სისტემის უძლიერესი ნაწილების უეცარი რღვევის უადრესად საინტერესო ანალოგია ვირთხებში სპილენძის დეფიციტის მდგომარეობის ექსპერიმენტული პათოლოგია.

ბევრმა მკვლევარმა დაადგინა, რომ ასეთი ცხოველების გული გადიდებულია, მისი ქსოვილები მყიფე და ფაფუკია, სტრესის გავლენის ქვეშ ის შეშუპებულია, არითმიულად

იკუმშება ეკგ-ზე ტიპური ცვლილებებით. ძალიან ხშირად, ვირთხებში სპილენძის დეფიციტით, აღინიშნება მარცხენა პარკუჭის რღვევა. მსგავსი, შესაძლოა უფრო გამოხატული კარდიოტროპული თვისების მქონე კიდევ ერთი მიკროელემენტი არის სელენი, რომლის კონცენტრაციის დაქვეითება ორგანიზმში არის შარდგამომყოფი დაავადების ეტიოლოგიური ფაქტორი. ამ დაავადების ეფექტური პროფილაქტიკა სელენით სპეციფიური თერაპიის გამოყენებით უნდა ჩაითვალოს ვეტერინარული მედიცინის ერთ-ერთ მთავარ მიღწევად.

მიკროელემენტების დეფიციტით გამოწვეული ზოგიერთი დაავადება ლატენტურად მიმდინარეობს, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მიკროელემენტების ჰომეოსტაზის ყველა რყევების მიმართ გაზრდილი მგრძობელობის მქონე მოსახლეობისთვის.

მიკროელემენტების ჰომეოსტაზის პრობლემას ონტოგენეზის ადრეულ ეტაპებზე უდავოდ აქვს დიდი სამედიცინო და ბიოლოგიური მნიშვნელობა, მაგრამ მისი დიდი ნაწილი ჯერ კიდევ გაურკვეველია. ეს განსაკუთრებით ეხება საშვილოსნოსშიდა განვითარების პერიოდებს და ახალშობილთა პერიოდს. ცხოველებზე ჩატარებული ექსპერიმენტებიდან ცნობილია, რომ ფიზიოლოგიურ პირობებში ნაყოფი აგროვებს ყველა საჭირო საკვებ ნივთიერებას საკმარისი რაოდენობით, მათ შორის მიკროელემენტებს გესტაციის პერიოდის ბოლოს. კვლევებმა აჩვენა, რომ ღვიძლში დაბადების მომენტში მრავალი მიკროელემენტის კონცენტრაცია ბევრჯერ მეტია, ვიდრე მისი შემდგომი ცხოვრების ნებისმიერ სხვა პერიოდში. კერძოდ, სპილენძის შემცველობა 16-ჯერ მეტია, თუთიისა და რკინის შემცველობა კი თითქმის 2-ჯერ მეტია. ეს არის ცნობილი მიკროელემენტური კეთილდღეობის პერიოდი, როდესაც ახალშობილი ამ ნივთიერებების ჭარბადაც კი მიეწოდება. თუმცა, უკვე სიცოცხლის პირველ თვეებში შეინიშნება მიკროელემენტების ამ რეზერვის მნიშვნელოვანი შემცირება. მათი შინაარსის შევსება იზრდება მხოლოდ ცხოვრების 1 წლის მეორე ნახევარში.

მიკროელემენტოზის შესწავლის განვითარების პერსპექტიულ ფილიალად უნდა ჩაითვალოს მიკროელემენტების გავლენის მჭიდრო შესწავლა ცხოველებში ავთვისებიანი სიმსივნეების წარმოქმნასა და განვითარებაზე. მიკროელემენტის სტატუსსა და ავთვისებიანი სიმსივნეების გაჩენასა და პროგრესირებას შორის კავშირმა მრავალი მეცნიერის ყურადღება მიიპყრო. ზოგიერთი მეცნიერის ზოგადი ინფორმაციის თანახმად, ნატრიუმს, კალიუმს, მანგანუმს, რკინას და თუთიას შეიცავს კიბოს პაციენტების სისხლის შრატში სუბნორმალური რაოდენობით, ხოლო კალციუმის დონე ჩვეულებრივ მომატებულია, განსაკუთრებით ძვლის მეტასტაზების დროს. სპილენძის დონე განსხვავდება სიმსივნის ბუნებისა და პროცესის სტადიის მიხედვით. სპილენძის მომატებული შემცველობა დამახასიათებელია სწრაფად მზარდი სიმსივნეებისთვის. ეს დამოკიდებულია სიმსივნის ზრდაზე ანთებით პასუხზე, რომელიც შეინიშნება ეგრეთ წოდებული ადრეული ფილტვის კიბოს, მელანომების, ლიმფოგრანულომატოზის, კუჭის კიბოს და ასევე ოსტეოსარკომის დროს. თუთიის დონე ფილტვის კიბოს შორის წასულ დროს ჩვეულებრივ სუბნორმალურია. თუთიის დეფიციტის მქონე ლაბორატორიულ ცხოველებში ექსპერიმენტულ სიმსივნეებში სიმსივნის ზრდა შეფერხებულია და ცხოველების გადარჩენის მაჩვენებელი იზრდება.

შრატში რკინის დონე დაბალია კიბოს ყველა ფორმის დროს და ანემია, რომელიც გავრცელებულია კიბოს პაციენტებში, ძირითადად რკინის დეფიციტით არის განპირობებული. ის უჯრედების ზრდისთვის აუცილებელი ელემენტია და ჩვეულებრივ მიეწოდება მათ ტრანსფერინის დახმარებით. ზოგიერთ სიმსივნურ უჯრედს შეუძლია წარმოქმნას ცილა ტრანსფერინის თვისებებით. ასეთ სიმსივნეებს შეუძლიათ საკმარისი რაოდენობით რკინის დაჭერა, რაც იწვევს ამ მიკროელემენტის სისტემურ დეფიციტს.

ფართოდ არის ცნობილი მონაცემები მაგნიუმის დეფიციტსა და ავთვისებიანი სიმსივნეების სიხშირეს შორის კავშირის შესახებ. მიუხედავად რიგი ექსპერიმენტატორების კრიტიკული შენიშვნებისა, ახალმა ეპიდემიოლოგიურმა დაკვირვებებმა დაადასტურა ეს ინფორმაცია და ვარაუდობს, რომ ჭარბი მაგნიუმი გარე გარემოში და დიეტაში არის ერთ-ერთი ფაქტორი, რომელიც ამცირებს კიბოს რისკს. კერძოდ, ეგვიპტის მაგნიუმით მდიდარ ზოგიერთ რეგიონში დაფიქსირდა კიბოს დაბალი სიხშირე. კუჭის კიბოს ძალიან მაღალი სიხშირე გარკვეულ რეგიონებში დაკავშირებულია მაგნიუმის დაბალ დონესთან. ლეიკემიის მაღალი სიხშირე ახალგაზრდა პირუტყვში დაფიქსირდა პოლონეთში.

ამჟამად განსაკუთრებული ყურადღება ეთმობა სელენის ანტიბლასტურ თვისებებს. ზემოხსენებულ მონაცემებს უნდა დავუმატოთ ახალი დაკვირვებები მთლიან სისხლში სელენის დონის შემცირების შესახებ ძუძუს კიბოს დროს. კიბოსწინარე ფორმის დროს, როგორცაა ფიბროკისტოზური მასტოპათია, რომელიც ზრდის ძუძუს კიბოს რისკს 3-ჯერ, სისხლში სელენის დონე მცირდება ჯანმრთელ ადამიანებთან შედარებით.

ზემოაღნიშნული მასალები აჩვენებს, რომ ზოგიერთი ონკოლოგიური დაავადების ეტიოლოგია და პათოგენეზი დაკავშირებულია როგორც რიგი ტოქსიკური მიკროელემენტების მოქმედებასთან, ასევე, არანაკლებ არსებითი მიკროელემენტების დეფიციტთან.

მიკროელემენტების ჭარბი და დეფიციტი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სიმსივნური პროცესის დროს, რაც გასათვალისწინებელია კიბოს მქონე პაციენტების თანამედროვე ქიმიოთერაპიული საშუალებებით მკურნალობისას.

## დისკუსია

### მიკროელემენტების როლი დაავადებების პათოგენეზში: ახალი პერსპექტივები

მიკროელემენტოზები მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მრავალი დაავადების პათოგენეზში, მათ შორის ანემიის, ნეიროდეგენერაციული დარღვევების, გულ-სისხლძარღვთა დაავადებების და კიბოს. ბოლო ათწლეულში სამეცნიერო კვლევებში აქტიურად განიხილება მიკროელემენტების დისბალანსის წვლილს ისეთი პირობების განვითარებაში, როგორცაა მეტაბოლური სინდრომი, იმუნური დისფუნქცია და ანთებითი პროცესები. ერთ-ერთი ყველაზე შესწავლილი ასპექტი არის ოქსიდაციური სტრესის როლი, რომელიც გამოწვეულია რკინის, სპილენძის და სელენის მეტაბოლიზმში დარღვევით. ამ მიკროელემენტების ჭარბი

რაოდენობით გამოწვეული რეაქტიული ქანგბადის სახეობების დაგროვება იწვევს ცილების, ლიპიდების და დნმ-ის დაზიანებას, რაც ხელს უწყობს ქრონიკული ანთების და მუტაციების განვითარებას უჯრედულ დონეზე.

ბოლო კვლევები მიუთითებს მიკროელემენტოზების მნიშვნელოვან როლზე უჯრედების დაბერების და აპოპტოზის რეგულაციაში. მაგალითად, თუთიის დეფიციტი არღვევს სასიგნალო გზებს, რომლებიც არეგულირებენ აპოპტოზს და უჯრედების პროლიფერაციას, რაც ასოცირდება კიბოს განვითარების რისკთან. ამავდროულად, ტვინის უჯრედებში ჭარბი რკინა ხელს უწყობს ოქსიდაციურ სტრესს და ნეიროდეგენერაციული დაავადებების პროგრესირებას, როგორცაა ალცჰეიმერი და პარკინსონი. ამრიგად, უჯრედულ დონეზე მიკროელემენტების ურთიერთქმედების შესწავლა მნიშვნელოვანი მიმართულებაა ახალი თერაპიული მიზნების მოსაძებნად.

### **ინდივიდუალური მგრძობელობა მიკროელემენტოზის მიმართ: გენეტიკური ფაქტორების როლი**

დაგროვილი მტკიცებულებები აჩვენებს, რომ მიკროელემენტების დეფიციტის ან ჭარბი მიდრეკილება დიდწილად დამოკიდებულია გენეტიკურ მიდრეკილებაზე. გენეტიკური პოლიმორფიზმები, რომლებიც გავლენას ახდენენ მიკროელემენტების მეტაბოლიზმზე, როგორცაა რკინის, სპილენძის ან თუთიის ტრანსპორტირება, შეიძლება გამოიწვიოს ინდივიდუალური განსხვავებები ამ ელემენტების აბსორბციაში, განაწილებასა და ექსკრეციაში. მაგალითად, HFE გენის მუტაციები, რომელიც არეგულირებს რკინის შეწოვას, ასოცირდება ჰემოქრომატოზის განვითარების გაზრდილ რისკთან, მდგომარეობასთან, რომელიც ხასიათდება ჭარბი რკინის დაგროვებით ორგანოებსა და ქსოვილებში. ეს იწვევს ღვიძლის ციროზის, კარდიომიოპათიის და დიაბეტის რისკს. ეპიგენეტიკური მოდიფიკაციები ასევე შეიძლება შეასრულოს მნიშვნელოვანი როლი მიკროელემენტების მგრძობელობის შეცვლაში. მაგალითად, გენების მეთილაცია, რომლებიც არეგულირებენ ანტიოქსიდანტურ აქტივობას, შეუძლია შეცვალოს უჯრედების რეაქცია მიკროელემენტების ჭარბი ან დეფიციტის მიმართ, რაც ახალ ჰორიზონტს უხსნის პერსონალიზებულ მედიცინას. მიკროელემენტოზის დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის პერსონალიზებული მიდგომა, მათ შორის გენეტიკური ტესტირება და ინდივიდუალური მახასიათებლების გათვალისწინებით, პერსპექტიული სფეროა, რომელიც საჭიროებს შემდგომ კვლევას.

### **ეზოგენური ფაქტორების გავლენა მიკროელემენტოზის განვითარებაზე: ეკოლოგიური ასპექტი**

თანამედროვე კვლევები მიუთითებს გარემო ფაქტორების მნიშვნელოვან გავლენას მიკროელემენტოზის განვითარებაზე. გარემოს დაბინძურება მძიმე ლითონებით (როგორცაა კადმიუმი, ტყვია და ვერცხლისწყალი) და ნიადაგის მიკროელემენტების შემადგენლობის

ცვლილება პირდაპირ გავლენას ახდენს ადამიანის ჯანმრთელობაზე. გარემო ფაქტორებმა შეიძლება დაარღვიოს მიკროელემენტების ბალანსი, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გამოფიტული ნიადაგის მქონე სასოფლო-სამეურნეო რეგიონებისთვის, სადაც მცირდება სელენისა და იოდის შემცველობა საკვებ პროდუქტებში.

მაგალითად, ნიადაგსა და წყალში იოდის დაბალი შემცველობის მქონე რეგიონებში, იოდდეფიციტური დაავადებების გავრცელება, როგორცაა ენდემური ჩიყვი, გაცილებით მაღალია. ამავდროულად, ნიადაგებსა და წყლის ობიექტებში სპილენძისა და მანგანუმის ჭარბი შემცველობა იწვევს მათ დაგროვებას მცენარეებსა და ცხოველურ საკვებში, რაც ქმნის ქრონიკული მოწამვლის რისკს. ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, საჭიროა აგრონომიისა და სოფლის მეურნეობის პრაქტიკის გადახედვა, რათა დაბალანსდეს მიკროელემენტების მიწოდება ადამიანის კვების ჯაჭვში.

პროფესიული ექსპოზიცია ასევე მნიშვნელოვანი ასპექტია. სამთო, მეტალურგიისა და ქიმიური წარმოების მუშაკებს აქვთ ჭარბი მიკროელემენტების, როგორცაა სპილენძი და თუთია, განვითარების რისკი. ეს ხაზს უსვამს პროფესიული მიკროელემენტოზის სკრინინგისა და პრევენციის პროგრამების შემუშავების აუცილებლობას.

#### კვების როლი მიკროელემენტოზის პროფილაქტიკაში

კვება ორგანიზმში მიკროელემენტების მთავარი წყაროა. დიეტური პრევენციების განსხვავებები, ისევე როგორც ტრადიციული კვების ნიმუშები მსოფლიოს სხვადასხვა რეგიონში, იწვევს განსხვავებას მოსახლეობისთვის მიკროელემენტების მიწოდებაში. მაგალითად, ვეგეტარიანულ დიეტას ხშირად უკავშირდება რკინისა და თუთიის დეფიციტი მცენარეული საკვებიდან ამ ელემენტების დაბალი ბიოშელწევადობის გამო. ამავდროულად, ჭარბმა ცილოვანმა საკვებმა შეიძლება გამოიწვიოს რკინისა და სპილენძის მიღება, რაც ზრდის ოქსიდაციური სტრესის რისკს.

სამეცნიერო კვლევა ადასტურებს, რომ გამაგრებული საკვების და დიეტური დანამატების გამოყენებამ შეიძლება ეფექტურად აღმოფხვრას მიკროელემენტების დეფიციტი. იოდის დეფიციტის მაღალი რისკის მქონე ქვეყნებში, იოდირებული მარილის დანერგვამ განაპირობა ბავშვებში ენდემური ჩიყვისა და განვითარების დარღვევების გავრცელების მნიშვნელოვანი შემცირება. თუმცა, დანამატების უკონტროლო გამოყენებამ შეიძლება გამოიწვიოს ჭარბი მიკროელემენტები და გამოიწვიოს გვერდითი მოვლენები, როგორცაა სელენი ან სპილენძის ტოქსიკურობა. ეს ხაზს უსვამს ინდივიდუალური მიდგომის აუცილებლობას მიკროელემენტების დანიშვნასთან დაკავშირებით, პაციენტის ასაკის, სქესის და ფიზიოლოგიური მახასიათებლების გათვალისწინებით.

#### მიკროელემენტოზის დიაგნოსტიკის პრობლემები და პერსპექტივები

მიკროელემენტოზის დიაგნოსტიკა რთული ამოცანაა, რადგან მიკროელემენტების დონე სხვადასხვა ბიოლოგიურ გარემოში (სისხლი, შარდი, თმა) შეიძლება ასახავდეს როგორც მოკლევადიან ცვლილებებს, ასევე ქრონიკულ მდგომარეობას. თანამედროვე ტექნიკა,

როგორცაა მასის სპექტრომეტრია, ატომური შთანთქმის სპექტროსკოპია და ნეიტრონული აქტივაციის ანალიზი საშუალებას იძლევა ზუსტი გაზომვები, მაგრამ ისინი რჩება ძვირი და საჭიროებს სპეციალიზებულ აღჭურვილობას.

პერსპექტიული მიმართულებაა ბიომარკერების შემუშავება, რომლებიც ასახავს არა მხოლოდ მიკროელემენტების დონეს, არამედ მათ ფუნქციურ აქტივობას. მაგალითად, ცილების გამოყენებამ, რომლებიც აღიქვამენ თუთიის ან რკინის დონეს, შესაძლოა ფარული დეფიციტის გამოვლენის საშუალება მისცეს ადრეულ ეტაპზე, კლინიკური სიმპტომების გამოვლენამდე. ასევე აქტუალურია მიკროელემენტების როლის შესწავლა სისტემების ბიოლოგიისა და მეტაბოლომიკის კონტექსტში, რაც საშუალებას მისცემს უკეთ გავიგოთ მათი გავლენა მეტაბოლიზმზე და ჯანმრთელობაზე.

მიკროელემენტოზების კვლევის ამჟამინდელი მდგომარეობა ხაზს უსვამს ინტეგრირებული მიდგომის მნიშვნელობას ადამიანის ჯანმრთელობასა და დაავადებებში მათი როლის გასაგებად. მიკროელემენტები მულტიფაქტორულ როლს ასრულებენ მეტაბოლიზმის რეგულირებაში და ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში და მათი დისბალანსი შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვადასხვა ფაქტორებით, გენეტიკურიდან გარემოსდაცვითი და დიეტური. მიკროელემენტოზის პრევენციის, დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის პერსონალიზებული მიდგომები, მათ შორის გენეტიკური მახასიათებლებისა და გარემო ფაქტორების გათვალისწინებით, პერსპექტიული სფეროა შემდგომი კვლევისთვის.

## დასკვნა

მიკროელემენტოზების შესწავლის გაანალიზებულმა ისტორიულმა ასპექტებმა აჩვენა, რომ დიდი ხნის განმავლობაში განსხვავდებოდა მეცნიერები დაინტერესდნენ მიკროელემენტების მნიშვნელობით. დღეს არავის ეპარება ეჭვი, რომ მიკროელემენტების ბიოლოგიური როლი ძალიან დიდია. მიკროელემენტები შეუცვლელია, მათი როლი გამოიხატება იმაში, რომ ისინი აძლიერებენ ქსოვილების რეგენერაციულ აქტივობას და ხელს უშლიან დაავადებებს; მიკროელემენტები აუმჯობესებს იმუნიტეტს ორგანიზმი.

მიკროელემენტოზების კონცეფციას აქვს მყარი ექსპერიმენტული მხარდაჭერა სასოფლო-სამეურნეო, შინაური და ლაბორატორიული ცხოველების გრძელვადიანი დაკვირვების შედეგად. მეტი უხსოვარი დროიდან. სწორედ ამ სფეროში მიღწეულია დიდი პრაქტიკული წარმატება. პრობლემა, რომელიც დაფარულია, არის როგორც ძალიან ძველი, ასევე ძალიან ახალი. მრავალი მიკროელემენტოზი ცხოველებში და განსაკუთრებით ადამიანებში, ჯერ არ არის აღწერილი და საკმარისად შესწავლილი. ზოგიერთი მიკროელემენტის როლი ცხოველებისა და ადამიანების ფიზიოლოგიასა და პათოლოგიაში რჩება არ არის საკმარისად ნათელი. თუმცა, ამ პრობლემის უფრო დიდი კონტურები უკვე აშკარად ჩანს.

## წყაროები:

1. Anke M., Dorn W., Miiller M., Seifert M. Recent progress in exploring the essentiality of the ultratrace element cadmium to the nutrition of animals and man // Biomed. Res. Trace Elements. - 2005 - Vol.16.-P.198- 202.
2. Chichinadze, K., Lazarashvili, A., & Tkemaladze, J. (2013). RNA in centrosomes: structure and possible functions. *Protoplasma*, 250(1), 397-405.
3. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). A new class of RNAs and the centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology*, 2(4), 287-291.
4. Chichinadze, K., Tkemaladze, J., & Lazarashvili, A. (2012). Discovery of centrosomal RNA and centrosomal hypothesis of cellular ageing and differentiation. *Nucleosides, Nucleotides and Nucleic Acids*, 31(3), 172-183.
5. Chichinadze, K., Tkemaladze, D., & Lazarashvili, A. (2012). New class of RNA and centrosomal hypothesis of cell aging. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 25(1), 23-28.
6. Chichinadze, K. N., & Tkemaladze, D. V. (2008). Centrosomal hypothesis of cellular aging and differentiation. *Advances in Gerontology= Uspekhi Gerontologii*, 21(3), 367-371.
7. Jaba, T. (2022). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration yields senolytic effect in humans. *Issues and Developments in Medicine and Medical Research Vol. 2*, 22-31
8. Kipshidze, M. (2024). Mineral waters as the best form of absorption of microelements by the body due to chelate compounds. *Junior Researchers*, 2(2), 55–66. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.07>
9. Kipshidze, M. (2023). Age-Related Changes in Proportions of Urolithins A, B, and O. *Junior Researchers*, 1(1), 17–29. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.03>
10. Kipshidze, M., Mazanashvili, V., Gorgaslidze, N., & Gabunia, L. (2023). Cross-sensitizing effects of Resveratrol and Astaxanthin. *Junior Researchers*, 1(1), 142–155. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.16>
11. Kipshidze, M. (2023). The controlling of contaminated Air, water, soil and medicinal plant raw materials and Mass Spectrometry. *Junior Researchers*, 1(1). doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.01>
12. Kipshidze, M. (2024). Naïve human cells. *Junior Researchers*, 2(2), 1–14. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.01>
13. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). The planaria *Schmidtea mediterranea* as a model system for the study of stem cell biology. *Junior Researchers*, 1(1), 194–218. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.20>



14. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2023). Comparative Analysis of drugs that improve the Quality of Life and Life Expectancy. *Junior Researchers*, 1(1), 184–193. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.19>
15. Kipshidze, M., & Tkemaladze, J. (2024). Balneology in Georgia: traditions and modern situation. *Junior Researchers*, 2(2), 78–97. doi: <https://doi.org/10.52340/jr.2024.02.02.09>
16. Lezhava, T., Monaselidze, J., Jokhadze, T., Kakauridze, N., Khodeli, N., Rogava, M., Tkemaladze, J., ... & Gaiozishvili, M. (2011). Gerontology research in Georgia. *Biogerontology*, 12, 87-91. doi: 10.1007/s10522-010-9283-6. Epub 2010 May 18. PMID: 20480236; PMCID: PMC3063552
17. Matsaberidze, M., Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Chichinadze, K., & Tkemaladze, J. (2017). TO TOPOLOGY OF ANTI-TERRORIST AND ANTI-CRIMINAL TECHNOLOGY FOR EDUCATIONAL PROGRAMS. *International Journal of Terrorism & Political Hot Spots*, 12.
18. Mazanashvili, V., & Kipshidze, M. (2023). Harmful effects of pharmaceutical pollution on the environment and its consequences. *Junior Researchers*, 1(1), 30–44. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.04>
19. Prangishvili, A., Gasitashvili, Z., Matsaberidze, M., Chkhartishvili, L., Chichinadze, K., Tkemaladze, J., ... & Azmaiparashvili, Z. (2019). SYSTEM COMPONENTS OF HEALTH AND INNOVATION FOR THE ORGANIZATION OF NANO-BIOMEDIC ECOSYSTEM TECHNOLOGICAL PLATFORM. *Current Politics and Economics of Russia, Eastern and Central Europe*, 34(2/3), 299-305.
20. Tkemaladze, J. (2024). Absence of centrioles and regenerative potential of planaria. *Georgian Scientists*, 6(4), 59–75. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.04.08>
21. Tkemaladze, J. (2024). Main causes of intelligence decrease and prospects for treatment. *Georgian Scientists*, 6(2), 425–432. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.44>
22. Tkemaladze, J. (2024). Cell center and the problem of accumulation of oldest centrioles in stem cells. *Georgian Scientists*, 6(2), 304–322. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.32>
23. Tkemaladze, J., & Samanishvili, T. (2024). Mineral ice cream improves recovery of muscle functions after exercise. *Georgian Scientists*, 6(2), 36–50. doi: <https://doi.org/10.52340/g.s.2024.06.02.04>
24. Tkemaladze J. Editorial: Molecular mechanism of ageing and therapeutic advances through targeting glycativ e and oxidative stress. *Front Pharmacol*. 2024 Mar 6;14:1324446. doi: 10.3389/fphar.2023.1324446. PMID: 38510429; PMCID: PMC10953819.
25. Tkemaladze, Jaba and Kipshidze, Mariam, Regeneration Potential of the Schmidtea Mediterranea CIW4 Planarian. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4633202> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4633202>
26. Tkemaladze, J. (2023). Is the selective accumulation of oldest centrioles in stem cells the main cause of organism ageing?. *Georgian Scientists*, 5(3), 216–235. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.22>
27. Tkemaladze, J. (2023). Cross-senolytic effects of dasatinib and quercetin in humans. *Georgian Scientists*, 5(3), 138–152. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.05.03.15>

28. Tkemaladze, J. (2023). Structure and possible functions of centriolar RNA with reference to the centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 156–170. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.17>
29. Tkemaladze, J. (2023). The centriolar hypothesis of differentiation and replicative senescence. *Junior Researchers*, 1(1), 123–141. doi: <https://doi.org/10.52340/2023.01.01.15>
30. Tkemaladze, J. (2023). Reduction, proliferation, and differentiation defects of stem cells over time: a consequence of selective accumulation of old centrioles in the stem cells?. *Molecular Biology Reports*, 50(3), 2751-2761.
31. Tkemaladze, J. Long-Term Differences between Regenerations of Head and Tail Fragments in *Schmidtea Mediterranea* Ciw4. Available at SSRN 4257823.
32. Tkemaladze, J., & Apkhazava, D. (2019). Dasatinib and quercetin: short-term simultaneous administration improves physical capacity in human. *J Biomedical Sci*, 8(3), 3.
33. Tkemaladze, J., Tavartkiladze, A., & Chichinadze, K. (2012). Programming and Implementation of Age-Related Changes. In *Senescence*. IntechOpen.
34. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2010). Centriole, differentiation, and senescence. *Rejuvenation research*, 13(2-3), 339-342.
35. Tkemaladze, J. V., & Chichinadze, K. N. (2005). Centriolar mechanisms of differentiation and replicative aging of higher animal cells. *Biochemistry (Moscow)*, 70, 1288-1303.
36. Tkemaladze, J., & Chichinadze, K. (2005). Potential role of centrioles in determining the morphogenetic status of animal somatic cells. *Cell biology international*, 29(5), 370-374.

## Microelementoses - history and current status

Mariam Kipshidze<sup>1</sup>, Jaba Tkemaladze<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculty of Medicine of Tbilisi State Medical University, [mkipshidze24@gmail.com](mailto:mkipshidze24@gmail.com)

<sup>2</sup> Research Director, Longevity Clinic Georgia Inc. [jtkemaladze@longevity.ge](mailto:jtkemaladze@longevity.ge)

### Abstract

Microelements take the most active part in many vital processes occurring in living organisms at the molecular level. Acting through the enzyme system, microelements can stimulate or inhibit growth, development and reproductive functions. At present, the medical aspects of the doctrine of microelementoses have not yet been sufficiently developed. The facts and statements related to it are scattered in publications in various disciplines. This creates great difficulties in attempts to systematize them. Some important sections of the pathology of microelementoses still remain unstudied. In order to fill them, long-term and multifaceted research work is needed. Studying the importance of microelements in metabolism is necessary to identify new opportunities for health management, since microelements can act as both specific and non-specific regulators of metabolism.

**keywords:** microelements, microelementoses, goiter, anemia, cancer