

---

## ნერწყვის ბიოქიმიური პარამეტრების ცვლილებები ორთოდონტიული მკურნალობის დროს

ნინო ორჯონიკიძე<sup>1,4,5</sup>, ირინე კვაჭაძე<sup>2</sup>, თინათინ მიქაძე<sup>1</sup>, ია ფანცულაია<sup>3,4</sup>, თინათინ ჩიქოვანი<sup>4</sup>

ორთოდონტიის დეპარტამენტი, თსსუ, თბილისი, საქართველო<sup>1</sup>; ფიზიოლოგიის დეპარტამენტი, თსსუ, თბილისი საქართველო<sup>2</sup>; ვლ.ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტი, თსსუ, თბილისი, საქართველო<sup>3</sup>; იმუნოლოგიის დეპარტამენტი, თსსუ, თბილისი, საქართველო<sup>4</sup>; სტომატოლოგიის კლინიკა და სასწავლო-კვლევითი ცენტრი „უნიდენტი“, თბილისი, საქართველო<sup>5</sup>

---

### აბსტრაქტი

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისების გავლენის შეფასება ნერწყვში/პირის ღრუს სითხეში კალციუმის, მაგნიუმისა, ფოსფორის და ტუტე ფოსფატაზას შემცველობაზე.

მასალა და მეთოდები: კვლევაში ჩართული იყო 15-დან 25 წლამდე ასაკის 40 ჯანმრთელი ინდივიდი (17 ქალი და 23 მამაკაცი), რომელთაც ორთოდონტიული მკურნალობა ჩაუტარდათ სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით. ნერწყვში კალციუმის, მაგნიუმის, ფოსფორისა და ტუტე ფოსფატაზას დონე შესწავლილია დინამიკაში სამჯერ: ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებამდე, ბრეისების ფიქსაციიდან 24 საათისა და ორი თვის შემდეგ.

შედეგები: სტანდარტული ბრეისების ფიქსირებიდან 24 საათის შემდეგ შესწავლილი ბიოქიმიური პარამეტრების ცვლილა არ აღინიშნება; მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ ნერწყვში კალციუმისა და ტუტე ფოსფატაზას დონე სტატისტიკურად სარწმუნოდ ქვეითდება, მაგნიუმისა და ფოსფორის შემცველობა კი უცვლელი რჩება.

საკვანძო სიტყვები: *ორთოდონტიული მკურნალობა, კალციუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, ტუტე ფოსფატაზა*

## შესავალი

ნერწყვის მრავალ ფუნქციურ დატვირთვას შორის მნიშვნელოვანია მისი განმსაზღვრელი როლი პირის ღრუს ჰიგიენის შენარჩუნებაში (Lindawati et al., 2019). ნერწყვის შემადგენლობა მკაფიო ინდივიდურია. სხვა ელემენტებთან ერთად, ელექტროლიტებს ნერწყვი მცირე რაოდენობით შეიცავს, თუმცა, ისინი მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ პირის ღრუს ჯანმრთელობისა და კბილების მთლიანობის შენარჩუნებაში (Bevinagidad et al., 2020)

ორთოდონტიული ბრეისების გამოყენება ხშირად ასოცირდება დიეტურ კვებასთან, რაც ლექვითი მოძრაობის თანმხლები გარკვეული დისკომფორტით აიხსნება. ლიგირებადი ორთოდონტიული აპარატები საზიანოა პირის ღრუს ჰიგიენისთვის (Krishnan et al., 2007), ართულებს რა ჰიგიენურ პროცედურებს და ხელს უწყობს ნადებისა და ქვების გაჩენას (Eroglu et al., 2019).

ნერწყვის ბიოქიმიური პარამეტრები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ინდივიდური კარიესის, კბილების დემინერალიზაციის ხარისხის და მგრძობელობის შეფასებაში (Daniel et al., 2016). კალციუმი მნიშვნელოვანი მინერალია ძვლების ზრდისთვის. როგორც კვლევებითაა ნაჩვენები, კალციუმის და ფოსფატის დონე ნერწყვში ასაკის მატებასთან ერთად იზრდება. ამასთან, კალციუმი ერთადერთი ელექტროლიტია, რომელსაც არ აქვს კავშირი ნერწყვის დინების სიჩქარესთან (Rabiei et al., 2013).

ფოსფორი მნიშვნელოვანი ელემენტია, რომელიც ყველაზე ხშირად ძვლებსა და კბილებში კონცენტრირდება. დადგენილია, რომ ნერწყვის ნაკადის (ფაქტობრივად - სიჩქარის) მატების პირობებში ცილის, ნატრიუმის, კალციუმის, ქლორიდის, ბიკარბონატის და pH-ის დონე იზრდება, ხოლო არაორგანული ფოსფატის და მაგნიუმის კონცენტრაცია მცირდება (Nasution et al., 2018). ტუტე ფოსფატაზა უზრუნველყოფს ძვლების მინერალიზაციას ორგანული ფოსფორის გამოთავისუფლებითა და არაორგანული პიროფოსფატის ჰიდროლიზით (Koppolu et al., 2021).

ამდენად, პირის ღრუს სითხეში/ნერწყვში კალციუმის, მაგნიუმისა და ფოსფორის შემცველობა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს პირის ღრუს ჯანმრთელობას.

ნერწყვის რაოდენობასა და შემადგენლობაზე მრავალი ფაქტორი ზემოქმედებს, რომელთა შორისაც არის მექანიკური გაღიზიანება. ლიტერატურაში არსებული მონაცემების თანახმად, ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 6 კვირიდან 2 თვემდე მონაკვეთი პირის ღრუში კარიესოგენური ბაქტერიების განვითარებისთვის ყველაზე ხელსაყრელი პერიოდია (Peros et al., 2011). ამავე პერიოდში იცვლება ნერწყვის არამიკრობული მაჩვენებლებიც.

წინამდებარე კვლევის მიზანს წარმოადგენდა პირის ღრუს სითხეში/ნერწყვში კალციუმის, მაგნიუმის, ფოსფორის და ტუტე ფოსფატაზას შემცველობაზე სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით ორთოდონტიული მკურნალობის გავლენის შეფასება.

## **კვლევის მასალა და მეთოდები**

კვლევა ჩატარდა 40 პრაქტიკულად ჯანმრთელ მამაკაცსა და ქალზე (15-25 წლის ასაკის), რომელთაც უტარდებოდათ ორთოდონტიული მკურნალობა სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით. კვლევა ჩატარდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ორთოდონტიის დეპარტამენტში, ვლ.ბახუტაშვილის სახელობის სამედიცინო

ბიოტექნოლოგიის ინსტიტუტსა და სტომატოლოგიის კლინიკასა და სასწავლო-კვლევით ცენტრში „უნიდენტი“.

პაციენტების კვლევის ჯგუფში ჩართვის კრიტერიუმები იყო: ჯანმრთელობის მდგომარეობა - სისტემური ან/და ქრონიკული დაავადების გარეშე, დეკომპენსირებული კარიესის, პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის და ღრძილების პათოლოგიის არარსებობა, პირის ღრუს ჰიგიენის დაცვის უნარი და შესაძლებლობა. პაციენტების სომატური, ენდოკრინოლოგიური და ნევროლოგიური სტატუსი ფასდებოდა დეტალური ანამნეზური და შესაბამისი ანკეტური მონაცემების ანალიზის საფუძველზე. ნერწყვის აღებამდე ხდებოდა პაციენტის პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის და ღრძილების მდგომარეობის კლინიკური შეფასება, რისი შედეგებიც იყო პაციენტის კვლევაში ჩართვის ერთ-ერთი კრიტერიუმი.

კვლევა ჩატარდა ჰელსინკის ეთიკის კომისიის პირობების შესაბამისად. მასში ჩართული თითოეული პაციენტიდან მიღებულია წერილობითი ინფორმირებული თანხმობა კვლევაში მონაწილეობაზე; ასევე, თითოეულს ჰქონდა შესაძლებლობა, ნებისმიერ ეტაპზე უარი ეთქვა კვლევაში მონაწილეობაზე. კვლევით გათვალისწინებული ყველა პროცედურა დამტკიცებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბიოეთიკის კომისიის მიერ.

ნერწყვის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლების შესწავლის მიზნით თითოეული პაციენტიდან მკურნალობის დაწყებამდე (T0), მკურნალობის დაწყებიდან 24 საათისა (T1) და მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ (T3) გროვდებოდა ნერწყვი.

#### **ნერწყვის შეგროვება**

ნერწყვის შემადგენლობის სადღეღამისო ცვალებადობის ეფექტის შემცირების მიზნით (Varma et al., 2008), ნერწყვი გროვდებოდა პლასტიკურ სინჯარებში დილის 9-დან 12 საათამდე, ჭამიდან და პირის ღრუს ჰიგიენური პროცედურიდან სულ მცირე ერთი საათის შემდეგ. პაციენტებიდან მიღებული პირის ღრუს სითხეში განსაზღვრული იონების მაჩვენებლები რეალურად ნერწყვში მათი კონცენტრაციის შესაბამისია. ამიტომ, ქვემოთ გამოყენებული იქნება მხოლოდ ტერმინი „ნერწყვი“.

#### **ნერწყვში Ca-ის, Mg-ის, ფოსფორისა და ტუტე ფოსფატაზას განსაზღვრა**

ნერწყვში კალციუმის, მაგნიუმის, ფოსფორისა და ტუტე ფოსფატაზას გასაზომად გამოყენებულ იქნა რეაქტივების კომერციული ნაკრები მწარმოებლის ინსტრუქციის მიხედვით (BIOLABO, საფრანგეთი). Ca, Mg და P იზომებოდა ერთეულებში - მმოლი/ლიტრი, ხოლო ALP - ერთეული/ლიტრი.

#### **მასალის სტატისტიკური დამუშავება**

ნერწყვში Ca-ის, Mg-ის და P-ის შემცველობის მონაცემები შეტანილ იქნა მონაცემთა ბაზაში და დამუშავდა სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით. პაციენტებში დინამიკაში შესწავლილი პარამეტრების ცვლილებათა სტატისტიკური შედარებისთვის გამოვიყენეთ სტიუდენტის t ტესტი. საშუალო მნიშვნელობების განსხვავებების შესაფასებლად და ნდობის ინტერვალისა და სტანდარტული გადახრის დასადგენად გამოყენებულია t ტესტი წყვილი ნიმუშებისთვის.  $P < 0.05$  მიჩნეულია სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავებად.

#### **კვლევის შედეგები და მათი განხილვა**

ჩვენს მიერ გამოკვლეულ იქნა 15-დან 25 წლამდე ასაკის 40 ჯანმრთელი ინდივიდი (17 ქალი და 23 მამაკაცი), რომელთაც ორთოდონტიული მკურნალობა ჩაუტარდათ სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით. გამოკვლეულ პაციენტთა საშუალო ასაკი იყო  $16,8 \pm 3,6$  წელი

ნერწყვის ბიოქიმიური მაჩვენებლები შესწავლილ იქნა დინამიკაში: მკურნალობის დაწყებამდე, ბრეისების ფიქსაციიდან 24 საათის შემდეგ და 2 თვის შემდეგ. მიღებული მონაცემები წარმოდგენილია ცხრ. 1-ში.

როგორც ცხრ. 1-დან ჩანს, ბრეისების ფიქსაციიდან 24 საათის შემდეგ (T1) არც ერთი შესწავლილი პარამეტრი - Ca+, Mg+, P+ და ALP – არ იცვლება (შესაბამისად,  $P=0.8604$ ;  $P=0.8380$ ;  $P=0.3784$  და  $P=0.7289$ ). მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ Ca-ის დონე მკურნელობამდელ მაჩვენებელთან შედარებით სტატისტიკურად სარწმუნოდ ქვეითდება ( $1,048 \pm 0,434$  vs  $0,846 \pm 0,313$ ,  $P=0,0476$ ). მკურნალობის ამ ეტაპზე სტატისტიკურად სარწმუნოდ ქვეითდება, ასევე, ნერწყვში ALP-ს შემცველობა ( $56,633 \pm 54,965$  vs  $26,342 \pm 32,767$   $P=0.0354$ ). Mg-სა და P-ს დონე მკურნალობამდელ მაჩვენებლებთან შედარებით არ იცვლება (შესაბამისად,  $P=0.6094$  და  $P=0.7509$ ).

ნერწყვი შეიცავს კალციუმისა და ფოსფატის ზენაჯერ ხსნარს, რომელიც მჟავას ანეიტრალებს. დემინერალიზაცია და რემინერალიზაცია მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს კბილის მინანქრის სიმკვრივესა და სიმტკიცეზე. კბილების სიჯანსაღე დემინერალიზაცია/რემინერალიზაციის თანაფარდობაზეა დამოკიდებული. დემინერალიზაცია მიმდინარეობს დაბალი pH-ის პირობებში, როდესაც პირის ღრუს გარემო, კბილის მინერალებთან შედარებით, იონებით არ არის გაჯერებული. მინანქრის კრისტალი, რომელიც აპატიტის კარბონატისგან შედგება, იხსნება ორგანულ მჟავებში (რძისმჟავასა და ძმარმჟავაში), რასაც, საკვების ნახშირწყლების გარემოში კბილის ნადების ბაქტერიები წარმოქმნის. ზენაჯერი ნერწყვის Ca-ის (ასევე, ფოსფორის და ფტორის) იონები დემინერალიზებული ქსოვილის აღდგენას უზრუნველყოფს. რემინერალიზებულ ხსნარში კალციუმის კონცენტრაციის მატებამ, შესაძლოა, დაზიანებულ კერაში მინერალების ჩალაგება დააჩქაროს. რემინერალიზებულ გამხსნელში კალციუმის მატებამ შეიძლება გაზარდოს მინერალების ინკორპორაციის სიჩქარე.

### ცხრილი 1

ნერწყვის ბიოქიმიური მაჩვენებლები სტანდარტული ბრეისებით ორთოდონტიული მკურნალობის ფონზე

	T0	T1	T2	P
<b>Ca</b>	$1,048 \pm 0,434$	$1,017 \pm 0,731$	$0,846 \pm 0,313$	T0-T1, $P=0.8604$ T0-T2, $P=0.0476$
<b>Mg</b>	$0,516 \pm 0,075$	$0,521 \pm 0,086$	$0,504 \pm 0,081$	T0-T1, $P=0.8380$ T0-T2, $P=0.6094$
<b>P</b>	$407,087 \pm 119,791$	$370,976 \pm 152,520$	$393,246 \pm 170,49$	T0-T1, $P=0.3784$ T0-T2, $P=0.7509$
<b>ALP</b>	$56,633 \pm 54,965$	$50,413 \pm 64,630$	$26,342 \pm 32,767$	T0-T1, $P=0.7289$ T0-T2, $P=0.0354$



Ca – კალციუმი, Mg – მაგნიუმი, P - ფოსფორი, ALP - ტუტე ფოსფატაზა,  
T0 - მკურნალობის დაწყებამდე,  
T1 - ბრეისების ფიქსაციიდან 24 საათის შემდეგ,  
T2 - ბრეისების ფიქსაციიდან ორი თვის შემდეგ  
მაჩვენებლები სტატისტიკურად სარწმუნოდ განსხვავდება, როცა  $p < 0,05$

კარიესის განვითარების პროცესში დემინერალიზაციისა და რემინერალიზაციის კორელაციაზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს ნერწყვი, რომელიც კბილის ღია ზედაპირზე იონების, ბაქტერიების და ფერმენტირებული ნახშირწყლების ტრანსპორტირებას უზრუნველყოფს.

ნერწყვში Ca-ის გამოკვლევამ აჩვენა, რომ სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ ნერწყვში Ca-ის დონე სტატისტიკურად სარწმუნოდ შემცირდა ( $p < 0.05$ . იხ. სურ.1). ანალოგიური შედეგები დაფიქსირდა Cardoso-სა და თანაავტორთა (2020) კვლევაში ლიგირებადი ბრეისების ჩადგმიდან 1 და 3 თვის შემდეგ. მათვე დაადასტურეს, რომ ნერწყვში Ca-ის მაღალი დონე იცავს კბილს კარიესის განვითარებისაგან. მკურნალობის ფონზე Ca-ის დონის დაქვეითებას ადასტურებენ სხვა ავტორებიც (AlHudaithi, Alshammery, 2021; Teixeira et al., 2012); ამასთან, არის კვლევები, სადაც ორთოდონტიული მკურნალობის ფონზე ნერწყვში Ca-ს მატება არ დაფიქსირდა (Archie et al., 2017; Bhavsar et al., 2017; Lindawati et al., 2019).

Mg კალციუმის ფიზიოლოგიურ ანტაგონისტად ითვლება. ის უჯრედისთვის ერთ-ერთ აუცილებელ ელემენტს წარმოადგენს; ჯანმრთელი ადამიანის შრატში მისი კონცენტრაცია მუდმივია, ცვლილება კი მრავალი დაავადების განვითარებასთან ასოცირდება (Laires et al., 2004; Touyz, 2004, Tam et al., 2003; Aziz et al., 2018). Mg-ს მრავალფეროვანი ბიოლოგიური ფუნქციები აქვს. ორგანიზმის მეტაბოლიზმში ჩართული 300-ზე მეტი ფერმენტი Mg-ს საჭიროებს. ამდენად, მას დიდი მნიშვნელობა აქვს ფერმენტების გააქტიურება/ინჰიბირებაში, არეგულირებს უჯრედული ციკლის პროგრესირებასა და დიფერენციაციას (Tam et al., 2003; Aziz et al., 2018).

პაროდონტის დაავადებებისა და კარიესის განვითარების აღკვეთაში მნიშვნელოვანია მაგნიუმის როლი. ის ამცირებს ბაქტერიული ტოქსინებით გამოწვეულ ანთებას (Zanarini et al., 2012).

შესწავლილ პაციენტთა ჯგუფში ლიგირებადი ბრეისებით მკურნალობის დაწყებიდან 24 საათისა და 2 თვის შემდეგ Mg-ის დონე სტატისტიკურად სარწმუნოდ არ განსხვავდებოდა მკურნალობამდე არსებული მაჩვენებლისგან (იხ. სურ. 1).

ფოსფორი ადამიანის სხეულში კალციუმის შემდეგ მეორე, ყველაზე მნიშვნელოვანი მინერალი, უჯრედსა და ქსოვილში დნმ-ის, რნმ-ის და ფოსფოლიპიდების აუცილებელი კომპონენტია, ადენოზინტრიფოსფატებში კი მაღალი ენერჯის ბმების წყაროს წარმოადგენს. ძვლებსა და კბილებში ფოსფორი ჰიდროქსიპატიტის სახითაა. ის არის უჯრედგარე სითხეშიც, რბილ ქსოვილებსა და ერითროციტებში (Foster et al., 2008; Nasution and Amatanesia, 2018).

ფერმენტი ტუტე ფოსფატაზა (ALP) მონაწილეობს პროცესებში, უწყობს რა ხელს მინერალების წარმოქმნას ისეთ ქსოვილებში, როგორცაა ძვალი და ცემენტი. ამდენად, ტუტე ფოსფატაზა ნერწყვის მნიშვნელოვანი ბიომარკერია.

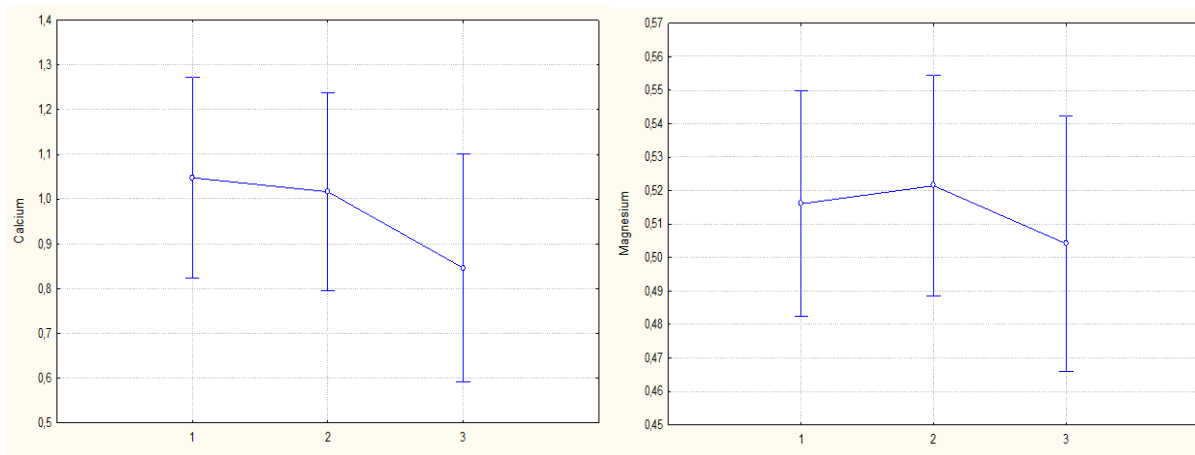
ჩვენმა კვლევამ ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 24 საათისა და 2 თვის შემდეგ ნერწყვში ფოსფორის დონის ცვლილება არ დაადასტურა. ასეთივე შედეგებია ნაჩვენები Bevinagidad-ის და თანაავტორთა (2020), ასევე Eltayeb და თანაავტორთა (2017) შრომებში, თუმცა Li-მ თანაავტორებთან (2009) ერთად მკურნალობის დაწყებიდან 1 თვის შემდეგ ორთოდონტიულ პაციენტებში ფოსფორის დონის კლება დააფიქსირა.

ჩვენი მონაცემებით, ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ ნერწყვში ALP სტატისტიკურად მნიშვნელოვნად იკლებს, რაც სრულად თანხვდება AlHudaithi და Alshammery-ის (2021) კვლევის შედეგებს, თუმცა, წინააღმდეგობაში მოდის Bevinagidad-ისა და თანაავტორთა (Bevinagidad, 2020) მონაცემებთან, რომელთაც დაადგინეს ნერწყვში ტუტე ფოსფატაზას მატება ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 6 თვის შემდეგ.

ამგვარად, წინამდებარე კვლევის შედეგების მიხედვით, სტანდარტული ლიგირებადი ბრეისებით მკურნალობის დაწყებიდან 2 თვის შემდეგ პაციენტთა ნერწყვში სტატისტიკურად სარწმუნოდ იკლებს კალციუმისა და ტუტე ფოსფატაზას დონე; ეს კი კიდევ ერთი მტკიცებულებაა იმისათვის, რომ პაციენტებში ფიქსირებულ ორთოდონტიულ მკურნალობის პირობებში საჭიროა ინტენსიური მეთვალყურეობა პირის ღრუს ჰიგიენის თვალსაზრისით კარიესისა და პაროდონტის დაზიანების მიმართ მგრძობელობის შესამცირებლად.

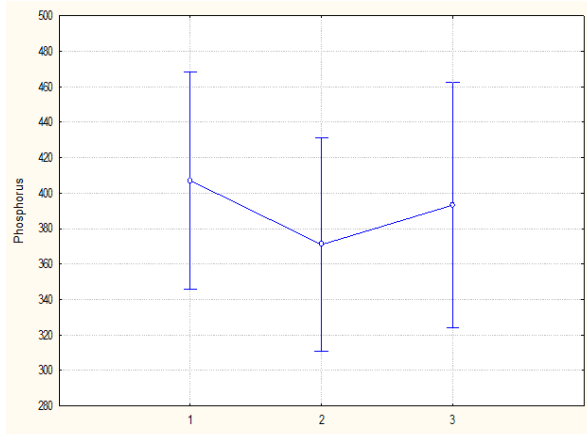
**სურ.1 .**

ნერწყვის ბიოქიმიური მაჩვენებლების დინამიკა ორთოდონტიული მკურნალობის დაწყებიდან 24 საათისა და 2 თვის შემდეგ

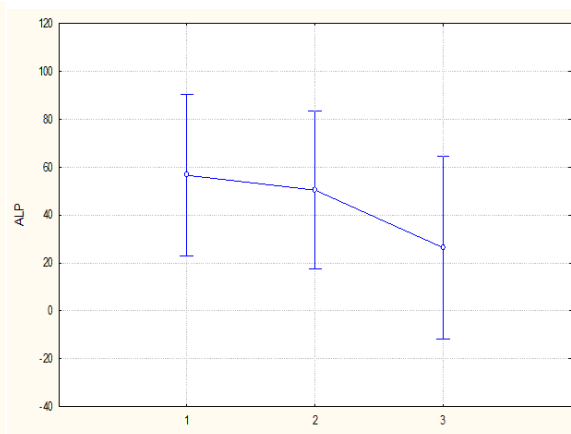


Ca

Mg



P



ALP

1 = მკურნალობის დაწყებამდე (T0),  
 2 = ბრეისების ფიქსაციიდან 24 საათის შემდეგ (T1),  
 3 = 2 თვის შემდეგ (T2).

#### გამოყენებული ლიტერატურა:

1. AlHudaithi FS, Alshammery DA. Screening of biochemical parameters in the orthodontic treatment with the fixed appliances: A follow-up study. Saudi J Biol Sci. 2021 Dec;28(12):6808-6814.
2. Archie B, Santosh G, Jay P. Comparative evaluation of salivary parameters before and during orthodontic treatment. Int J Recent Sci Res 2017;8:18630-4.
3. Aziz NZ, Arathi K, Prasad BG, Desai D, Shetty SJ, Shahid M. Evaluation of magnesium levels in blood and saliva of oral squamous cell carcinoma and potentially malignant disorders by xylydyl blue method. J Oral Maxillofac Pathol. 2018 Jan-Apr;22(1):147.
4. Bevinagidad S, Setty S, Patil A, Thakur S. Estimation and correlation of salivary calcium, phosphorous, alkaline phosphatase, pH, white spot lesions, and oral hygiene status among orthodontic patients. J Indian Soc Periodontol 2020;24:117-21
5. Bevinagidad S., Setty S., Patil A., Thakur S. Estimation and correlation of salivary calcium, phosphorous, alkaline phosphatase, pH, white spot lesions, and oral hygiene status among orthodontic patients J. Indian Soc. Periodontol., 24 (2) (2020), p. 117-121
6. Bhavsar A., Goje SK., Patelet J. Comparative Evaluation of Salivary Parameters Before and During Orthodontic Treatment. Int J Recent Sci Res. 2017; 8(7), pp. 18630-18634.
7. Cardoso AA, Lopes LM, Rodrigues LP, Teixeira JJ, Steiner-Oliveira C, Nobre-Dos-Santos M. Influence of salivary parameters in the caries development in orthodontic patients-an observational clinical study. Int J Paediatr Dent. 2017 Nov;27(6):540-550.

8. Daniel F.I., Lima L, Santos C.R.D Salivary calcium and phosphate stability in different time and temperature storage. *Brazilian J. Pharm. Sci.*, 52 (4) (2016), pp. 679-684
9. Eltayeb MK, Ibrahim YE, El Karim IA, Sanhoury NM. Distribution of white spot lesions among orthodontic patients attending teaching institutes in Khartoum. *BMC Oral Health* 2017;17:88.
10. Eroglu A.K., Baka Z.M., Arslan U. Comparative evaluation of salivary microbial levels and periodontal status of patients wearing fixed and removable orthodontic retainers *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.*, 156 (2) (2019), pp. 186-192
11. Foster B.L., Tompkins K.A., Rutherford R.B., Zhang H., Chu E.Y., Fong H.,M. J. Somerman Phosphate: known and potential roles during development and regeneration of teeth and supporting structures *Birth Defects Research Part C: Embryo Today: Reviews.*, 84 (4) (2008), pp. 281-314
12. Koppolu P., Sirisha S., Mishra A., Deshpande K., Lingam A.S., Alotaibi D.H., Saleh M. Alwahibi, Penela S.A Alkaline phosphatase and acid phosphatase levels in saliva and serum of patients with healthy periodontium, gingivitis, and periodontitis before and after scaling with root planing: A clinico-biochemical study *Saudi J. Biol. Sci.*, 28 (1) (2021), pp. 380-385
13. Krishnan V., Ambili R., Davidovitch Ze'ev, Murphy N.C. *Gingiva and orthodontic treatment Seminars in Orthodontics: Elsevier*, 13 (4) (2007), pp. 257-271
14. Laires MJ, Monteiro CP, Bicho M. Role of cellular magnesium in health and human disease. *Front Biosci.* 2004;9:262–276.
15. Li Y, Hu B, Liu Y, Ding G, Zhang C, Wang S. The effects of fixed orthodontic appliances on saliva flow rate and saliva electrolyte concentrations. *J Oral Rehabil* 2009; 36:781-5.
16. Lindawati Y., Sufarnap E., Munawarah W. The Effect of Fixed Orthodontic Treatment on Salivary Component: Efek Perawatan Ortodonti Cekat Terhadap Komponen Saliva *Dentika Dental J.*, 22 (2) (2019), pp. 30-33
17. Lindawati, Y., Sufarnap, E., & Munawarah, W. (2019). The Effect of Fixed Orthodontic Treatment on Salivary Component: Efek Perawatan Ortodonti Cekat Terhadap Komponen Saliva. *Dentika: Dental Journal*, 22(2), 30-33.
18. Nasution S.B., Sinaga N., Mel M. Process optimization of biogas production from palm oil mill effluent: a case study of a crude palm oil factory in muaro jambi, Indonesia *J. Adv. Res. Fluid Mech. Therm. Sci.*, 49 (2018), pp. 155-169
19. Nasution A.H., Amatanesia D.D. Correlation of salivary phosphorous level to dental calculus accumulation on patients of the periodontology installation in dental hospital of USU *J. Phys. Conference Series: IOP Publishing*, 1116 (2018), p. 052044,
20. Rabiei M., Masooleh I.S., Leyli E.K., Nikoukar L.R. Salivary calcium concentration as a screening tool for postmenopausal osteoporosis *Int. J. Rheumatic Dis.*, 16 (2) (2013), pp. 198-202
21. Tam M, Go 'mez S, Gonza 'lez-Gross M, Marcos A. Possible roles of magnesium on the immune system. *European Journal of Clinical Nutrition.* 2003;57:1193–7.



22. Teixeira H.S., Kaulfuss S.M.O., Ribeiro J.S., Pereira B.d.R., Brancher J.A., Camargo E.S. Calcium, amylase, glucose, total protein concentrations, flow rate, pH and buffering capacity of saliva in patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances. *Dental Press J. Orthod.*, 17 (2) (2012), pp. 157-161
23. Touyz RM. Magnesium in clinical medicine. *Front Biosci.* 2004;9:1278–93. [PubMed]
24. Varma S, Banerjee A, Bartlett D. An in vivo investigation of associations between saliva properties, caries prevalence and potential lesion activity in an adult UK population. *J Dent.* 2008 Apr;36(4):294-9.
25. Zanarini M, Pazzi E, Bonetti S, Ruggeri O, Bonetti GA, Prati C. In vitro evaluation of the effects of a fluoride-releasing composite on enamel demineralization around brackets. *ProgrOrthod.* 2012; 13:10–6.