

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი  
მედიცინის ფაკულტეტი

კლინიკური და ტრანსლაციური მედიცინა

მაია ბერიძე

ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტების  
გავლენა ბავშვთა სტომატოლოგიურ და ზოგად ჯანმრთელობაზე და მათი  
შემცველობის მონიტორინგი

მედიცინის დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი  
დისერტაცია

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

ვლადიმერ მარგველაშვილი

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

სამეცნიერო თანახელმძღვანელი:

თამარ შიშნიაშვილი

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

თბილისი

2021 წელი

## აბსტრაქტი

**შესავალი.** უკანასკნელ წლებში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი ადამიანის ორგანიზმში მაკრო- და მიკროელემენტთა ცვლის უფრო ღრმა შესწავლის - ნორმაში და პათოლოგიური მდგომარეობის დროს. ეს განპირობებულია იმით, რომ მაკრო- და მიკროელემენტთა უმეტესობა შედის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემადგენლობაში ან ახდენს მათზე გავლენას; მონაწილეობს რა უმეტეს მეტაბოლურ და იმუნურ პროცესებში - განსაზღვრავს სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირებას.

**ნაშრომის მიზანს** წარმოადგენდა ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის განსაზღვრა თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში და მათი დისბალანსის შესაძლო გავლენის შესწავლა ბავშვის ზოგად და სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე.

**გამოკვლევის მასალა და მეთოდები.** კბილის მაგარ ქსოვილთა მდგომარეობის შესაფასებლად გამოვიკვლიეთ ქ. ბათუმის (საქართველო) 3-დან 12 წლის ასაკის 375 ბავშვი. გამოკვლევულთა დათვალიერება წარმოებდა ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული სტანდარტული ინდექსების გამოყენებით (კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა). თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლეული იქნა 48 ბავშვი, რომელიც შეირჩა გამოკვლეული 375 ბავშვიდან. შერჩეული ბავშვები დაყავით 2 ჯგუფად კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით - საკონტროლო ჯგუფი (კომპენსირებული-მინიმალური დაზიანებებით) 15 ბავშვი და ძირითადი ჯგუფი (დეკომპენსირებული-მრავლობითი დაზიანებებით) 33 ბავშვი. აღნიშნულ კონტინგენტს ჩაუტარდა თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა ანალიზი ქიმიური (ესენციური და პირობითად ესენციური) ელემენტების შემცველობაზე. ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევისთვის ვიყენებდით რენტგენულ-ფლუორესცენტულ სპექტროსკოპიას.

ჯანმრთელობის ზოგად მდგომარეობას ვაფასებდით პედიატრის მიერ მოწოდებული ბავშვების ავადმყოფის ისტორიებზე დაყრდნობით.

**გამოკვლევის შედეგები.** გამოკვლევის თანახმად, კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა ყველა ასაკობრივ ჯგუფში იყო მაღალი და საშუალოდ შეადგენდა 88,5% და  $5.89 \pm 4.42$  (კბა+კბ). აღსანიშნავია რომ, ინტენსივობის კომპონენტებიდან (კარიესული, დაბჟენილი და ამოღებული კბილები) მეტი წილი მოდიოდა კარიესით დაზიანებულ კბილებზე, კერძოდ, კარიესული კბილების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენდა  $5.29 \pm 4.3$ , ხოლო დაბჟენილი -  $0.56 \pm 1.64$  ( $p < 0,01$ ). კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით შემდეგი განაწილება გამოვლინდა: კომპენსირებული 131 (34.9%), სუბკომპენსირებული 81 (21.6%), დეკომპენსირებული 163 (43.5%).

გამოკვლეულთა თმის ღერში სპექტრული ანალიზით დადგინდა - Ca, Zn და Fe-ის საშუალო შემცველობა ნორმის ქვედა ზღვარზეა, ხოლო იმ ბავშვებსა და მოზარდებში, ვისაც კბილის კარიესის ინტენსივობის დეკომპენსირებული ფორმა დაუფიქსირდათ, აღნიშნულ ელემენტთა შემცველობა მნიშვნელოვნად დაბალია და ჩვენი აზრით, აღნიშნულმა მდგომარეობამ განაპირობა კბილის მაგარ ქსოვილთა დემინერალიზაცია.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ურთიერთკავშირი გამოვლინდა კარიესის კომპენსაციის ფორმასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში Ca, Zn, Fe-ის შემცველობას შორის. ასევე დადგინდა გარკვეულ ესენციურ ელემენტთა გავლენა ბავშვის ზოგად ჯანმრთელობაზე.

**დასკვნა.** თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის შესწავლამ გამოავლინა მაღალი კორელაციის კოეფიციენტი, როგორც კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციასთან, ასევე მზარდი ორგანიზმის ზოგად ჯანმრთელობასთან.

## Abstract

**Introduction:** In recent years, an interest in an in-depth study of macro- and microelemental metabolism in the human body has increased significantly both in normal and pathological conditions. This is due to the fact that most macro- and microelements are parts of biologically active substances and have an influence on them; Since they are involved in most metabolic and immune processes, they determine the functionality of various organs and systems.

The **goal** of the research was to determine the composition of the essential and conditionally essential macro- and microelements in hair and dental hard tissues and to study the possible effect of their imbalance on both the general and dental health of the child.

**Materials and Methods:** In order to assess the state of dental hard tissues, 375 children from Batumi (Georgia) pre and public schools aged 3 to 12 years were randomly examined. Monitoring of the examined children was carried out using standard indices provided by the World Health Organization. To determine the effect of the imbalance of macro- and microelements on somatic and dental diseases according to the caries status 48 children aged 3-12 were chosen from the examined 375 children. They were divided into two groups - control group (15 children) with mild caries only with dmft/DMFT <2, and case group (33 children) with severe caries with dmft/DMFT >9. We used X-ray fluorescent spectroscopy to study the qualitative and quantitative composition of chemical elements.

General health status was measured based on the examined children's medical card provided by the pediatrician.

**Results:** Our study of dental caries among examined 375 children showed that the prevalence and experience of dental caries in all age groups and gender was high and its average value was 88.5% (prevalence) and  $5.89 \pm 4.42$  (caries experience). Evaluation of caries experience among the caries indices (decayed, missing and filled teeth) showed the number of caries decayed teeth had the highest component. The mean value of carious teeth was  $5.29 \pm 4.3$  and of filled teeth was  $0.56 \pm 1.64$ . A mild caries among the examined children (375) was recorded 34.9% (131), a moderate caries 21.6% (81) and a severe caries 43.5% (163).

It was found that the average composition of Ca, Zn and Fe in the hair was the lower limit of the norm according to spectral analysis among the examined children and the composition of these elements was even lower in those children who had a severe caries and we believe that this caused the demineralization of the dental hard tissues.

A particularly significant correlation was found between the caries status and the composition of the Ca, Zn, Fe in dental hard tissues. It was also identified the influence of certain essential and conditionally essential elements on the general health of the child.

**Conclusions:** The study of the composition of the essential macro- and microelements in hair and dental hard tissues revealed a high coefficient of correlation between both the mineralization of dental hard tissues and with the general health of the growing body.

## სარჩევი

აბსტრაქტი_____	I
აბსტრაქტი_____	III
სარჩევი_____	V
ცხრილების, გრაფიკებისა და სხვა ილუსტრაციების ჩამონათვალი_____	VII
აბრევიატურების ჩამონათვალი_____	IX
შესავალი_____	1
პრობლემის აქტუალობა_____	1
სამეცნიერო ლიტერატურის მიმოხილვა_____	9
ბიოელემენტოლოგია - ახალი სამეცნიერო მიმართულება_____	9
ესენციური და პირობით ესენციური ქიმიური ელემენტები და მათი ბიოლოგიური მნიშვნელობა_____	11
მაკრო- და მიკროელემენტების მეტაბოლიზმის დარღვევები - მიკროელემენტოზები_____	17
მაკრო- და მიკროელემენტების გავლენა ბავშვის ზოგად ჯანმრთელობაზე_____	22
მაკრო- და მიკროელემენტები და ბავშვის პირის ღრუს მდგომარეობა_____	29
ქიმიური ელემენტების განსაზღვრა ბიოსუბსტრატებში - თმის ღერი, კბილის მაგარი ქსოვილები_____	37
კვლევის მეთოდოლოგია, მეთოდიკები და მეთოდები_____	42
კვლევის შედეგები_____	49
კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა გამოკვლეულ პოპულაციაში_____	49
კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების კორელაცია თმის ღერში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასთან _____	54
კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების კორელაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასთან_____	58
სხვადასხვა დემოგრაფიული მაჩვენებლების კორელაცია თმის ღერში და კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასთან_____	62
თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების კორელაცია კვებით პატერნთან_____	66

თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიური შემცველობის კორელაცია ორსულობის მიმდინარეობასთან	67
ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტების დისბალანსის გავლენა ბავშვთა ზოგად ჯანმრთელობაზე	67
თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობის კორელაცია	69
კვლევის შედეგების განხილვა	72
დასკვნები და რეკომენდაციები	87
დასკვნები	87
პრაქტიკული რეკომენდაციები	89
დასკვნითი ნაწილი	90
ბიბლიოგრაფია	90
გამოქვეყნებული ნაშრომების სია	108
დანართები	109

## ცხრილების, გრაფიკებისა და სხვა ილუსტრაციების ჩამონათვალი

### ცხრილები:

1. ქიმიური ელემენტების შემცველი საკვები პროდუქტები, 19 გვ.
2. ადამიანის მიკროელემენტოზების სამუშაო კლასიფიკაცია ( ა.პ. ავცინისა და მისი თანაავტორების მიერ მოწოდებული 1991 წ), 20 გვ.
3. ზოგიერთი ელემენტის ძირითად დანიშნულებას ბავშვის ორგანიზმის სიცოცხლისუნარიანობისთვის (A.B., 2004) (ДУБОВАЯ АННА ВАЛЕРИЕВНА, 2017), 25 გვ.
4. მაკრო და მიკროელემენტების დღიური მოთხოვნილება ბავშვებში (Д Оберлис, БФ Харланд, 2008) (ДУБОВАЯ АННА ВАЛЕРИЕВНА, 2017), 26 გვ.
5. კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა გამოკვლეულთა ასაკისა და სქესის მიხედვით (n=375), 50 გვ.
6. კარიესის გავრცელება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით, 52.
7. კარიესის ინტენსივობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების განაწილება სქესის მიხედვით, 53 გვ.
8. კარიესის გავრცელება საკვლევ და საკონტროლო ჯგუფში სქესის მიხედვით, 54 გვ.
9. კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების განაწილება სქესის მიხედვით საკვლევ და საკონტროლო ჯგუფის წარმომადგენლებში, 54 გვ.
10. ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობა თმის ღერში კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით ( $p<0.05$ ), 56-57 გვ.
11. კბილის მაგარ ქსოვილებში ელემენტთა შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით ( $P<0.05$ ), 62 გვ.
12. თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სქესის მიხედვით, 66 გვ.
13. თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში სხვადასხვა მიკროელემენტის ურთიერთკორელაცია, 73-74 გვ.



## გრაფიკები/დიაგრამები:

1. რესპონდენტთა განაწილება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით, 44გვ.
2. კარიესის კომპენსაციის განაწილება გამოკვლეულ პოპულაციაში, 51გვ
3. კბილის კარიესის გავრცელებისა და ინტენსივობის მაჩვენებლები სქესის მიხედვით, 52გვ.
4. Ca, Zn და Fe შემცველობა თმის ღერში კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით, 58გვ.
5. თმაში თუთიის (Zn) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია ( $p<0.05$ ), 59გვ.
6. თმაში მოლიბდენის (Mo) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია, 60გვ.
7. კბილის მაგარ ქსოვილებში Ca, Zn, Fe შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით ( $P<0.05$ ), 63გვ.
8. კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია 64გვ.
9. კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია, 64გვ.
10. თმაში თუთიის შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (\*  $p<0.05$ ), 66გვ.
11. თმაში გოგირდის შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (\*  $p<0.05$ ), 67 გვ.
12. თმაში სპილენძის (Cu), ბრომისა (Br) და ტიტანის (Ti) საშუალო შემცველობის განაწილება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით, 68გვ.
13. კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (\*  $p<0.05$ ), 68გვ.
14. კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (\*  $p<0.05$ ), 69გვ.
15. თმაში რკინის (Fe) შემცველობა ბავშვის კვებით მახასიათებლებთან მიმართებაში ( $P<0.03$ ), 69გვ.

16. თმაში ქრომის (Cr) შემცველობა ორსულობის მიმდინარეობის მიხედვით (P=0.045), 70გვ.

### სურათები:

1. ენერგო-დისპერსიული რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრი, 46 გვ.
2. თმის ღერის სპექტრული ანალიზი, 47 გვ.
3. კბილის მაგარი ქსოვილების სპექტრული ანალიზი, 47 გვ.
4. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია, 113 გვ.
5. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია, 113 გვ.
6. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია, 114 გვ.
7. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია, 114 გვ.

### აბრევიატურების ჩამონათვალი

კბა - კარიესი, ბჟენი, ამოღებული

ჯანმო- ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაცია

## შესავალი

### პრობლემის აქტუალობა:

უკანასკნელ წლებში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი ადამიანის ორგანიზმში მაკრო- და მიკროელემენტთა ცვლის უფრო ღრმა შესწავლის - ნორმაში და პათოლოგიური მდგომარეობის დროს. აქტიურად ვითარდება ბიოსამედიცინო კვლევების ახალი მიმართულება - მიკროელემენტოლოგია (Mehri, 2020) (A. V. Skalny, 2011) (Тамбиев, 2015), რაც განპირობებულია იმით, რომ მაკრო- და მიკროელემენტთა უმეტესობა შედის ბიოლოგიურად აქტიურ ნივთიერებათა შემადგენლობაში ან ახდენს მათზე გავლენას; მონაწილეობს რა უმეტეს მეტაბოლურ და იმუნურ პროცესებში - განსაზღვრავს სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირებას (Chitturi, Baddam, Prasad, Prashanth, & Kattapagari, 2015)(Vickram et al., 2021)(Arruda, 2020).

სამედიცინო მეცნიერებასა და პრაქტიკაში ქიმიურ ელემენტებზე ჩატარებული კვლევებისა და ანალიზის ფართო გამოყენებამ დიდი გამოხმაურება მოიპოვა და შეიქმნა ახალი მიმართულება - სამედიცინო ელემენტოლოგიის სახით, რომელიც დღეისთვის ინტენსიურად ვითარდება (Тамбиев, 2015)(A. Skalny, 2013). ამ უკანასკნელის ქიმიურ-ანალიტიკურ საფუძველს შეადგენს ცოცხალ ორგანიზმში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის ფართო დიაპაზონით (მაკროდან ულტრამიკრომდე) განსაზღვრა (Mehri, 2020).

ბიოელემენტები (ბერძნულიდან. Bios - სიცოცხლე) - ელემენტებია, რომლებიც აუცილებელია სიცოცხლისთვის; ისინი მუდმივად არიან ადამიანის ორგანიზმში და გადამწყვეტ როლს თამაშობენ სასიცოცხლო პროცესებში. ბიოელემენტები ადამიანის ორგანიზმში ხვდებიან სხვადასხვა წყაროდან, აითვისებიან და ნაწილდებიან უჯრედებში, ქსოვილებსა და ორგანოებში (Janka, 2019)(Chitturi et al., 2015). ცოცხალი ორგანიზმის შემადგენლობაში შემავალი ქიმიური ელემენტები იძენენ განსაკუთრებულ თვისებებს, რომლებსაც ისინი არ ფლობენ ბუნებაში- „არაცოცხალ“ გარემოში არსებობისას.

დღემდე მოწოდებულია ბიოელემენტების კლასიფიკაციის რამდენიმე ვარიანტი, მაგრამ არცერთი მათგანი არ არის საყოველთაოდ აღიარებული (Кускова

Ирина Сергеевна, 2017) (Дубовая Анна Валериевна, 2017). კლასიფიკაციათაგან ყველაზე მიღებულია ორგანიზმში ბიოელემენტების შემცველობის მიხედვით კლასიფიკაცია, ვინაიდან შესაძლებელია მისი კონცენტრაციის რაოდენობრივი განსაზღვრა. ყველა ელემენტი ორგანიზმში მათი შემცველობის მიხედვით იყოფა:

- მაკროელემენტები - არის ბიოელემენტები, რომელთაც ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით; მაკროელემენტებად ითვლება ყველა ბიოელემენტი, რომელთა შემცველობა ორგანიზმში აღემატება სხეულის მასის 0,1% -ს. ამ ელემენტთა შორის არის ორგანოგენები (O, C, H, N) და მაკროელემენტები (Ca, P, K, Na, S, Cl, Mg). ყველა მაკროელემენტი წარმოადგენს ესენციურ ბიოელემენტს.
- მიკროელემენტები - ელემენტები, რომელთა წილი ადამიანის ორგანიზმში არის 0.01-დან 0.00001% -მდე; სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მიკროელემენტებს მიეკუთვნება ყველა ელემენტი, რომელთა შემცველობა ნაკლებია სხეულის მასის 0,1% -ზე.
- ულტრამიკროელემენტები, მათი შემცველობა ძალიან დაბალია. მათ მიეკუთვნება Mo, Se, Ti, Co, Cs და ა.შ.

თავის მხრივ, მიკროელემენტები იყოფიან: ესენციურ ( Zn, Fe, Cu, Co, Mn, Mo, Cr, Se, I), პირობით ესენციურ (Br, F, Li, B, Si, Ni, V, As), ტოქსიურ ( Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb) და პოტენციურად ტოქსიურ ( Rb, Zr, Sn, Ag, Au, W, Ge, Ga, Sr, Ti, Ta) მიკროელემენტებად (თამარ ტაბატაძე, 2016) (ნანა სულაძე, 2015)(Pathak, Shetty, & Kalra, 2016).

ადამიანის სხეულის ძირითად მასას მაკროელემენტები ქმნიან, მიკროელემენტები კი ის ქიმიური ელემენტებია, რომლებიც ორგანიზმში წარმოდგენილია ძალიან მცირე რაოდენობით, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მეტაბოლურ პროცესებში (Sousa, Moutinho, Vinha, & Matos, 2019). ადამიანის ორგანიზმში ფაქტიურად მენდელეევის პერიოდული ცხრილი სრულადაა წარმოდგენილი, თითოეული ჩვენი უჯრედი კი პატარა ლაბორატორიას წარმოადგენს, სადაც მუდმივად მიმდინარეობს ქიმიური რეაქციები, სინთეზირდება სასიცოცხლო საკვები ელემენტები. სინთეზისათვის საჭირო ერთი ელემენტის დანაკლისის შემთხვევაშიც კი იშლება ქიმიური რეაქციების ჯაჭვი, რამაც მომავალში შეიძლება ორგანიზმის რომელიმე სისტემის თუ ორგანოს მუშაობის დარღვევა გამოიწვიოს (Skalnaya & Skalny, 2018) (Zhai et al., 2017). მაგ: ოდის დეფიციტი იწვევს

ფარისებრი ჯირკვლის პათოლოგიას, კალციუმი და ფოსფორი მონაწილეობენ ძვლოვანი ქსოვილის ფორმირებაში, თუთია გავლენას ახდენს ინსულინისა და სასქესო ჰორმონების გამომუშავებაზე. მაგნიუმი პასუხისმგებელია ენერჯის, ფერმენტების გამომუშავებაზე და ნერვული სისტემის ფუნქციონირებაზე. ნატრიუმი, კალიუმი და ქლორი ორგანიზმის თხევადი ნაწილის შემადგენელია, ხოლო გოგირდი სახსრების, შემაერთებელი ქსოვილებისა და კანის მნიშვნელოვანი ნივთიერებაა და ა.შ. ცნობილია, რომ ძვლოვანი ქსოვილის მინერალური კომპონენტები პრაქტიკულად იმყოფება სისხლის შრატის კალციუმისა და ფოსფორის იონებთან ქიმიური წონასწორობის მდგომარეობაში, რაც რეგულირდება ძირითადად პარათჰორმონისა და კალციტონინის მეშვეობით (Grzeszczak, Kwiatkowski, & Kosik-Bogacka, 2020) (Sousa et al., 2019)(Grabeklis, Skalny, Nechiporenko, & Lakarova, 2011)(A. V. Skalny, 2018).

მაკრო და მიკროელემენტები შედიან ფერმენტების და ჰორმონების შემადგენლობაში და მონაწილეობენ ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში, სისხლის წარმოქმნასა და შედედებაში. ფერმენტების დიდი ნაწილი აქტიურ მოქმედებას მხოლოდ ორგანიზმში ამა თუ იმ მინერალის არსებობისას იწყებს. მათი მონაწილეობის გარეშე ცვლის პროცესები არ აქტიურდება. ისინი უზრუნველყოფენ ორგანიზმის მთავარი ფუნქციების ნორმალურ მუშაობას – კუნთების შეკუმშვის პროცესს, საჭმლის მომნელებელი და გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მოქმედებას. მინერალების წილი მთლიანი სხეულის მასის 3-4%-ს შეადგენს. მათი გამოდევნა ორგანიზმიდან ხდება ბუნებრივი გზით, ამიტომ ყოველდღიურადაა საჭირო მათი შევსება და განახლება. მინერალების დეფიციტს სერიოზული დაავადებების და ორგანიზმის დაღუპვის გამოწვევაც კი შეუძლიათ (Chitturi et al., 2015) (Soetan & Oyewole, 2009) (Gilcă-Blanariu, Diaconescu, Ciocoiu, & Tefănescu, 2018) (Quaye, Kuleape, Bonney, Puplampu, & Tagoe, 2019).

მინერალური ნივთიერებების ბალანსირებული შემცველობა შეუცვლელი პირობაა ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის. ორგანული ნივთიერებებისგან (ვიტამინები, ჰორმონები) განსხვავებით, ქიმიური ელემენტები არ სინთეზირდებიან ადამიანის ორგანიზმში, ისინი ხვდებიან წყლის, ჰაერისა და საკვების საშუალებით და ორგანიზმის მიერ შეითვისებიან მხოლოდ 15-20%. ამდენად, ადამიანის ორგანიზმში შემავალი მინერალური ნივთიერებების

რაოდენობა დამოკიდებულია ერთი მხრივ, გარემოში მათ შემცველობასა და მეორე მხრივ, სასუნთქი და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ორგანოების მდგომარეობასა და სწორ კვებაზე, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ორგანიზმის პათოლოგიური მდგომარეობა (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Zhou et al., 2016) (Chitturi et al., 2015).

ბოლო 50 წლის განმავლობაში საერთაშორისო სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე (Skröder et al., 2017) (Marín, Pardo, Báguena, Font, & Yusa, 2017) (Marín et al., 2017) (Reynard & Balter, 2014) დაგროვდა მრავალფეროვანი მონაცემები სხვადასხვა ბიოლოგიური ქსოვილებისა და სითხეების ელემენტურ შემადგენლობაზე, რამაც განაპირობა, რომ ორგანიზმის ჯანმრთელობის მდგომარეობის და ფუნქციონირების შეფასების ინდიკატორად გამოიყენება სხვადასხვა ბიოსუბსტრატი: სისხლი, თმა, ფრჩხილი, კბილის მაგარი ქსოვილები და ა. შ. აღნიშნულ ბიოლოგიურ მასალებს შორის დიდი უპირატესობა ენიჭება თმას და კბილის მაგარ ქსოვილებს, ვინაიდან თმა ადვილი შესაგროვებელია, მეთოდი არაინვაზიურია, წარმოადგენს მყარ მასალას და იძლევა ინფორმაციას როგორც ახლანდელ, ისე წარსულ მდგომარეობაზე. კბილის მაგარი ქსოვილის უპირატესობა კი მდგომარეობს იმაში, რომ შესაძლებელია სრულად განისაზღვროს მასში არსებული ქიმიურ ნივთიერებათა შემცველობა, რომელიც რჩება მთელი მისი არსებობის მანძილზე (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Kamberi, Kocani, & Dragusha, 2012) (Chitturi et al., 2015).

ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური სიცოცხლისუნარიობისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ქიმიური ელემენტების სტაბილური შემადგენლობა, ხოლო მათი დისბალანსი - გამოწვეული ეკოლოგიური, კლიმატო-გეოგრაფიული და სხვა პათოლოგიური ფაქტორებით- იწვევს მოსახლეობის ჯანმრთელობის სხვადასხვა დაზიანებას (Patricia Miranda Farias, Gabriela Marcelino, Lidiani Figueiredo Santana, Eliane Borges de Almeida, Rita de Cássia Avellaneda Guimarães, Arnildo Pott, 2020) (Oh, Keats, & Bhutta, 2020) (Nieder et al., 2018). აღსანიშნავია, რომ მინერალური ცვლის დარღვევით განპირობებული დაავადებების მიმართ ყველაზე მგრძობიარენი არიან ბავშვები და მოზარდები. მზარდი ორგანიზმის მაღალი მგრძობიარეობა გამოწვეულია განვითარების ანატომო-ფიზიოლოგიური თავისებურებებით, ორგანოებისა და სისტემების ჩამოყალიბების კრიტიკული

პერიოდების არსებობით, ცვლითი პროცესების თავისებურებებით, ლაბილური იმუნური სისტემის არსებობით და სხვა (Serdar et al., 2012)(Rivas et al., 2014).

ბავშვებში მინერალური ცვლისთვის დამახასიათებელია მინერალური ნივთიერებების ორგანიზმში შეთვისებისა და მათი გამოყოფის პროცესების ერთმანეთთან არადაბალანსირებული მდგომარეობა. ბავშვის ეფექტური ზრდისა და განვითარებისათვის საჭიროა მინერალების ინტენსიური მიწოდება. დიდ ინტერესს იწვევს ქიმიური ელემენტების შემცველობა ბავშვის ორგანიზმის განვითარების სხვადასხვა პერიოდში (Azab et al., 2014) (Liu et al., 2021) (Ozmen, Akarsu, Polat, & Cukurovali, 2013).

ვიტამინები და მინერალები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბავშვებისათვის, რაც დაკავშირებულია ბავშვის ინტენსიურ ზრდისა და მეტაბოლური პროცესების თავისებურებებთან (Reynard & Balter, 2014). მიკროელემენტების არასაკმარისი მიღება ამცირებს იმუნური სისტემის აქტივობას, ზრდის რესპირატორული და კუჭ-ნაწლავის დაავადებებს და მნიშვნელოვნად აფერხებს მოსწავლის ეფექტურ მუშაობას. შემცირებული კალციუმის მიღება, განსაკუთრებით D, C და B ჯგუფის ვიტამინების ნაკლებობასთან ერთად, რაც აუცილებელია მისი შეთვისებისთვის, ზრდის რაქიტოვანი ცვლილებების რისკს, ხელს უშლის მოზარდებში ჩონჩხის ოპტიმალური მასისა და სიმკვრივის მიღწევას. იოდის უკმარისობა იწვევს ზრდის შეფერხებას, ფსიქომოტორული განვითარების დაქვეითებას და ფარისებრი ჯირკვლის დაავადებების განვითარებას. რკინის უკმარისობა იწვევს ანემიის ლატენტური ფორმების განვითარებას. ბავშვობაში მიკროელემენტების ნაკლებობა ყველაზე უარყოფითად მოქმედებს ჯანმრთელობაზე, ფიზიკურ განვითარებაზე, ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას და ქრონიკულ დაავადებებს (Janka, 2019) (Fabian Rohner, Michael Zimmermann, Pieter Jooste, Chandrakant Pandav, Kathleen Caldwell, Ramkripa Raghavan, 2014) (James C. Fleet, 2017).

ბავშვის ორგანიზმში მინერალების უკმარისობის მიზეზობრივი ფაქტორები შეიძლება იყოს პირველადი (გარე) და მეორადი (შინაგანი). პირველადი ჩვეულებრივ ასოცირდება არასრულ ან დაუბალანსირებულ კვებასთან. მეორად მიზეზებს შორის არის საჭმლის მომნელებელი ფუნქციის დარღვევა, ასევე ელემენტების შეწოვა, ორგანიზმში მათი არასათანადო გამოყენება და ექსკრეციის მომატება

(განსაკუთრებით შარდმდენების და საფადართო საშუალებების გამოყენებისას), მეტაბოლიზმის დარღვევა, მედიკამენტების მიღება, ასევე მემკვიდრეობითი დარღვევები. მინერალების დეფიციტი შეიძლება წარმოიშვას მათზე გაზრდილი მოთხოვნის გამო ავადმყოფობის, ფიზიკური დატვირთვის, ინტენსიური ზრდის, ორსულობის, ლაქტაციის პერიოდში (Das, Salam, Kumar, & Bhutta, 2013)(Rita Shergill-Bonner, 2017).

მიკრონუტრიენტების დეფიციტს აქვს სეზონური ხასიათი. მიუხედავად იმისა, რომ პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია გაზაფხულსა და შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, მოსახლეობის უმრავლესობაში, მათ შორის ბავშვებში, ჰიპოვიტამინოზი გვხვდება მთელი წლის განმავლობაში და წარმოადგენს მუდმივად მოქმედ არახელსაყრელ ფაქტორს. ბავშვთა უმრავლესობაში იგი კომბინირებულია რკინის, კალციუმის, იოდის, სელენის, ფტორის და სხვა მრავალი მინერალის ნაკლებობასთან. ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაცია გამოყოფს ელემენტებს, რომელთა დეფიციტი ფართოდ არის გავრცელებული, ესენია იოდი, რკინა და თუთია, ასევე კობალტი, მანგანუმი, სპილენძი, მოლიბდენი, სელენი და ქრომი. მიკროელემენტების დეფიციტი პრაქტიკულად განისაზღვრება მოსახლეობის ყველა ჯგუფში ქვეყნის ყველა რეგიონში (Ritchie & Roser, 2017) (Campos Ponce et al., 2019) (Gîlcă-Blanariu et al., 2018).

ზემოთაღნიშნულიდან გამომდინარე, ორგანიზმში ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის დადგენა ფრიად მნიშვნელოვანია, ვინაიდან მათი დისბალანსი, განსაკუთრებით ბავშვთა ასაკში, იწვევს სხვადასხვა სახის დარღვევებს და განაპირობებს, როგორც სომატური, ისე სტომატოლოგიური სტატუსის ცვლილებებს.

### ***კვლევის მიზანი და ამოცანები:***

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა ადამიანის სიცოცხლისათვის შეუცვლელი ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტების გავლენის შესწავლა ბავშვთა სტომატოლოგიურ და ზოგად ჯანმრთელობაზე და მათი მონიტორინგი თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა სპექტრული ანალიზის მიხედვით.



აღნიშნული მიზნის მისაღწევად დაისახა შემდეგი ამოცანები:

1. ქ. ბათუმში მცხოვრებ 3-12 წლის ასაკის ბავშვთა კონტიგენტში კბილის მაგარ ქსოვლითა მინერალიზაციის ხარისხის განსაზღვრა;
2. კბილის კარიესის გავრცელებისა და ინტენსივობის შესწავლა ჯანმო-ს მიერ მოწოდებული ინდექსების საშუალებით.
3. დროებითი და მუდმივი ექსტრაგირებული კბილების მინანქრსა და დენტინში ესენციურ და პირობითად ესენციურ ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის დადგენა რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტომეტრიის მეთოდით.
4. გამოკვლევულთა თმის ღერში, როგორც ბიოსუბსტატში, შეუცვლელ ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის განსაზღვრა კარიესის ინტენსივობის სხვადასხვა ფორმის დროს რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტომეტრიის მეთოდით.
5. გამოკვლევულ კონტიგენტში კბილის კარიესის გავრცელების და ინტენსიურობის თავისებურებების შესწავლა ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა შემცველობის მიხედვით.
6. თმის ღერში და კბილის მაგარ ქსოვილში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის განსაზღვრა, გამოკვლევულთა (საკონტროლო და ძირითად ჯგუფებში) ზოგადი მდგომარეობის მონიტორინგისათვის.

### ***კვლევის სამეცნიერო სიახლე:***

#### **პირველადაა:**

1. შესწავლილი და შეფასებული კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობითად ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა შემცველობის გავლენა დროებითი და მუდმივი კბილების მინერალიზაციაზე;
2. დადგენილი თმის ღერში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხს შორის კორელაციური კავშირი;
3. შესწავლილი თმის ღერში, კბილის მინანქრსა და დენტინში ესენციური და პირობითად ესენციური მაკრო - და მიკროელემენტთა შემცველობის გავლენა ბავშვისა და მოზარდის სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე;

4. მოწოდებული ბიოსუბსტრატებში (თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილში) ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის მიხედვით ბავშვის და მოზარდის ზოგადი ჯანმრთელობის მონიტორინგის წარმოება;
5. შესწავლილი გამოკვლეულ კონტიგენტში კბილის კარიესის გავრცელებისა და ინტენსივობის თავისებურებები ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა შემცველობის მიხედვით.
6. მოწოდებული სტომატოლოგიური და ზოგადი ჯანმრთელობის შეფასების კრიტერიუმები, ბიოსუბსტრატებში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის მიხედვით, რის საფუძველზეც შესაძლებელი იქნება მისი მონიტორინგი და ასევე, დროული პრევენციული და სამკურნალო ღონისძიებების დაგეგმვა.

### ***ნაშრომის პრაქტიკული ღირებულება***

#### **დისერტაციის შედეგები ხელს შეუწყობს:**

- თმის ღერში ქიმიურ ელემენტთა - ესენციურ და პირობითად ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის დადგენით შეფასდეს ბავშვის ზოგადი და სტომატოლოგიური ჯანმრთელობა, განისაზღვროს პათოლოგიების განვითარების რისკ-ფაქტორები, მათი დროული პრევენციის და მკურნალობისათვის;
- კბილის მაგარ ქსოვილთა (მინანქარი, დენტინი) სპექტრული ანალიზის საფუძველზე შეფასდეს კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხი და შესაბამისად, შემუშავდეს შესაბამისი მარემინერალიზებელი თერაპია;
- თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილთა სპექტრული ანალიზის მონაცემების მიხედვით, მოხდეს ესენციური და პირობითად ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტების ადამიანის ზოგად და სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე გავლენის მონიტორინგი.

## ლიტერატურის მიმოხილვა

### ბიოელემენტოლოგია - ახალი სამეცნიერო მიმართულება

უკანასკნელ წლებში მკვეთრად გაიზარდა ინტერესი ადამიანის ორგანიზმში მაკრო- და მიკროელემენტთა ცვლის უფრო ღრმა შესწავლის - ნორმასა და პათოლოგიური მდგომარეობის დროს. აქტიურად ვითარდება ბიოსამედიცინო კვლევების ახალი მიმართულება - ბიოელემენტოლოგია (Mehri, 2020) (A. V. Skalny, 2011) (Тамбиев, 2015), რაც განპირობებულია იმით, რომ მაკრო- და მიკროელემენტთა უმეტესობა შედის ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში ან გავლენას ახდენს მათზე; მონაწილეობს რა უმეტეს მეტაბოლურ და იმუნურ პროცესებში - განსაზღვრავს სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირებას (Chitturi et al., 2015) (Vickram et al., 2021) (Arruda, 2020).

"ბიოელემენტოლოგია" - ეს არის სამეცნიერო და პრაქტიკული მიმართულება, რომელიც სწავლობს ადამიანის სხეულის ქიმიურ (ბიოელემენტურ) შემადგენლობას ფიზიოლოგიური თუ პათოლოგიური მდგომარეობის დროს (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Zhaoqing Han, Rongrong Li, Kun Li, Muhammad Shahzad, Xiao Qiang Wang, Wenteng Jiang, Houqiang Luo, Gang Qiu, Fazul Nabi, 2016).

ბიოელემენტოლოგია მჭიდრო კავშირშია ნუტრიციოლოგიასთან - კვების მეცნიერებასთან, ვინაიდან მრავალი ბიოელემენტი წარმოადგენს მიკროელემენტებს, რომლებიც, მართალია, საკვებში ძალიან მცირე რაოდენობითაა, მაგრამ აუცილებელია ადამიანის ნორმალური სიცოცხლისუნარიანობისთვის (Tiwari et al., 2016) (Pecora, Persico, Argentiero, Neglia, & Esposito, 2020). ქიმიური ელემენტები (Ca, Se, I, Mn და სხვები) შედიან საკვები პროდუქტების შემადგენლობაში, ზოგიერთი მათგანი კი ადამიანის ორგანიზმში აღწევს სასმელი წყლით. დღესდღეობით დადგენილია რომ, სასიცოცხლო ელემენტების დეფიციტი, ისევე როგორც სიჭარბე აუარესებს ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობას, ამცირებს შრომისუნარიანობას, იწვევს სხვადასხვა დაავადებას (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (თამარ ტაბატაძე, 2016).

ბიოელემენტოლოგია, თავის მხრივ, მოიცავს სამედიცინო ელემენტოლოგიას, ვეტერინარულ ელემენტოლოგიას, ეკოლოგიურ ელემენტოლოგიას (Тамбиев, 2015).

სამედიცინო ელემენტოლოგია არის ბიოელემენტოლოგიის მიმართულება, რომელიც შეისწავლის ადამიანის სხეულში ელემენტების შემადგენლობას, მათ კონცენტრაციას, კავშირებს და მათ ურთიერთქმედებას ფიზიოლოგიური და პათოლოგიური მდგომარეობის დროს. სამედიცინო ელემენტოლოგიის მიზანს წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმის ბიოელემენტური შემადგენლობის დარღვევების პროფილაქტიკისა და მათი გამოსწორების მეთოდების შემუშავება (Кускова Ирина Сергеевна, 2017).

ბიოელემენტები (ბერძნულიდან. Bios - სიცოცხლე) - ელემენტებია, რომლებიც აუცილებელია სიცოცხლისთვის; ბიოელემენტები მუდმივად არიან ადამიანის ორგანიზმში და გადამწყვეტ როლს თამაშობენ სასიცოცხლო პროცესებში. ისინი ადამიანის ორგანიზმში ხვდებიან სხვადასხვა წყაროდან, აითვისებიან და ნაწილდებიან უჯრედებში, ქსოვილებსა და ორგანოებში (Janka, 2019)(Chitturi et al., 2015). ცოცხალი ორგანიზმის შემადგენლობაში შემავალი ქიმიურ ელემენტები იძენენ განსაკუთრებულ თვისებებს, რომლებსაც ისინი არ ფლობენ ბუნებაში- „არაცოცხალ“ გარემოში არსებობისას.

დღემდე მოწოდებულია ბიოელემენტების კლასიფიკაციის რამდენიმე ვარიანტი, მაგრამ არცერთი მათგანი არ არის საყოველთაოდ აღიარებული (Сергеевна, 2014)(Дурбовая Анна Валериевна, 2017). კლასიფიკაციათაგან ყველაზე მიღებულია ორგანიზმში ბიოელემენტების შემცველობის მიხედვით კლასიფიკაცია, ვინაიდან შესაძლებელია მისი კონცენტრაციის რაოდენობრივი განსაზღვრა. ყველა ელემენტი ორგანიზმში მათი შემცველობის მიხედვით იყოფა შემდეგ ჯგუფებად:

- მაკროელემენტები - არის ბიოელემენტები, რომელთაც ზრდასრული ადამიანის ორგანიზმი შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობით; მაკროელემენტებად ითვლება ყველა ბიოელემენტი, რომელთა შემცველობა ორგანიზმში აღემატება სხეულის მასის 0,1% -ს. ამ ელემენტთა შორის არის ორგანოგენები (O, C, H, N) და მაკროელემენტები (Ca, P, K, Na, S, Cl, Mg). ყველა მაკროელემენტი წარმოადგენს ესენციურ ბიოელემენტს.
- მიკროელემენტები - ელემენტები, რომელთა წილი ადამიანის ორგანიზმში არის 0.01-დან 0.00001% -მდე; სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მიკროელემენტებს მიეკუთვნება ყველა ელემენტი, რომელთა შემცველობა ნაკლებია სხეულის მასის 0,1% -ზე.

- ულტრამიკროელემენტები, მათი შემცველობა ძალიან დაბალია. მათ მიეკუთვნება Mo, Se, Ti, Co, Cs და ა.შ.

თავის მხრივ, მიკროელემენტები იყოფიან: ესენციურ ( Zn, Fe, Cu, Co, Mn, Mo, Cr, Se, I), პირობით ესენციურ (Br, F, Li, B, Si, Ni, V, As), ტოქსიურ ( Al, Pb, Ba, Bi, Cd, Hg, Tl, Be, Sb) და პოტენციურად ტოქსიურ ( Rb, Zr, Sn, Ag, Au, W, Ge, Ga, Sr, Ti, Ta) მიკროელემენტებად (თამარ ტაბატაძე, 2016)(ნანა სულაძე, 2015)(Pathak et al., 2016).

## ესენციური და პირობით ესენციური ქიმიური ელემენტები და მათი ბიოლოგიური მნიშვნელობა

ჩვენს ორგანიზმში ქიმიური ელემენტების როლი უსაზღვროა, განსაკუთრებით კი ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტების, რომელთა დისბალანსი იწვევს მთელ რიგ პათოლოგიურ პროცესებს. თითოეული მათგანი ადამიანის ორგანიზმში მისთვის განკუთვნილ ფუნქციას ასრულებს:

**კალციუმი (Ca)** - ესენციური მაკროელემენტია, რომელიც წარმოადგენს ძვლებისა და კბილის მაგარი ქსოვილების მთავარ შემადგენელ კომპონენტს. ადამიანის ორგანიზმში არსებული კალციუმის 99% შედის ძვლებისა და კბილების შემადგენლობაში, დანარჩენი 1 % კი -უჯრედებისა და სისხლის შემადგენლობაში (ნანა სულაძე, 2015). კალციუმი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სისხლის შედედების პროცესში, ნერვული იმპულსების გადაცემაში, კუნთების ნორმალურ ფუნქციონირებაში და ასევე ასტიმულირებს ჰორმონებისა და ზოგიერთი ენდოკრინული ჯირკვლის მუშაობას. ფორმირებადასრულებულ კბილის მაგარ ქსოვილებში კალციუმის შემცველობა უფრო მაღალია ვიდრე განვითარებად კბილის ქსოვილებში, მისი შემცველობა მეტია მინანქარში, ვიდრე- დენტინში. კალციუმი ძვლებისა და კბილების მთავარი საშენი მასალაა, ადამიანის ორგანიზმში ის ძირითადად ფოსფატების სახით გვხვდება (Weaver & Peacock, 2011)(Khammissa et al., 2018). ამ ელემენტს დიდი როლი აკისრია კარიესისა და პაროდონტის დაავადებების პროფილაქტიკაში (Velásquez, Pérez-Ybarra, Urdaneta, & Pérez-Domínguez, 2019).

არსებობს დადებითი კორელაცია ნერწყვში კალციუმის მაღალ შემცველობასა და სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობას შორის (Baumann, Bereiter, Lussi, & Carvalho, 2017). კალციუმის შეთვისებისათვის აუცილებელია ვიტამინი D, რომელიც ხელს უწყობს მის გადატანას წვრილი ნაწლავებიდან სისხლში. გარდა ამისა, საკვებში უნდა იყოს ცილის საკმარისი რაოდენობა, ვინაიდან ცილის ამინომჟავები კალციუმთან წარმოქმნიან ნაერთებს, რომლებიც ადვილად შეიწოვებიან ნაწლავებში.

კალციუმით მდიდარ საკვებ პროდუქტებს მიეკუთვნება რძის ნაწარმი, ზოგიერთი ბოსტნეული, ნიგოზი, თხილი, ხალვა, ხორცი (James C. Fleet, 2017)(K. Li et al., 2018).

**იოდი (I).** იოდის მთავარ როლი აკისრია ფარისებრი ჯირკვლის ფუნქციონირებასა და მისი ჰორმონების (თიროქსინი და ტრიოდთირონინი) წარმოქმნაში. გარდა ამისა, ის მონაწილეობს იღებს ზრდის პროცესში, ყველა ქსოვილის უჯრედის დიფერენციაციაში, ყველა ტიპის მეტაბოლიზმსა და თბორეგულაციაში (Fabian Rohner, Michael Zimmermann, Pieter Jooste, Chandrakant Pandav, Kathleen Caldwell, Ramkripa Raghavan, 2014).

**რკინა (Fe).** ის ყველაზე გავრცელებული მეტალია დედამიწაზე და მონაწილეობს დებულობს მთელ რიგ ბიოლოგიურ რეაქციებში, კერძოდ, ელექტრონებისა და ჟანგბადის ტრანსპორტირებასა და დეპონირებაში (მიოგლობინი, ჰემოგლობინი), ასევე ჟანგვა-აღდგენით რეაქციებში, დნმ-ის სინთეზში, უჯრედთა დაყოფაში, კოლაგენის, ლეიკოტრიენების, პროსტაგლანდინების, თრომბოქსანის სინთეზში, ჰორმონების მეტაბოლიზმში, წამლისმიერ დეტოქსიკაციაში (Domellöf et al., 2014) (Lynch et al., 2018) (Doguer, Ha, & Collins, 2018). რკინით მდიდარი პროდუქტებია: საქონლის ღვიძლი, ხორცი, თეთრი სოკო, გარგარი, ატამი, ჭვავი, ოხრახუმი, წიწიბურა, კვახი, კარტოფილი, ვაშლი.

აღსანიშნავია რომ, რკინა კბილის მაგარი ქსოვილების შემადგენელი კომპონენტია. არსებობს კავშირი კარიესის განვითარების რისკსა და რკინას შორის (Dimaisip-Nabuab et al., 2018) (Robert J Schroth, Jeremy Levi, Eleonore Kliewer, 2013). ერთ-ერთი კვლევა ადასტურებს კიდევ, რომ რკინის პრეპარატების მიღება მნიშვნელოვნად ამცირებს კარიესის ინტესივობას ბავშვებში (Mostafa Sadeghi, Reza Darakhshan, 2012).

რკინის დეფიციტი შეიძლება წარმოიშვას რაციონში თავად რკინის, ან მისი ათვისებისათვის აუცილებელი ნივთიერებების - სპილენძის, ნიკელის, C ვიტამინის ნაკლებობის დროს (Lynch et al., 2018).

**კალიუმი (K).** კალიუმი მნიშვნელოვანი ელემენტია ადამიანის ორგანიზმში. ის მონაწილეობს კუნთების შეკუმშვაში (მიოკარდიუმი), უზრუნველყოფს არტერიული წნევის სტაბილურობას, ოსმოსური წნევისა და მჟავა- ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნებას, არეგულირებს უჯრედშორის ცვლას, მონაწილეობს ნერვული იმპულსების გადაცემაში, გამოყოფის პროცესში (წყალი და ნატრიუმი), ფერმენტების აქტივაციასა და მეტაბოლურ პროცესებში (Weaver, 2013)(Wei et al., 2020).

**კობალტი (Co).** კობალტი შედის B12 ვიტამინის მოლეკულის შემადგენლობაში, აქტიურად მონაწილეობს ფერმენტაციის პროცესებსა და ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების წარმოქმნაში, თრგუნავს იოდის ცვლას, ზრდის რკინის ათვისებას, ჰემოგლობინის სინთეზში წარმოადგენს ერითროპოეზის ძლიერ სტიმულატორს (Czarnek, Terpilowska, & Siwicki, 2015) (Chitturi et al., 2015).

**მაგნიუმი (Mg)-** წარმოადგენს საჭირო უჯრედშორის ელემენტს. ის მონაწილეობს ცვლის პროცესებში, მრავალი ფერმენტული პროცესების აქტივაციაში, ნერვ-კუნთოვანი განვლადობის რეგულაციაში, ასტიმულირებს ცილების, ცხიმებისა და ნახშირწყლების წარმოქმნას. მაგნიუმი ცნობილია, როგორც სტრესის საწინააღმდეგო ბიოელემენტი. ის აძლიერებს იმუნურ სისტემას, ფლობს ანტიარითმულ უნარს, წარმოადგენს კალციუმის ფიზიოლოგიურ ანტაგონისტს. ამდენად, შეგვიძლია გამოვყოთ მაგნიუმის 2 ძირითადი ფუნქცია: ბიოქიმიური პროცესების რეგულაცია და უჯრედების ელექტროლიტური წონასწორობის უზრუნველყოფა (Gröber, Schmidt, & Kisters, 2015)(Czarnek et al., 2015).

**მანგანუმი (Mn) -** წარმოადგენს 30 -ზე მეტი ფერმენტის კოფაქტორს, ძირითად როლს ასრულებს უჯრედების მეტაბოლიზმში, ენერჯის წარმოქმნაში, ძვლისა და შემაერთებელი ქსოვილის შენების პროცესში, უჯრედების დამცველობით ფუნქციაში, დნმ- ის სინთეზში, ნერვული სისტემის ფუნქციონირებაში(Horning, Caito, Tipps, Bowman, & Aschner, 2015)(Smith, Fernandes, Go, & Jones, 2017).

**სპილენძი (Cu)-** ფართოდ გავრცელებული ელემენტია ბუნებაში. ის წარმოადგენს მრავალი ფერმენტის კოფაქტორს, ზრდის რკინის ათვისებას,

უზრუნველყოფს უჯრედების ანტიოქსიდატურ დაცვას, ცილებისა და ნახშირწყლების შეწოვის სტიმულაციას, ინსულინის აქტივობის ზრდას, კოლაგენისა და ელასტინის სინთეზს, ფარისებრი ჯირკლის ფუნქციის სტიმულირებას, მინერალურ ცვლას, აძლიერებს ორგანიზმის რეაქტიულობას (Doguer et al., 2018)(Osredkar, 2011).

სპილენძის დეფიციტის ძირითად მიზეზს წარმოადგენს მისი ნაკლებობა საკვებში, ან დაუბალანსირებელი რაციონი. აგრეთვე კორტიკოსტეროიდებისა და არასტეროიდული ანთების საწინააღმდეგო პრეპარატების ხანგრძლივი მიღება (Marco Altarelli, Nawfel Ben-Hamouda, Antoine Schneider, 2019).

სპილენძით მდიდარი პროდუქტებია: საქონლის ღვიძლი, კრევეტები, შოკოლადი, კაკაო, მუხუდო, წიწიბურა, შვრია, ნიგოზი, მსხალი, კიტრი, არაქისი, სიმინდი. მცენარეებიდან სპილენძით მდიდარია: ჩაი, ჭინჭარი, ენდრო, კომბოსტო, ვაშლი.

**მოლიბდენი (Mo)** - ორგანიზმისთვის მოლიბდენის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა პირველად დადგენილი იქნა 1953 წელს, როცა დადასტურდა მისი გავლენა ფერმენტ ქსანტინოქსიდაზას აქტივობაზე. ის შედის მთელი რიგი ფერმენტების შემადგენლობაში. ადამიანის ორგანიზმში ცნობილია მოლიბდენდამოკიდებული 3 ფერმენტი: სულფიტოქსიდაზა, ქსანტინოქსიდაზა და ალდეჰიდოქსიდაზა. ისინი ასრულებენ მნიშვნელოვან ფიზიოლოგიურ ფუნქციებს. მოლიბდენი წარმოადგენს სპილენძის ანტაგონისტს (Russ Hille, James Hall, 2014).

**ნატრიუმი (Na)** - ფართოდაა გავრცელებული მცენარეთა და ცხოველთა სამყაროში. ის მონაწილეობს ბევრ სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან მეტაბოლურ პროცესში, დიდ როლს თამაშობს წყლისა და სისხლის ცვლაში, არტერიული და ვენური წნევის რეგულაციაში, ორგანიზმის ჰომეოსტაზის შენარჩუნებაში, ნერვ-კუნთოვანი იმპულსების გენერაციასა და გადაცემის პროცესში, Ph -სა და ოსმოსურის წნევის შენარჩუნებაში (Farquhar, Edwards, Jurkovitz, & Weintraub, 2015) (Lippert, 2019).

**სელენი (Se)**- წარმოადგენს ანტიოქსიდანტს და ფლობს დამცველობით ფუნქციას, ასტიმულირებს იმუნიტეტს. სელენი უზრუნველყოფს უჯრედების ნორმალურ განვითარებას, კოზალტთან და მაგნიუმთან ერთად ახორცილებს



ქრომოსომული აპარატის დამცველობით ფუნქციას. მისი მოქმედების არეალი ფართოა, რომელთა შორის აღსანიშნავია, ანტიაპოპტოზური, ანტიოქსიდატური, ანტივირუსული, ანტიბაქტერიული, ანთების საწინააღმდეგო, ანტისტრესული მოქმედება. გარდა ამისა, სელენი მონაწილეობს ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონის მეტაბოლიზმსა და ნეირო -ქიმიურ პროცესებში (Avery & Hoffmann, 2018) (Méplan & Hughes, 2020).

სელენის ნაკლებობას არ გააჩნია გამოხატული სპეციფიური სიმპტომები, რაც განპირობებულია იმით რომ, ამ დროს ირღვევა მემბრანის სტაბილურობა და მიკროსომური ჟანგვის პროცესები მთელს ორგანიზმში, რაც პრაქტიკულად ყველა ორგანოთა სისტემის ფუნქციაზე აისახება. სტრესები, მძიმე ფიზიკური დატვირთვა, დარიშხანის, ტყვიის, კადმიუმისა და ვერცხლისწყლის მაღალი ფონური მაჩვენებლები ზრდიან სელენზე მოთხოვნილებას (Méplan & Hughes, 2020).

**ფოსფორი (P)**- წარმოადგენს მნიშვნელოვან ელემენტს ინტელექტუალური, ნერვული და სასქესო სისტემის აქტივობისათვის. ის არის ბიოგენური ელემენტი და მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თავის ტვინის, ჩონჩხისა და გულის კუნთების აქტივობაზე. ფოსფორი ფიზიოლოგიური ფუნქციები უკიდურესად მრავალფეროვანი და მნიშვნელოვანია. ფოსფორმქავას ანიონები მონაწილეობენ სტრუქტურულ, ენერგეტიკულ, ბიოქიმიურ და ფერმენტულ პროცესებში. ორგანიზმში ფოსფორის შემცველობა დიდი რაოდენობითაა ძვალში (დაახლოებით 85 %), კუნთებსა და ნერვულ ქსოვილში (Colby J. Vorland, Elizabeth R. Stremke, Ranjani N. Moorthi, 2017) (Lippert, 2019). ის კალციუმთან, ფთორთან და ქლორთან ერთად მონაწილეობს კბილის მინანქარის ფორმირებაში. არაერთი კვლევა ადასტურებს ფოსფორის შემცველობასა და კარიესის გავრცელებას შორის კავშირს (Lin, Lin, Hu, Kuo, & Yang, 2014).

**ქრომი (Cr)**- მის ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს სისხლში შაქრის დონის რეგულაცია. მისი უკმარისობა იწვევს მე- 2 ტიპის შაქრიან დიაბეტს. ის მონაწილეობს ცხიმების სინთეზსა და ნახშირწყლების ცვლაში, გულის კუნთის მუშაობაში, უზრუნველყოფს ორგანიზმიდან ტოქსინების, მძიმე მეტალებისა და რადიონუკლიდების გამოყოფას (Costello, Dwyer, & Bailey, 2016) (Chitturi et al., 2015).

**თუთია (Zn)** - ის შედის თითქმის 200 -მდე ფერმენტის შემადგენლობაში, რომლებიც მონაწილეობენ სხვადასხვა მეტაბოლურ პროცესში - ცილების, ცხიმების, ნახშირწყლებისა და ნუკლეინის მჟავას სინთეზის ჩათვლით. თუთია გავლენას ახდენს გენეტიკური აპარატის, უჯრედების ზრდისა და დაყოფის, ოსტეოგენეზის, კერატოგენეზის ფუნქციაზე, მონაწილეობს არაიმუნურ პასუხზე. ის წარმოადგენს სხვადასხვა უჯრედულ სისტემაში აპოპტოზის მნიშვნელოვან ინჰიბიტორს, აუცილებელია ტვინის განვითარებისა და ფორმირებასთვის, აქვს ანტისტრესული, ანტივირუსული, ანტიტოქსიკური თვისებები, ასტიმულირებს გუსტინისა ( ცილა, რომელიც უზრუნველყოფს გემოვნებით შეგრძნებას ენის დვრილებზე) და ინსულინის სინთეზს (Smith et al., 2017) (Osredkar, 2011) (Chitturi et al., 2015).

თუთიას კბილის ნორმალური განვითარებისთვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ის კბილის მაგარი ქსოვილების ერთ-ერთი შემადგენელი კომპონენტია, ასევე დადგენილია მისი მონაწილეობა კბილის მაგარი ქსოვილების ორგანული მატრიქსის შენებასა და მინერალიზაციის პროცესში. მას აქვს ანტიკარიესული მოქმედება, რაზეც არაერთი ჩატარებული კვლევა მოწმობს (Khan, Patthi, Singla, & Malhi, 2020) (Fatima, Rahim, Lin, & Qamar, 2016).

**ქლორი (Cl)** – ის წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე მნიშვნელოვან ბიოგენურ ელემენტს. ქლორი ნატრიუმთან ერთად დიდ როლს თამაშობს წყალ-მარილოვან ცვლაში, ოსმოსური წნევისა და მჟავა-ტუტოვანი წონასწორობის შენარჩუნებაში. ქლორი არის კუჭის წვენის შემადგენელი ნაწილი, ის მონაწილეობს პეპსინისთვის აუცილებელი მჟავე არის შექმნაში. ქლორს ჩვენი ორგანიზმი ძირითადად მარილითა და წყლით იღებს. ქლორის დონის განსაზღვრის აუცილებლობა გამოწვეულია იმ ფაქტით რომ, ქლორი არის პესტიციდების (ქლორორგანული ნაერთების) შემადგენელი ნაწილი, რომლებიც დიდ საფრთხეს უქმნიან ადამიანის ჯანმრთელობას (Lippert, 2019).

**გოგირდი (S)** - ყველა ცოცხალი ორგანიზმის სტრუქტურული ელემენტია. ის შედის ცილების (ამინომჟავები -მეთიონინი, ცისტეინი), ვიტამინების (თიამინი), ფერმენტების (ინსულინი) და სხვა მრავალი ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების შემადგენლობაში. გოგირგი დიდი რაოდენობით გვხვდება ნერვულ, შემაერთებელ და ძვლის ქსოვილში. გოგირდის შემცველი ნაერთები მონაწილეობენ

ჩვენს ორგანიზმში მოხვედრილი ტოქსიკური ნაერთების გაუვნებელყოფაში, გამოიყოფა შარდთან ერთად. ის უზრუნველყოფს ისეთ რთულ ფუნქციას, როგორცაა ენერჯის გადაცემა (Mukwevho, Ferreira, & Ayeleso, 2014) (Škovierová et al., 2016).

**ვანადიუმი (V)** - მონაწილეობს ცხიმოვანი მჟავების სინთეზში, თრგუნავს ქოლესტერინის წარმოქმნას, აინჰიბირებს მთელ რიგ ფერმენტული სისტემების სინთეზს, ასტიმულირებს ჟანგვა -აღდგენით რეაქციებს. ცნობილია რომ, შიზოფრენიისათვის დამახასიათებელია სისხლში ვანადიუმი მაღალი შემცველობა (Costa Pessoa, Garribba, Santos, & Santos-Silva, 2015).

**სტრონციუმი (Sr)** - წარმოადგენს კალციუმის ანალოგს, უფრო მეტიც შეუძლია ჩაანაცვლოს კალციუმი. თუმცაღა, ჯერ კიდევ ცოტაა ცნობილი მისი როლის შესახებ ძვლების ნორმალურ მეტაბოლიზმში (Sorrentino et al., 2018). კვლევების შედეგად დადგენილია რომ, სტრონციუმს, ისევე როგორც კალციუმსა და მაგნიუმს, შეუძლია გავლენა მოახდინოს მიოკარდიუმის შეკუმშვაზე, პარათირეოიდული ჰორმონის სეკრეციასა და საშვილოსნოს შეკუმშვაზე. ადამიანის ორგანიზმში მოხვედრილი სტრონციუმის 99% დეპონირდება ძვლებში, ხოლო 1 % რბილ ქსოვილებში. სტრონციუმი დიდი რაოდენობით გროვდება მცირეწლოვან ბავშვებში, როდესაც აქტიურად მიმდინარეობს ძვლოვანი ქსოვილის ფორმირება. ამ დროს ადგილი აქვს ძვლის დეფექტურ მინერალიზაციას, რაც ოსტეომალაციას მოგვაგონებს. სტრონციუმის იზოტოპები გამოიყენება ოსტეოპოროზის სამკურნალოდ (Curtis, Cooper, & Harvey, 2021).

## **მაკრო და მიკროელემენტების მეტაბოლიზმის დარღვევები - მიკროელემენტოზები**

მინერალური ნივთიერებების ბალანსირებული შემცველობა შეუცვლელი პირობაა ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის. ორგანული ნივთიერებებისგან (ვიტამინები, ჰორმონები) განსხვავებით, ქიმიური ელემენტები არ სინთეზირდებიან ადამიანის ორგანიზმში, ისინი ხვდებიან წყლის, ჰაერისა და საკვების საშუალებით და ორგანიზმის მიერ შეითვისებიან მხოლოდ 15-20%.

ამდენად, ადამიანის ორგანიზმში შემავალი მინერალური ნივთიერებების რაოდენობა დამოკიდებულია ერთი მხრივ, გარემოში მათ შემცველობასა და მეორე მხრივ, სასუნთქი და საჭმლის მომნელებელი სისტემის ორგანოების მდგომარეობასა და სწორ კვებაზე, რაც საშუალებას იძლევა თავიდან ავიცილოთ ორგანიზმის პათოლოგიური მდგომარეობა (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Zhou et al., 2016) (Chitturi et al., 2015). ცხრილი 1 წარმოგვიდგენს ზოგიერთი ქიმიური ელემენტის შემცველ საკვებ პროდუქტებს (ცხრილი1).

ელემენტი *კვების პროდუქტები - ელემენტების წყაროები.*

<i>კალციუმი</i>	სიზამი, რძის პროდუქტები, ოხრახუში, ისპანახი, ლობიო, თხილი, თევზი.
<i>ფოსფორი</i>	რძე, ხორცი, თევზი, პური, ბოსტნეული, კვერცხი.
<i>კალიუმი</i>	რძის პროდუქტები, ხორცი, კაკაო, პომიდორი, ლობიო, ნესვი, შავი ჩაი.
<i>ნატრიუმი</i>	ძებვი, სალა, მარილიანი თევზი, ხიზილალა, ყველი, მწნილები, ზეთისხილი, სიმინდის ბურბუშელა.
<i>მაგნიუმი</i>	მცენარეული საკვები, წყალი, მარილი.
<i>რკინა</i>	ხორცი (ძროხის), ღვიძლი, თევზის (თინუსი), გოგრა, ბარდა, კაკაო, მწვანელი, ლუდის საფუარი, ლეღვი, ქიშმიში.
<i>თუთია</i>	ძროხის ხორცი, ღვიძლი, ზღვის პროდუქტი, ხორბალი, ბრინჯის ქატო, სტაფილო, ბარდა, ხახვი, ისპანახი და თხილი.
<i>სპილენძი</i>	ზღვის პროდუქტი, ლობიო, კომბოსტო, კარტოფილი, ჭინჭარი, სიმინდის, სტაფილო, ისპანახი, ვაშლი, კაკაო.

<i>მანგანუმი</i>	ჭვავის პური, ხორბლის და ბრინჯის ქატი, სოიო, ბარდა, კარტოფილი, ჭარხალი, პომიდორი, მოცვი, სამკურნალო მცენარეები.
<i>კობალტი</i>	ღვიძლი, რძე, წითელი ჭარხალი, ბოლოკი, მწვანე ხახვი, კომბოსტო, ოხრახუში, სალათი, ნიორი.
<i>ქრომი</i>	ბოსტნეული, კენკრა, ხილი, სამკურნალო მცენარეები.
<i>სილიციუმი</i>	ბოსტნეული, ხილი, ტყის კენკრა, ლობიო, მთელი მარცვლეულის კულტურები, ცხოველური პროდუქტები, ბალახი.
<i>ნიკელი</i>	კაკაო, ჩაი, წიწიბურა, სტაფილო, სალათი
<i>ვანადიუმი</i>	მცენარეული ზეთი, სოკო, ოხრახუში, ღვიძლი, ცხიმიანი ხორცი, ზღვის თევზი, სოიო, კამა, პურის მარცვლეული.
<i>ლითიუმი</i>	მინერალური წყალი, მარილი, კარტოფილი, პომიდორი, ზღვის მცენარეები, ბოლოკი, სალათი, ატამი, მჟავე კომბოსტო.
	ცხიმები და ცხიმიანი თევზი, დაკონსერვებული, ბოსტნეული, რძე
	ბოსტნეული, ძვლები, ხრტილი.
<i>ალუმინი</i>	ბოსტნეული.
<i>გოგირდი</i>	რძე, ხორცი, კვერცხი, პარკოსნები, ბურღულეული, კომბოსტო, ნიორი და სხვა.

ცხრილი 1 . ქიმიური ელემენტების შემცველი საკვები პროდუქტები

ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოცხლო პროცესები მნიშვნელოვნად არის დამოკიდებული ქიმიური ელემენტების შემცველობაზე. მუდვივად საჭიროა მაკრო და მიკროელემენტების რაოდენობრივი და თვისებრივი კონტროლი (Konikowska & Mandacka, 2013).

მიკროელემენტოზი არის პათოლოგიური მდგომარეობა, რომელიც ვითარდება მიკრონუტრიენტების - მაკრო და მიკროელემენტების ბალანსის დარღვევის დროს. მათი უკმარისობის დროს ვითარდება ჰიპომიკროელემენტოზი, ხოლო სიჭარბის დროს ჰიპერმიკროელემენტოზი (Шарипов Х.З., 2017).

ლიტერატურულ წყაროებში დადასტურებულია რომ, მსოფლიოს მოსახლეობის 1/3-ს აღენიშნება მიკროელემენტების დისბალანსი ( ნორმიდან გადახრა). ის ძირითადად დამახასიათებელია განვითარებადი ქვეყნებისთვის და უფრო ხშირად მოიცავს მცირეწლოვან ბავშვებს და ორსულებს. ძირითადად აღინიშნება თუთიის, რკინის, იოდის და ვიტამინი A - ს დეფიციტი (Garg et al., 2018) (Bailey, West, & Black, 2015). მათი ბალანსის დარღვევის მიზეზებს კი ხშირ შემთხვევაში წარმოადგენს: სტრესი, დიდი ფიზიკური დატვირთვა, მიკროელემენტების არასაკმარისი მიღება საკვებთან ერთად, არახელსაყრელი გარემო პირობები (ტოქსიკური ნივთიერებების ზემოქმედება, ატმოსფეროში გამონაბოლქვი აირების მაღალი კონცენტრაცია), რადიაცია ( მზის აქტივობის გაზრდა, ოზონის ხვრელები), ალკოჰოლ-დამოკიდებულება, გენეტიკური და მემკვიდრული წინასწარგანწყობა და სხვა მიზეზები. ყოველივე ზემოთქმული იწვევს ადამიანის ორგანიზმში ესენციური და პირობით ესენციური ქიმიური ელემენტების რაოდენობრივი თანაფარდობის დარღვევას და მიყვავართ ორგანიზმის ფუნქციების მნიშვნელოვან ცვლილებებამდე, კერძოდ, ცილების, ნახშირწყლების, ცხიმების მეტაბოლიზმის, ასევე ვიტამინებისა და ფერმენტების სინთეზის დარღვევამდე. ამის ფონზე სუსტდება იმუნიტეტი და ირღვევა ნერვული და ენდოკრინული სისტემების მუშაობა, რაც იწვევს ნერვულ – ფსიქიატრიულ, ონკოლოგიურ დაავადებებსა და ორგანოებისა და ქსოვილების ანთებით დაზიანებებს (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Martusevich & Karuzin, 2019) (Ahmed, Hossain, & Sanin, 2012) .

დღესდღეობით არსებობს ა.პ. ავცინის და მისი თანაავტორების მიერ მოწოდებული მიკროელემენტოზების შემდეგი კლასიფიკაცია ( ცხრილი 2)(М.Г. Скальная, 2012) (Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., 1991).

მიკროელემენტოზი	დაავადების ძირითადი ფორმები
ბუნებრივი ენდოგენური	თანდაყოლილი მემკვიდრეობითი
ბუნებრივი ეგზოგენური	მიკროელემენტების დეფიციტით გამოწვეული მიკროელემენტების სიჭარბით გამოწვეული მიკროელემენტების დისბალანსით გამოწვეული
იატროგენული	მიკროელემენტების დეფიციტით გამოწვეული მიკროელემენტების სიჭარბით გამოწვეული მიკროელემენტების დისბალანსით გამოწვეული
ტექნოგენური	სამრეწველო (პროფესიული) სამეზობლო ტრანსგრესიული

ცხრილი 2. ადამიანის მიკროელემენტოზების სამუშაო კლასიფიკაცია ( ა.პ. ავცინისა და მისი თანაავტორების მიერ მოწოდებული 1991 წ.).

ადამიანის ორგანიზმზე ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს არამართო მაკრო და მიკროელემენტების დეფიციტი, არამედ ზოგიერთი ელემენტების სიჭარბე, რამაც

შეიძლება გამოუსწორებელი ზიანი მიაყენოს ადამიანის ჯანმრთელობას. ასეთი ელემენტების გადაჭარბებული შემცველობა ხდება ძალიან სწრაფად, ორგანიზმში მათი აკუმულირების ხარჯზე. ადგილი აქვს არა მარტო ტოქსიური, არამედ სასიცოცხლო ელემენტების სიჭარბესაც, რომლებიც შედიან მრავალი ვიტამინო-მინერალების კომპლექსის შემადგენლობაში (Ибрагимова et al., 2011). ზოგიერთი მაკრო- და მიკროელემენტი სიჭარბის დროს ხვდებიან ტოქსიურები და შეუძლიათ გამოიწვიონ სერიოზული დაავადებები (Nieder et al., 2018), რასაც ადასტურებს ერთ-ერთი ავტორი, რომ ესენციური ელემენტები გარკვეულ პირობებში შეიძლება გახდნენ ტოქსიურები, ხოლო ტოქსიური ელემენტები დაბალ კონცენტრაციაში იყოს ორგანიზმისთვის სასიცოცხლო მნიშვნელობის (Д Оберлис, БФ Харланд, 2008).

ამდენად, მაკრო და მიკროელემენტების ბალანსის შენარჩუნებისათვის საჭიროა საკვები რაციონის მრავალფეროვნება, ისეთი პროდუქტების მიღება რომლებიც მდიდარია ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებებით. სწორი კვება კი ეს არის არამარტო ჯანმრთელობის გარანტია, არამედ შესანიშნავი შესაძლებლობა ორგანიზმი უზრუნველყოფილი იყოს ყველა აუცილებელი მიკროელემენტით.

## **მაკრო- და მიკროელემენტების გავლენა ბავშვის ზოგად ჯანმრთელობაზე**

ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური სიცოცხლისუნარიობისათვის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს ქიმიური ელემენტების სტაბილური შემადგენლობა, ხოლო მათი დისბალანსი - გამოწვეული ეკოლოგიური, კლიმატო-გეოგრაფიული და სხვა პათოლოგიური ფაქტორებით- იწვევს მოსახლეობის ჯანმრთელობის სხვადასხვა დაზიანებას (Patricia Miranda Farias, Gabriela Marcelino, Lidiani Figueiredo Santana, Eliane Borges de Almeida, Rita de Cássia Avellaneda Guimarães, Arnildo Pott, 2020) (Oh et al., 2020) (Nieder et al., 2018). ამ მხრივ, ბავშვთა პოპულაცია მოსახლეობის განსაკუთრებული ნაწილია, რომელიც მგრძნობიარეა არახელსაყრელი გარემო ფაქტორების, განსაკუთრებით კი სასიცოცხლო ნუტრიენტების მიმართ, ვინაიდან, ბავშვის ორგანიზმის სწრაფი ზრდა-განვითარება და მეტაბოლური პროცესები მოითხოვენ ვიტამინებისა და მიკროელემენტების მუდმივ შევსებას. ბავშვის ორგანიზმში მიკროელემენტების დეფიციტი ძირითადად ვითარდება



ბავშვის ზრდისა (3 წლამდე, 5-7 წელი და 11-15 წელი პუბერტატული ასაკი) და ახალ გარემოსთან ადაპტაციის პერიოდში (საბავშვო ბაღში შესვლა, პირველი კლასი, სწავლების დრო, საგამოცდო პერიოდი და ა.შ.) (E.A. Вильмс, Д.В. Турчанинов, 2011) (Jk, Ra, Sb, Zs, & Za, 2019). კერძოდ, სკოლის ასაკში, როდესაც მთავრდება კუნთებისა და ჩონჩხის ფორმირება, მიმდინარეობს ჰორმონალური ცვლილებები, აუცილებელ პირობას წარმოადგენს საკვები ნუტრიენტების საკმარისი რაოდენობით მიღება, რათა სწორად წარიმართოს აღნიშნული პროცესები და დეფიციტის შემთხვევაში არ მივიღოთ ბავშვის ავადობის ზრდა, ფიზიკური და ნეირო-ფსიქიკური ზრდის ჩამორჩენა (Косенко, 2011) (Bird, Murphy, Ciappio, & McBurney, 2017) .

მიკრონუტრიენტები - არის საკვები ნივთიერებები, რომლებიც შედიან საკვებში ძალიან მცირე რაოდენობით - მილიგრამით ან მიკროგრამით. ისინი არ წარმოადგენენ ენერჯის წყაროს ან პლასტიკურ ნივთიერებებს უჯრედებისათვის, მაგრამ მონაწილეობენ საკვების ათვისებაში, სასიცოცხლო ფუნქციების რეგულირებაში, ორგანიზმის ზრდის, განვითარებისა და ადაპტაციის პროცესებში. ესენციურ მიკრონუტრიენტებს მიეკუთვნება საკვები ნივთიერებები, რომლებიც არ წამოიქმნება ადამიანის ორგანიზმში და აუცილებელია მისი სიცოცხლიუნარიანობისთვის. მათი დეფიციტი იწვევს პათოლოგიურ მდგომარეობებს. ძირითადად ესენციურ მიკრონუტრიენტებს მიეკუთვნება ვიტამინები, მაკრო და მიკროელემენტები (Broadley, Brown, Cakmak, Renge, & Zhao, 2012) (Gombart, Pierre, & Maggini, 2020).

მზარდი ორგანიზმის ნორმალური განვითარებისთვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მინერალური ნივთიერებების ადექვატურ მიღებას, განსაკუთრებით ესენციური ელემენტების. მიკროელემენტების საჭიროება (სპილენძი, მანგანუმი, იოდი, სელენი, ქრომი და სხვ.) ძალიან მცირეა - რამდენიმე მიკროგრამიდან 1-2 მგ დღეში; მაკროელემენტების (ნატრიუმი, კალიუმი, მაგნიუმი, ფოსფორი, კალციუმი და ა.შ.) მოთხოვნილება კი - ასობით მილიგრამიდან რამდენიმე გრამამდე, რომელთაც ადამიანის ორგანიზმი იღებს გარემოდან (წყალი, ჰაერი, საკვები და ა.შ.) (Patricia Miranda Farias, Gabriela Marcelino, Lidiani Figueiredo Santana, Eliane Borges de Almeida, Rita de Cássia Avellaneda Guimarães, Arnildo Pott, 2020) (Pathak et al., 2016).

მაკრო- და მიკროელემენტები ადამიანის ორგანიზმში ასრულებენ სასიცოცხლო ფუნქციებს. ისინი აუცილებელია ჩოჩხის შენებისათვის: კალციუმი - წარმოადგენს კბილებისა და ძვლების მთავარ კომპონენტს, ააქტიურებს რიგ ფერმენტებს, ხელს უწყობს ვიტამინი B12- ის შეწოვას და არეგულირებს კუნთების შეკუმშვას და მოდუნებას; ფოსფორი არის ძვლის მატრიქსის შემადგენელი ნაწილი კალციუმის ფოსფატის სახით და ფოსფოლიპიდების, ნუკლეოპროტეინების ფუნქციონალური კომპონენტი; მანგანუმი, რომელიც რამდენიმე ფერმენტული სისტემის ნაწილია, ასევე საჭიროა ძვლის ნორმალური სტრუქტურის შესანარჩუნებლად. რკინა, როგორც ერითროციტების, ჰემოგლობინის, მიოგლობინის და ჰემის შემცველი ფერმენტების შემადგენელი ნაწილი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ჟანგბადის ტრანსპორტირებაში. გარდა ამისა, რკინა უნარჩუნებს ორგანიზმს რეზისტენტობის ადეკვატურ დონეს (არასპეციფიკური დაცვითი ფაქტორების სრულყოფილი ფუნქციონირება, ფაგოციტოზი). სპილენძი ცერულოპლაზმინის განუყოფელი ნაწილია - ფერმენტი, რომელიც უზრუნველყოფს Fe II- ის და III- ის დაჟანგვას და წარმოადგენს მნიშვნელოვან ეტაპს რკინის მობილიზაციისთვის. გარდა ამისა, სპილენძი მონაწილეობს ფოსფოლიპიდების ფორმირებაში, ელექტრონების ტრანსპორტირებაში, პურინის ცვლაში; არეგულირებს ნერვული სისტემის მუშაობას. მაგნიუმი არის ორგანიზმში ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური პროცესების უნივერსალური მარეგულირებელი. ექსტრაუჯრედული მაგნიუმი ინარჩუნებს ნერვული და კუნთოვანი უჯრედების ელექტრულ პოტენციალს და უზრუნველყოფს ნერვულ ქსოვილში სიგნალის გამტარობას (Grzeszczak et al., 2020)(Winiarska-Mieczan et al., 2019) .

ზოგიერთი ელემენტი ჰორმონების ნაწილია. მაგალითად, იოდს ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების შემადგენლობაში აქვს ანაბოლური ეფექტი, ასტიმულირებს ორგანოებისა და ქსოვილების ზრდას და დიფერენცირებას. იოდი დიდ როლს ასრულებს კოგნიტური შესაძლებლობების განვითარებასა და შენარჩუნებაში. სელენი არის მთელი რიგი ჰორმონების და ფერმენტების ნაწილი, არის ძლიერი ანტიოქსიდანტი და უშუალოდ მონაწილეობს იმუნური სისტემის აქტივობაში. თუთია მნიშვნელოვანია უჯრედული იმუნიტეტის ნორმალური ფუნქციონირებისთვის, ღვიძლისგან A ვიტამინის მობილიზაციისთვის, სისხლის

წითელი უჯრედების და სხვა სისხლის უჯრედების წარმოქმნისთვის. თუთია არის ადაპტოგენი; აქვს ანტიოქსიდანტური თვისებები. ქრომი მონაწილეობს ცხიმებისა და ნახშირწყლების მეტაბოლიზმში, ინსულინის სინთეზში და ხელს უწყობს ბავშვებში ნორმალურ ზრდასა და განვითარებას. ამრიგად, ეჭვს არ იწვევს მინერალური ნივთიერებების გრანდიოზულ როლი ორგანიზმისა და თითოეული უჯრედის ფუნქციონირებაში (Kenzhebayeva et al., 2019) (Mehri, 2020) (ცხრილი 3).

**მიკროელემენტი ორგანიზმისთვის ძირითადი ფუნქცია**

<i>თუთია</i>	იმუნიტეტი; პანკრეასის და პროსტატის ჯირკვლების ფუნქციონალური მდგომარეობა; სიმაღლე; სასქესო ჰორმონები.
<i>სპილენძი</i>	სისხლძარღვების ელასტიურობა; ნერვული სისტემის, ფარისებრი ჯირკვლის, სახსრების ფუნქციური მდგომარეობა; გულის რიტმის მუშაობა
<i>მანგანუმი</i>	ნერვული სისტემის, პანკრეასის ფუნქციური მდგომარეობა; კანის მდგომარეობა, ძვლის ქსოვილი; სენსიბილიზაციის დონე
<i>მაგნიუმი</i>	გულისა და სისხლძარღვების ფუნქციური მდგომარეობა; სისხლის შედედება; თირკმელების, სანაღვლე გზების, ნერვული სისტემის ფუნქციონირება; იმუნური დაცვა; ანტიფუნგალური მოქმედება
<i>ქრომი</i>	ანტისტრესული მოქმედება; ჭარბი ცხიმის დაშლა; სისხლში გლუკოზის რეგულირება
<i>სელენი</i>	ანტინეოპლასტიკური მოქმედება; ფსიქო-ემოციური სტატუსი; ფიზიკური აქტივობა

ცხრილი 3. ზოგიერთი ელემენტის ძირითადი ფუნქციები ბავშვის ორგანიზმის სიცოცხლისუნარანობისთვის (A.B., 2004) (Дубовая Анна Валериевна, 2017).

ბავშვებში მინერალური ცვლისთვის დამახასიათებელია მინერალური ნივთიერებების ორგანიზმში შეთვისებისა და მათი გამოყოფის პროცესების ერთმანეთთან არადაბალანსირებული მდგომარეობა. ბავშვის ეფექტური ზრდისა და განვითარებისათვის საჭიროა მინერალების ინტენსიური მიწოდება. დიდ ინტერესს იწვევს ქიმიური ელემენტების შემცველობა ბავშვის ორგანიზმის განვითარების სხვადასხვა პერიოდში. ორგანოებს და ქსოვილებს აქვთ უნარი მოახდინონ გარკვეული მიკროელემენტების დეპონირება. დადგენილია რომ, მშობიარობის დროს ბავშვის ტვინის ნაცრისფერ და თეთრ ნივთიერებებში იზრდება სპილენძის, თუთიის, სილიციუმის, ალუმინის შემცველობა, ხოლო ღვიძლში - სპილენძის (16-ჯერ), რკინის (2-ჯერ). ეს პერიოდი წარმოადგენს ესენციური ელემენტების „კეთილდღეობის ხანას” - ამ დროს ბევრი ელემენტის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად მაღალია ბავშვის ცხოვრების სხვა პერიოდებთან შედარებით (Mousa, Naqash, & Lim, 2019) (М.В. Кушнарева, Э.А. Юрьева, 2015) (ცხრილი 4).

მაკრო და მიკროელემენტები	ბავშვის ასაკი						
	0-0,5	0,5-1	1-3	4-6	7-10	11-14 ბიჭები	11-14 გოგონები
<i>Ca, მგ.</i>	400	600	800	800	800	1200	1200
<i>Mg, მგ.</i>	40	60	80	120	170	270	280
<i>P, მგ.</i>	300	500	800	800	800	1200	1200
<i>Fe, მგ.</i>	5	10	10	10	10	12	15
<i>Cu, მგ.</i>	0,4-0,6	0,6-0,7	0,7-1	1-1,5	1-2	1,5-2,5	1,5-2,5
<i>B, მგ.</i>	0,3	0,4	0,7	0,9	1	1,3	1,1
<i>Zn, მგ.</i>	5	5	10	10	20	15	12
<i>Mn, მგ.</i>	0,3-0,6	0,6-1	1-1,5	1,5-2	2-3	2-5	2-5
<i>I, მკგ</i>	40	50	70	90	120	150	150
<i>Mo, მკგ</i>	15-30	20-40	25-50	30-75	50-150	75-250	75-250
<i>Se, მკგ</i>	10	15	20	20	30	40	45
<i>Cr, მკგ</i>	10-40	20-60	20-80	30-120	50-200	50-200	50-200

ცხრილი 4. მაკრო და მიკროელემენტების დღიური მოთხოვნილება ბავშვებში (Д Оберлис, БФ Харланд, 2008) (Дубовая Анна Валериевна, 2017).

მიკროელემენტები მუდმივად იმყოფებიან ერთმანეთთან ურთიერთდამოკიდებულებაში, თითოეული ასრულებს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელ სპეციფიკურ ფუნქციას და არ შეიძლება მათი ჩანაცვლება სხვა მინერალით, რადგან ყველა ესენციური მიკროელემენტი ერთდროულად არის საჭირო (Mehri, 2020).

ვიტამინები და მინერალები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბავშვებისა და მოზარდებისათვის, რაც დაკავშირებულია ბავშვის ინტენსიურ ზრდასა და მეტაბოლური პროცესების თავისებურებებთან. მიკროელემენტების არასაკმარისი მიღება ამცირებს იმუნური სისტემის აქტივობას, ზრდის რესპირატორულ და კუჭ-ნაწლავის დაავადებებს და მნიშვნელოვნად აფერხებს მოზარდის ეფექტურ მუშაობას. შემცირებული კალციუმის მიღება, განსაკუთრებით D, C და B ჯგუფის ვიტამინების ნაკლებობასთან ერთად, რაც აუცილებელია მისი შეთვისებისთვის, ზრდის რაქიტოვანი ცვლილებების რისკს, ხელს უშლის მოზარდებში ჩონჩხის ოპტიმალური მასისა და სიმკვრივის მიღწევას. იოდის უკმარისობა იწვევს ზრდის შეფერხებას, ფსიქომოტორული განვითარების დაქვეითებას და ფარისებრი ჯირკვლის დაავადებების განვითარებას. რკინის უკმარისობა იწვევს ანემიის (ანემიის) ლატენტური და აშკარა ფორმების განვითარებას. ბავშვობაში და მოზარდობაში მიკროელემენტების ნაკლებობა ყველაზე უარყოფითად მოქმედებს ჯანმრთელობაზე, ფიზიკურ განვითარებაზე, ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას და ქრონიკულ დაავადებებს (Janka, 2019) (Fabian Rohner, Michael Zimmermann, Pieter Jooste, Chandrakant Pandav, Kathleen Caldwell, Ramkripa Raghavan, 2014) (James C. Fleet, 2017).

მიკრონუტრიენტების დეფიციტს აქვს სეზონური ხასიათი. მიუხედავად იმისა, რომ პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია გაზაფხულსა და შემოდგომა-ზამთრის პერიოდში, მოსახლეობის უმრავლესობაში, მათ შორის ბავშვებში, ჰიპოვიტამინოზი გვხვდება მთელი წლის განმავლობაში და წარმოადგენს მუდმივად მოქმედ არახელსაყრელ ფაქტორს. ბავშვთა უმრავლესობაში იგი კომბინირებულია რკინის, კალციუმის, იოდის, სელენის, ფტორის და სხვა მრავალი მინერალის ნაკლებობასთან. ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაცია გამოყოფს ელემენტებს, რომელთა დეფიციტი ფართოდ არის გავრცელებული, ესენია იოდი,

რკინა და თუთია, ასევე კობალტი, მანგანუმი, სპილენძი, მოლიბდენი, სელენი და ქრომი. მიკროელემენტების დეფიციტი პრაქტიკულად განისაზღვრება მოსახლეობის ყველა ჯგუფში ქვეყნის ყველა რეგიონში (Ritchie & Roser, 2017) (Campos Ponce et al., 2019) (Gîlcă-Blanariu et al., 2018).

ბავშვის ორგანიზმში მინერალების უკმარისობის მიზეზობრივი ფაქტორები შეიძლება იყოს პირველადი (გარე) და მეორადი (შინაგანი). პირველადი ჩვეულებრივ ასოცირდება არასრულ ან დაბალანსებულ კვებასთან. მეორად მიზეზებს შორის არის საჭმლის მომნელებელი ფუნქციის დარღვევა და ელემენტების შეწოვა, ორგანიზმში მათი არასათანადო გამოყენება და ექსკრეციის მომატება (განსაკუთრებით შარდმდენების და საფაღარათო საშუალებების გამოყენებისას), მეტაბოლიზმის დარღვევა, მედიკამენტების მიღება, ასევე მემკვიდრეობითი დარღვევები. მინერალების დეფიციტი შეიძლება წარმოიშვას მათზე გაზრდილი მოთხოვნილების გამო ავადმყოფობის, ფიზიკური დატვირთვის, ინტენსიური ზრდის, ორსულობის, ლაქტაციის პერიოდში (Das et al., 2013)(Rita Shergill-Bonner, 2017).

ამრიგად, მინერალური ნივთიერებების დეფიციტის განვითარების რისკ-ჯგუფებში შედიან ბავშვები, რომელთაც აღენიშნებათ (Nieder et al., 2018) (M.Г. Скальная, 2012):

- ინტენსიური ზრდის პერიოდი;
- სპორტი (ანუ მაქსიმალური ფიზიკური დატვირთვა);
- მწვავე ან ქრონიკული დაავადებები (ვირუსული ან ბაქტერიული გენეზის მწვავე ინფექციური დაავადებები; გულ-სისხლძარღვთა სისტემის პათოლოგია, კუჭ-ნაწლავის ტრაქტი, თირკმელები და ა.შ.)

• გარკვეული მედიკამენტების დიდი ხნის განმავლობაში მიღება (ფენობარბიტალი, შარდმდენები, საფაღარათო საშუალებები და ა.შ.);

- ვეგეტარიანელი;
- დაბალი სოციალურ-ეკონომიკური ცხოვრების დონე;
- ეკოლოგიურად არახელსაყრელ გარემოში ცხოვრება .

ამრიგად, ბავშვის ორგანიზმში მიკრონურიენტების ნაკლებობა ან არარსებობა იწვევს მეტაბოლურ დარღვევებს, ფიზიკური და გონებრივი მუშაობის შემცირებას, სწრაფ დაღლილობას და უარყოფითად მოქმედებს ბავშვის ზრდასა და

განვითარებაზე. სრულყოფილი და მრავალფეროვანი დიეტა კი არის სხვადასხვა ასაკის ბავშვებში ვიტამინის დეფიციტის პროფილაქტიკის საფუძველი.

## **მაკრო- და მიკროელემენტები და ბავშვის პირის ღრუს მდგომარეობა**

მაკრო- და მიკროელემენტების როლი პირის ღრუს ჯანმრთელობის შენარჩუნებაში ჯერ კიდევ საკამათო საკითხია. არსებობს გარკვეული მიკროელემენტები, რომლებიც ხელს უწყობენ სტომატოლოგიური კარიესის პროგრესირებას და პირიქით, მიკროელემენტები- რომლებმაც შეიძლება შეაჩერონ კბილების კარიესის განვითარება. პირის ღრუს ჯანმრთელობაში მათი როლის მიუხედავად, ეს ელემენტები წარმოადგენენ ორგანიზმის ზრდისა და განვითარების აუცილებელ კომპონენტებს და მონაწილეობენ ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირებაში (Guo, 2018) (Qamar, Rahim, Chew, & Fatima, 2017) (Mehri, 2020).

პირის ღრუს მინერალიზებულ ქსოვილებს მიეკუთვნება მინანქარი, დენტინი, ცემენტი და ალვეოლური ძვალი. მინერალიზირებულ ქსოვილებში მიკროელემენტების შემცველობა მჭიდრო კავშირშია იმ ელემენტებთან, რომლებიც მინერალიზაციის პერიოდში აპატიტის კრისტალში ასიმილირდება და მინერალიზაციის დასრულების შემდეგ ქსოვილებში დიფუზირებს (Guo, 2018). კბილების ჰიდროქსიაპატიტის ელემენტარული შემადგენლობა გრძელვადიანი პროცესია, რაც ნიშნავს, რომ ლითონები, რომლებიც შეითვისებიან მის შემადგენლობაში, მხოლოდ მცირე რაოდენობით გამოიყოფიან. ისინი დეპონირდებიან კბილის ქსოვილებში მთელი ცხოვრების განმავლობაში. ამრიგად, პროფესიული ან გარემო ფაქტორების ზემოქმედების პირობებში, ტოქსიური ელემენტების კონცენტრაცია კბილის ქსოვილებში იზრდება ასაკთან ერთად. სწორედ, ეს თვისება განსაზღვრავს კბილების გამოყენებას ესენციური ელემენტების კონცენტრაციის გრძელვადიანი შეფასებისთვის (Fischer, Wiechuła, & Przybyła-Misztela, 2013) (Qamar et al., 2017) (Kirkham, 2013).

1908 წელს, ტეხასში, ელ პასოში ჩატარებულ ერთ-ერთ სტომატოლოგიური საზოგადოების შეხვედრაზე, მეცნიერების დიდი ყურადღება მიიქცია ესენციურ

ელემენტებსა და სტომატოლოგიურ დაავადებებს შორის კავშირის არსებობამ. მას შემდეგ აქტიურად დაიწყო კვლევები, რომლის ძირითადი მიზანი იყო, პირდაპირი ან არაპირდაპირი გზით, გავლენის დადგენა ესენციურ ელემენტებსა და კბილის კარიესს შორის კავშირზე (Chitturi et al., 2015) (Guo, 2018).

აღმოჩენილია კარიოსტატიკური და კარიოგენური ესენციური ელემენტები. განვიხილოთ თითოეული მათგანი (Pathak et al., 2016) (Bhattacharya, Misra, & Hussain, 2016).

**კალციუმი (Ca)**- წარმოადგენს ძვლებისა და კბილის მაგარი ქსოვილების ძირითად შემადგენელ კომპონენტს. კალციუმის ჩალაგება კბილის მაგარ ქსოვილებში ხდება მინერალიზაციის პერიოდში, შესაბამისად, მისი შემცველობა ფორმირებადასრულებულ კბილის ქსოვილებში უფრო მეტია, ვიდრე განვითარებად ქსოვილებში. ასევე, მისი კონცენტრაცია მინანქარში უფრო მაღალია, ვიდრე - დენტინში. კალციუმი ადამიანის ორგანიზმში წარმოდგენილია ფოსფატების სახით. უდავოა მისი როლი კარიესის პრევენციაში. კერძოდ, დადგენილია პირდაპირპროპორციული კავშირი ნერწყვში კალციუმის შემცველობასა და პირის ღრუს ჯანმრთელობას შორის (Singh et al., 2015) (Pandey, Reddy, Rao, Saxena, & Chaudhary, 2015).

ასევე, უარყოფითი კორელაციაა კალციუმის შემცველობასა და კარიესის განვითარებას შორისა და კალციუმის შემცველობასა და პაროდონტის დაავადებებს შორის (Rajesh, Zareena, Hegde, & Arun Kumar, 2015) (Fiyaz et al., 2013).

**მოლიბდენი (Mo)**- მოლიბდენსა და კარიესს შორის კავშირის შესაფასებლად ჩატარებულ კვლევათა უმეტესობაში აღმოჩნდა, რომ მოლიბდენს აქვს კარიოსტატიკური ეფექტი კბილებზე. კერძოდ, უნგრეთში მცხოვრებ ბავშვებში ჩატარებული გამოკვლევისას, კარიესის ნაკლები გავრცელება აღინიშნა იმ ადგილებში მცხოვრებ ბავშვებში, სადაც წყალში მოლიბდენი იყო, ვიდრე იმ ბავშვებში, სადაც არ იყო მოლიბდენი (Pathak et al., 2016). ის წარმოადგენს სპილენძის ანტაგონისტს. შესაბამისად, მოლიბდენის მაღალმა კონცენტრაციამ შეიძლება შეამციროს სპილენძის შეწოვა და შედეგად გამოიწვიოს სპილენძის დეფიციტი. (Gombart et al., 2020) (Sonarkar, Purba, Singh, & Podar, 2016) .



**ვანადიუმი (V)**- ჯერ კიდევ დაუზუსტებელია ვანადიუმის კარიოსტატიკური მოქმედება. ვანადიუმის როლის შესაფასებლად ჩატარდა რამდენიმე კვლევა ცხოველებზე. აღმოჩნდა, რომ ვანადიუმი, რომელიც ზაზუნებს მიეცათ, მათ კარიოგენური დიეტის მიღების შემდეგ - ორალური ან პარენტერალური გზით, ხშირ შემთხვევაში იცავდა მათ კარიესისგან. ვირთხების შემთხვევაში ინტრაპერიტონეულად მიღებული ვანადიუმი ამცირებდა კარიესის შემთხვევებს. ხოლო, მაიმუნებზე ჩატარებულმა კვლევებმა აჩვენა კარიესის მაღალი სიხშირე იმ მაიმუნებზე, რომლებიც იღებდნენ ვანადიუმის შემცველ წყალს. ზოგიერთი მკვლევარი კი ვანადიუმის კარიოსტატიკურ მოქმედებას არ აღიარებს (Pathak et al., 2016) (Bhattacharya et al., 2016).

**ფტორი (F)** -ფტორის როლი კარიესის პროფილაქტიკაში საყოველთაოდ აღიარებულია, რასაც ადასტურებს არა ერთი კვლევა (Petersen & Ogawa, 2016) (O'Mullane et al., 2016). ფტორი ზრდის მინანქრის რეზისტენტობას, ახდენს კბილის ამოჭრის შემდგომ კბილის მომწიფებას - რემინერალიზაციას და აფერხებს კბილის ქსოვილების დესტრუქციულ პროცესებს (da Costa Alcântara, Alexandria, de Souza, & Maia, 2014). ამდენად, მას აქვს კარიოსტატიკური მოქმედება.

**სტრონციუმი (Sr)**-დადგენილია უარყოფითი კორელაცია სტრონციუმის შემცველობასა და კარიესის გავრცელებას შორის, რაზეც მოწმობს ჩატარებული ეპიდემიოლოგიური კვლევები. ასევე, სტრონციუმის კონცენტრაცია უფრო მეტია ჯანსაღ მინანქარში, ვიდრე კარიესულ მინანქარში (Z. Li, He, Peng, & Jin, 2013). გარდა ამისა, დადგენილია რომ, სტრონციუმი ზრდის ძვლის რეგენერაციას, რაც საშუალებას იძლევა მის გამოყენებას ძვლოვანი ქსოვილის აღსადგენად (Martín-Del-Campo, Sampedro, Flores-Cedillo, Rosales-Ibañez, & Rojo, 2019). აგრეთვე, აღმოჩენილია რომ სტრონციუმისა და კალციუმის შემცველობა კბილის პასტაში, მნიშვნელოვნად ამცირებს კბილის მომატებულ მგრძობნეობას (Karim & Gillam, 2013) .

**ლითიუმი (Li)**- ყველაზე ხშირად გამოყენებულია ბიპოლარული აშლილობების სამკურნალოდ. თუმცაღა, აღმოჩენილია ლითიუმის არაპირდაპირი კავშირი კარიესთან. ლითიუმის არსებობა ასოცირდება კარიესის შემცირებულ შემთხვევებთან (Elham Razmpoosh, 2018). არსებობს კვლევები, რომლებიც ჩატარდა ლითიუმისა და კარიესის ასოციაციის შესამოწმებლად, სადაც დადასტურებულია

იგივე კორელაცია (Sonarkar et al., 2016). ის განიხილება როგორც კარიოსტატიკური ელემენტი. მიუხედავად ამისა, ჩატარებულია კვლევა, სადაც დადგენილია კავშირი ბიპოლარული აშლილობის დროს ლითიუმის პრეპარატის მიღებასა და კარიესული დაზიანებების ზრდასთან, მაგრამ ამ დროს კარიესის განვითარებას უკავშირებენ სხვა მექანიზმებს, კერძოდ ხსნიან დენტინის დეკალცინაციით (Eduardo et al., 2013).

**სელენი (Se)**- დადგენილია სელენის პირდაპირ პროპორციული კავშირი კარიესის გავრცელებასთან (Sonarkar et al., 2016). აღმოჩენილია რომ, სელენი იწვევს დენტინსა და ქვედა ყბის კონდილებში სტრუქტურულ ცვლილებებს (Pathak et al., 2016). ასევე, ჩატარებულია კვლევა, სადაც არ დადგინდა მნიშვნელოვანი კავშირი ნერწყვში სელენის არსებობასა და კარიესის გავრცელებას შორის (Sekhri, Sandhu, Sachdev, & Chopra, 2018).

სელენი მნიშვნელოვანი ელემენტია პირის ღრუს ლორწოვანისთვის. მისი დეფიციტი იწვევს ლორწოვანი გარსის ისეთ პათოლოგიურ ცვლილებებს როგორცაა, ლეიკოპლაკია, ორალური ლორწქვეშა შრის ფიბროზი და კიბო (Patel et al., 2014).

**კადმიუმი (Cd)**- მას აქვს კარიესოგენური მოქმედება. კადმიუმი დაკავშირებულია კარიესის მაღალ გავრცელებასთან და უარყოფითად მოქმედებს მინანქრის განვითარებაზე (Ma, Ran, Shi, Zhao, & Liu, 2021). ვირთხებზე ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა მჭიდრო კავშირი კარიესის განვითარებასა და კადმიუმის მიღებას შორის (Świetlicka et al., 2019).

**ტყვია (Pb)**- აქვს კარიესოგენური მოქმედება. აღმოჩნდა, რომ ტყვიის იონებს აქვთ უნარი იმოქმედონ ძვლის მინერალ შემადგენლობაზე, შეუძლიათ გადაადგილონ კალციუმი და ფოსფორი აპატიტის კრისტალურ მესერში და გამოიწვიონ ჰიპერკალციემია და ჰიპერფოსფატემია (Pathak et al., 2016). დადგენილია რომ, სისხლში ტყვიის მაღალი შემცველობა ზრდის ბავშვებში მუდმივი კბილების კარიესით დაზიანების რისკს, რაც კიდევ ერთხელ ადასტურებს ტყვიის მონაწილეობას ახალი კარიესული დაზიანებების განვითარებაში (Kim, Ha, Kwon, Kim, & Choi, 2017). ამრიგად, ტყვია წარმოადგენს კარიეს-მაპროვოცირებელ აგენტს.

**მანგანუმი (Mn)** -მანგანუმი ასოცირდება კარიესის გავრცელების მაღალ მაჩვენებელთან. საბერძნეთში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა კარიესის მაღალი

სიხშირე წყალში მანგანუმის მაღალი შემცველობისა და რკინის დაბალი შემცველობის მქონე ადგილებში მცხოვრებ პირებში (Tsanidou et al., 2015). ეს ხაზს უსვამს მანგანუმის კარიესოგენურ როლზე. ასევე დადგენილია რომ, Mn- ის დონე დამოკიდებულია ასაკსა და სქესზე, ახალგაზრდა ბიჭების კბილებში აღინიშნება Mn- ის უფრო მაღალ დონე (Watanabe, Tanaka, Shigemi, Hayashida, & Maki, 2009).

**სპილენძი (Cu)-** სპილენძი გამოვლენილია, როგორც კარიესოგენური ელემენტი. მაღაიაზიაში ჩატარებულ კვლევაში, დაწყებითი კლასის ბავშვებში, არაკარიესულ კბილებთან შედარებით კარიესულ კბილებში აღმოჩენილია სპილენძის უფრო მაღალი შემცველობა (A. S. Hussein, Ghasheer, Ramli, Schroth, & Abu-Hassan, 2013). აღმოჩნდა, რომ კარიესის მაღალი გავრცელება ასოცირდება წყალში, საკვებში, ნიადაგში ან ბოსტნეულში სპილენძის არსებობასთან (Pathak et al., 2016). თუმცა ჩატარებულია კვლევა, სადაც დადგინდა ნეგატიური კორელაცია კარიესის გავრცელებასა და სპილენძის შემცველობას შორის (Alaa S. Hussein & Ban Ali Salih, 2017).

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ იმ პაციენტებს რომლებსაც აქვთ ორალური ლეიკოპლაკია, სუბმუკოზალური ფიბროზი, ბრტყელუჯრედოვანი კარცინომა, სისხლის შრატში აღენიშნებათ სპილენძის მაღალი შემცველობა. აგრეთვე, არსებობს კვლევები, რომლებიც აღწერენ სპილენძის უკმარისობით გამოწვეულ ოსტეოპოროზულ ცვლილებებს ძვალში (Bhattacharya et al., 2016).

**თუთია (Zn) -** პირის ღრუში თუთია იმყოფება კბილის ნადების, ნერწყვისა და მინანქარის შემადგენლობაში და აკონტროლებს ნადებისა და ქვის წარმოქმნას და ხელს უშლის პირის ღრუში არასასიამოვნო სუნის არსებობას. თუთიის დაბალ კონცენტრაციას შეუძლია შეამციროს მინანქრის დემინერალიზაცია და შეცვალოს რემინერალიზაცია, მაგრამ, მისი ანტიკარიოგენული ეფექტურობა ჯერ კიდევ სადავოა, რასაც მხარს უჭერს სხვადასხვა კვლევა (Bhattacharya et al., 2016)

ერთ-ერთი კვლევა, რომელიც აფასებდა მიკროელემენტების შემცველობას სხვადასხვა ეთნიკური ჯგუფის ბავშვებში, აღმოჩნდა რომ, თუთიის დონე უფრო მაღალი იყო კარიესული კბილების მქონე ბავშვებში ვიდრე არაკარიესული კბილების მქონე ბავშვებში (A. S. Hussein et al., 2013). ხოლო, სხვა კვლევამ აჩვენა რომ, ნერწყვში თუთიის შემცველობამ შეამცირა კარიესის განვითარება (Üçkardeş, Tekçiçek, Özmert, &

Yurdakök, 2009). ასევე, 12-13 წლის ბავშვების არაკარიესულ სარძევე კბილებში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა თუთიის მაღალი შემცველობა, ანუ ხაზი გაუსვა თუთიის კარიოსტატიკურ მოქმედებას (Sejdini et al., 2018). მაგრამ, ერთ-ერთი კვლევა ადასტურებს, რომ ნერწყვში თუთიის კონცენტრაციამ აჩვენა კარიესოგენური მოქმედება (Zahir, S. & Sarkar, 2006).

აღსანიშნავია რომ ქიმიური ელემენტები გავლენას ახდენენ პაროდონტის მდგომარეობაზე, კერძოდ, თუთიის სიჭარბემ, რომელიც გავლენას ახდენს კოლაგენის პროდუქციასა და ანთებით რეაქციებზე, შეიძლება გამოიწვიოს პაროდონტის ქსოვილების დაზიანება და დაავადების განვითარება. ასევე, თუთია, რომელიც გავლენას ახდენს ძვლის მეტაბოლიზმსა და კალციფიკაციაზე, მისმა კონცენტრაციის ცვლილებამ სისხლში შეიძლება შეცვალოს ძვლის რეზორბცია (Guo, 2018).

თუთია ასევე მონაწილეობს გემოვნების შეგრძნებაში, ახდენს ნერვული იმპულსების გადაცემას. კვლევები ადასტურებს თუთიის დეფიციტს გემოვნების შეგრძნების დარღვევების დროს (Pisano & Hilas, 2016)(Yagi, Takakazu., Asakawa, Akihiro, Ueda, Hirotaka., Ikeda, Satoshi., Miyawaki, Shouichi., Inui, 2013)

ცხოველებზე ჩატარებულმა კვლევამ დაადგინა, რომ თუთიის ნაკლებობამ შეიძლება გამოიწვიოს პირის ღრუს ლორწოვანის პარაკერატოზი (Nielsen, 2012). ამრიგად, თუთიის დეფიციტი შეიძლება იყოს პირის ღრუსა და პაროდონტის დაავადებების პოტენციური რისკ-ფაქტორი. ასევე თუთიის დეფიციტის მიმანიშნებელია ლოყის, ენისა და საყლაპავის პარაკერატოზული ცვლილებები (Uwitonze, Ojeh, Murererehe, Atfi, & Razzaque, 2020).

როგორც ცნობილია, ტრანსფერინი ტრანსპორტირებას უკეთებს რკინასაც და თუთიასაც, შესაბამისად, რკინა-დეფიციტურ პაციენტებში რკინის დონის შემცირებასთან ერთად იზრდება სისხლში თუთიის დონე. ამრიგად, პაციენტებს, რომლებსაც აქვთ პირის ღრუს ლორწოვან შრის ფიბროზი, აღენიშნებათ რკინა - დეფიციტური ანემია სისხლში თუთიის მაღალ დონესთან ერთად (Ray et al., 2011).

ასევე აღსანიშნავია რომ, თუთია უკუპროპორციულ კავშირშია სპილენძთან და ამით ხელს უშლის სპილენძის ლორწოვან გარსში შეწოვას. თუთიის სიჭარბე განსაკუთრებით აფერხებს სპილენძის შეწოვას, რადგან ორივე ლითონი შეიწოვება

მეტალოთიონინების საშუალებით. სპილენძისა და თუთიის თანაფარდობა ასევე მიიჩნევა, რომ არის უსაფრთხო ბიომარკერი კანცეროგენუზის განვითარებასა და პროგრესირებაში (Ray et al., 2011) (Bhattacharya et al., 2016).

**რკინა (Fe)**- საყოველთაოდ აღიარებულია რკინის ანტიკარიესული მოქმედება, რაზეც მოწმობს სხვადასხვა კვლევა. კერძოდ, 3-12 წლის ბავშვებში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა უკუპროპორციული კავშირი სისხლში რკინის შემცველობასა და კარიესის გავრცელებას შორის (NS Venkatesh Babu, 2017). ასევე დადგინდა, რომ რკინის დაბალი შემცველობა სასმელ წყალში სარწმუნოდ კავშირი იყო კარიესის გავრცელებასთან როგორც მუდმივ და ასევე სარბევე კბილებში (Tsanidou et al., 2015). გარდა ამისა, დადასტურდა ანემიასა და კარიესის გავრცელებას შორის პირდაპირპროპორციული კავშირი (Tang, Huang, & Huang, 2013).

რკინის დეფიციტი პირის ღრუში გამოვლინდება ანგულარული ჰელიტის, ატროფიული გლოსიტის, პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის გენერალიზებული ატროფიის, კანდიდოზური ინფექციების, სიფერმკრთალისა და სტომატიტის სახით (Ayesh, 2018)(Wu et al., 2014). მრავალი ლიტერატურული წყარო ადასტურებს რომ, პირის ღრუს ლორწვევა შრის ფიბროზს იწვევს რკინის უკმარისობა რაციონიდან არასაკმარისი მიღების გამო, ხოლო ერთ-ერთი მკვლევარი კი აღნიშნავს რომ, რკინის პრეპარატებისა და ანტიოქსიდატების მიღების მიუხედავად, ლორწვევა შრის ფიბროზის მქონე პაციენტებს, მაინც აღენიშნებოდათ რკინის უკმარისობა (Bhattacharya et al., 2016).

**კობალტი (Co)** - არის ვიტამინი B12- ის შემადგენელი ნაწილი და ერითროციტების წარმოქმნისთვის აუცილებელი ელემენტი. ამრიგად, პირის ღრუში კობალტის უკმარისობის ყველაზე ცნობილი გამოვლინებაა მწვავე ანემია, რომელსაც ახასიათებს გლოსიტი, წვის შეგრძნება, წებოვანი წითელი ენა, ლაქების სახით ან მთლიანად წითელი ენა, რომელიც ასევე მოიხსენიება როგორც ჰანტერის ან მელერის გლოსიტის სახელით და იშვიათად ზედაპირული წყლულები (Ray et al., 2011)(Chitturi et al., 2015). გარდა ერითროპოეზისა, ვიტამინი B12 ასევე მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ნერვული ქსოვილის აღდგენასა და რეგენერაციაში. ამრიგად, კობალტის უკმარისობამ შეიძლება უარყოფითი გავლენა იქონიოს პერიფერიულ ნერვულ სისტემაზე (Yamada, 2013) .

**ქრომი (Cr)** - მონაწილეს შაქრისა და ლიპიდების ცვლაში. არადიაგნოსტიკური ქრომის დეფიციტის მქონე დიაბეტით დაავადებულთა ჰიპერგლიკემიური სტატუსის მქონე პაციენტებში აღინიშნება ჭრილობის შეფერხება, ჩირქოვანი პაროდონტიტი, პირის ღრუს სოკოვანი ინფექციები, ნაადრევი პაროდონტოლოგიური დაავადებები და ჰიპოსალივაცია (Bhattacharya et al., 2016).

**იოდი (I)** - არსებობს ჰიპოთეზა რომ იოდის სიჭარბე ან დეფიციტი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ლორწოვანი გარსისა და სანერწყვე ჯირკვლების ფიზიოლოგიაზე. იოდს მნიშვნელოვანი როლი აქვს პირის ღრუს იმუნური დაცვის მექანიზმში, რაც შეიძლება დასაბუთებული იყოს იოდის მაღალი კონცენტრაციით თიმუსში. მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ იოდიდების ეს მოქმედებები შესაძლოა მნიშვნელოვანი იყოს პირის ღრუსა და სანერწყვე ჯირკვლების სხვადასხვა დაავადებების პროფილაქტიკისთვის (Ross et al., 2017). ჰიპოთირეოზი ხასიათდება ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების დონის შემცირებით, შესაბამისად მცირდება იოდის დონეც. ამ დროს პირის ღრუში შეიმჩნევა ტუჩების გასქელება კანქვეშა ქსოვილებში გლიკოზამინოგლიკანების დეპონირების გამო, ასევე შეიძლება აღინიშნებოდეს ენის მაკროგლოსია. ბავშვებში შეიძლება ადგილი ქონდეს კბილების დაგვიანებულ ამოჭრას კბილების ფორმირებაზე ზემოქმედების გარეშე.

ჰიპერთირეოზმა მოზრდილებში შეიძლება გამოიწვიოს ღრძილების, ლოყის ლორწოვანის, სასისა და ენის დიფუზური ყავისფერი პიგმენტაცია - ადისონის დაავადების მსგავსი სურათი. მექანიზმი, რომლის საშუალებითაც ხდება მელანინის სინთეზის სტიმულაცია, ჯერჯერობით გაურკვეველია, მაგრამ პიგმენტაცია მიანიშნებს ფარისებრი ჯირკვლის პათოლოგიის მკურნალობაზე (Bhattacharya et al., 2016).

ასევე დადგენილია რომ, თუთიასა და კალციუმს აქვთ ნადების საწინააღმდეგო მოქმედება, ხოლო სტრონციუმსა და თუთიას მარემინერალიზებელი მოქმედება (Fatima et al., 2016)(Mohammed et al., 2014) (Pathak et al., 2016)(Fernandes et al., 2019). ასევე არსებობს კვლევები, რომ ალუმინის მარილები, რომლებიც არ ქმნიან კომპლექსურ ნაერთებს, შეიძლება ჩაითვალოს კარიოსტატიკურად (Koletsis-Kounari, Mamai-Homata, & Diamanti, 2012) .

მაკრო- და მიკროელემენტები მუდმივად იმოფებიან ერთმანეთთან ურთიერთკავშირში. ერთი ელემენტის მეტაბოლიზმის დარღვევამ შეიძლება გამოიწვიოს სხვა ელემენტებს შორის დისბალასი, რასაც საბოლოოდ მივყავართ სხვადასხვა პათოლოგიური მდგომარეობის განვითარებამდე. ნერწყვი და კბილის მაგარი ქსოვილები კბილის ნადებთან ერთად ცნობილია როგორც მაკრო- და მიკროელემენტების რეზერვუარები. ორი ან მეტი კარიოსტატიკური ელემენტის კომბინაცია ზრდის მინანქრის რეზისტენტობას. რეკომენდებულია შემდგომი კვლევების ჩატარება, რათა განისაზღვროს სარძევე და მუდმივ კარიესულ და არაკარიესულ კბილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა დიდ პოპულაციაში და სხვადასხვა გეოგრაფიულ უბნებში (Guo, 2018) (Pathak et al., 2016).

ამრიგად, ექიმები, რომლებიც ჩართული არიან სტომატოლოგიური დაავადებების მკურნალობასა და ოპტიმალური პრევენციული ღონისძიებების მიებაში, საჭიროა ჰქონდეთ უფრო ღრმა ცოდნა პირის ღრუს მდგომარეობასა და მაკრო- და მიკროელემენტებს შორის კავშირზე. მაკრო- და მიკროელემენტების ოპტიმალური რაოდენობა აუცილებელია პირის ღრუს ჯანმრთელობის შესანარჩუნებლად. ხოლო ჯანსაღი კვება, მრავალფეროვანი რაციონი და მინერალებითა და ვიტამინებით მდიდარი საკვები ზოგადი და პირის ღრუს ჯანმრთელობის საწინდარია.

## **ქიმიური ელემენტების განსაზღვრა ბიოსუბსტრატებში- თმის ღერი და კბილის მაგარი ქსოვილები**

სამედიცინო მეცნიერებასა და პრაქტიკაში ქიმიურ ელემენტებზე ჩატარებული კვლევებისა და ანალიზის ფართო გამოყენებამ დიდი გამოხმაურება მოიპოვა და შეიქმნა ახალი მიმართულება - სამედიცინო ელემენტოლოგიის სახით, რომელიც დღეისთვის ინტენსიურად ვითარდება (A. Skalny, 2013) (Тамбиев, 2015). ამ უკანასკნელის ქიმიურ-ანალიტიკურ საფუძველს შეადგენს ცოცხალ ორგანიზმში

ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის ფართო დიაპაზონით (მაკროდან ულტრამიკრომდე) განსაზღვრა (Mehri, 2020).

ბოლო 50 წლის განმავლობაში საერთაშორისო სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე დაგროვდა მრავალფეროვანი მონაცემები სხვადასხვა ბიოლოგიური ქსოვილებისა და სითხეების ელემენტურ შემადგენლობაზე, რამაც განაპირობა, რომ ორგანიზმის ჯანმრთელობის მდგომარეობის და ფუნქციონირების შეფასების ინდიკატორად გამოიყენება სხვადასხვა ბიოსუბსტრატი: სისხლი, თმა, ფრჩხილები, ნერწყვი, კუჭის წვენი, შარდი, დედის რძე, კბილის დენტინი, ძვლის ქსოვილი (Kyskova Ирина Сергеевна, 2017) (Kamberi et al., 2012) (Chitturi et al., 2015).

ა.ვ. სკალნის მიხედვით, აღნიშნული ბიოლოგიური სუბსტრატებიდან უპირატესობა ენიჭება ორგანიზმის მყარ ქსოვილებს, როგორცაა თმა, ფრჩხილები და ძვლები, ვიდრე ბიოლოგიურ სითხეებს, რადგან ისინი ასახავენ ქიმიური ელემენტების შემადგენლობას, რომელიც დაგროვილია ორგანიზმში ბოლო რამდენიმე თვის ან წლის განმავლობაში (A. V. Skalny, 2018) (Скальный et al., 2014) (Grabeklis et al., 2011).

აღნიშნული ბიოსუბსტრატებიდან, რამოდენიმე მეცნიერის მოსაზრებით, ქსოვილებში მინერალური ნივთიერებების კონცენტრაციის ყველაზე საიმედო მაჩვენებელია თმა (Agadzhanyan, N. A. et al., 2016). თმის ძირში განლაგებულია უჯრედები, რომლებიც მუდმივად იყოფიან და გამოიმუშავენ კერატინს (ცილა, რომელიც სიძლიერით ჩამოუვარდება მხოლოდ კბილების მინანქარს, ამიტომაცაა თმის ღერის შემადგენლობა სტაბილური). ისინი თმის ღერს, რომელიც კერატინისგან შედგება, ფოლიკულისგან უბიძგებენ. 3-4 სმ სიგრძის თმის ძირეული ნაწილი შეიცავს ინფორმაციას ორგანიზმის ქიმიური შემადგენლობის შესახებ უკანასკნელი 1 – დან 3 თვემდე პერიოდის განმავლობაში (Pozebon, Scheffler, & Dressler, 2017).

დადასტურებულია, რომ თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა უფრო მეტადაა კორელაციაში სხვადასხვა ქსოვილში ელემენტების შემცველობასთან. ის ყველაზე სრულად ასახავს ტოქსიკური (ტყვია, კადმიუმი, დარიშხანი და სხვ.) და სასიცოცხლო მნიშვნელობის ელემენტების შემცველობას (თუთია, სელენი, რკინა და ა.შ.) (Dongarrà et al., 2011). მიუხედავად იმისა რომ, სისხლის ელემენტური შემადგენლობა პირველები რეაგირებენ მძიმე მეტალების დონის ზრდაზე, შეიძლება



ვერ ასახონ ორგანიზმში მათი შემცველობის ნამდვილი დონე. ამიტომ, მნიშვნელოვანია ისეთი ბიოსუბსტრატების შესწავლა, რომლებიც ყველაზე სრულად წარმოადგენენ მთელი ორგანიზმის ელემენტარულ შემადგენლობას. ამ მხრივ კი, თმა ყველაზე ინფორმაციულია (Феокистова et al., 2013).

ჩატარებული კვლევები ადასტურებს რომ, თმებში მიკროელემენტების გამოკვლევა საშუალებას იძლევა დადგინდეს პათოლოგიური პროცესების არსებობა ადრეულ (პრეკლინიკურ) ეტაპზე, რაც პრევენციული ღონისძიებების დროულად გატარების საშუალებას იძლევა. ამას კი განაპირობებს ის რომ, თმა ბიოლოგიური სითხეებისგან განსხვავებით ნაკლებადაა დამოკიდებული ჰომეოსტაზის მარეგულირებელ სისტემებზე (Ambeskovic, Fuchs, Beaumier, Gerken, & Metz, 2013) (Kempson & Lombi, 2011).

დღეისათვის გარემოს დაბინძურების ინდიკატორად ბიოსუბსტრატებიდან ყველაზე პრიორიტეტულია თმა. ხოლო თმის ელემენტური შემადგენლობა მოისაზრება, როგორც მძიმე მეტალებით ინვაზიის განსაზღვრელი ბიომარკერი. იგი ხასიათდება ზრდის განსაზღვრული დინამიკით - 1 სმ თვეში. თმა ადამიანის ორგანიზმში ერთ-ერთი ყველაზე აქტიური ქსოვილია, რომელზეც გავლენას ახდებს სისხლის შემადგენლობა, ჰორმონალური მდგომარეობა, გენეტიკური და გარემო ფაქტორები. ამდენად, თმაში მუდმივად მიმდინარეობის ორგანიზმში მიმდინარე მინერალური და ნივთიერებათა ცვლის შესახებ „ინფორმაციის ჩაწერა“. თმის უჯრედებში მაკრო- და მიკროელემენტები სისხლის საშუალებით ხვდებიან, იქვე დეპონირდებიან და ვეღარ ერთვებიან ორგანიზმის მინერალურ ცვლაში, რაც განსაზღვრავს თმაში ელემენტების უფრო მაღალ კონცენტრაციას სისხლთან შედარებით (თამარ ტაბატაძე, 2016) (Grabeklis et al., 2011).

დადგენილია, რომ თმის ანალიზი ასახავს არა მხოლოდ ელემენტის ენდოგენურ შემადგენლობას, არამედ ეგზოგენურ ზემოქმედებას და ასევე, ორგანიზმიდან ელემენტების ელიმინაციის დონეს (З.К. Канжигалина, Р.К.Касенова, 2013).

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ თმა ადვილად მისაღები ბიოლოგიური მასალაა, მისი შეგროვება მარტივია, უმტკივნეულოა, არაინვაზიურია (განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბავშვებისთვის), შესაძლებელია დიდი ხნის განმავლობაში შენახვა

და შესაფერისია მასობრივი სკრინინგული გამოკვლევებისთვის (Długaszek & Skrzeczanowski, 2017) (Eastman, Jursa, Benedetti, Lucchini, & Smith, 2013) (Astolfi, Pietris, Mazzei, Marconi, & Canepari, 2020).

ადამიანის ორგანიზმში ქიმიური ელემენტების შეცვლობის განსასაზღვრავად ასევე მნიშვნელოვან ბიოსუბსტრატს წარმოადგენს კბილი. კბილის მაგარი ქსოვილის უპირატესობა კი მდგომარეობს იმაში, რომ შესაძლებელია სრულად განისაზღვროს მასში არსებული ქიმიურ ნივთიერებათა შემცველობა, რომელიც რჩება მთელი მისი არსებობის მანძილზე (Amr & Helal, 2010) (Fischer et al., 2013) (Qamar et al., 2017).

ადამიანის ორგანიზმში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობის დასადგენად მოწოდებულია ბიოსუბსტრატებში მათი რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდები: ნეიტრონ-აქტივირებული, ლაზერულ-სპექტროგრაფიული, რენტგენულ-ფლუორესცენტული in vivo (ცოცხალ ძვლოვან ქსოვილებში განსასაზღვრავად), ინვერსიული ვოლტამპერომეტრია, ატომურ-აბსორბციული სპექტრომეტრია, იონომეტრია (Дурбовая Анна Валериевна, 2017) (Welna, Szymczycha-Madeja, & Pohl, 2013). ანალიზის ჩატარების სირთულეს კი წარმოადგენს ის რომ, ქიმიური ელემენტების უმეტესობა ძალიან მცირე რაოდენობითაა ბიოსუბსტრატებში და საჭიროა მათი მაღალი სიზუსტით განსაზღვრა. მათ შორის რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრია ანალიზის თანამედროვე მეთოდია, რომელიც განსაზღვრავს სხვადასხვა ნივთიერების ელემენტურ შემადგენლობას. დანადგარი განკუთვნილია ბიოლოგიური სინჯების (სისხლი, შარდი, ლიქვორი, ძვალი, ნებისმიერი ორგანოს ქსოვილები, თმა, კბილი და სხვა), კვების პროდუქტების, ლითონშენადნობების, ფხვნილების, სითხეების, და სხვა სახის ნიმუშების თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევისთვის ქიმიური ელემენტების შემცველობის საგანზე S - დან ( ატომური ნომერი Z =16), U -მდე (ატომური ნომერი Z=92).

თმის აღება (მოჭრა კანთან მაქსიმალურად ახლოს!) ხდება მსოფლიო ატომური სააგენტოს მიერ მოწოდებული მეთოდიკის თანახმად (hair washing method proposed by the International Atomic Energy Agency (IAEA 1978.). კეფის მიდამოდან, აღებული ნიმუში ირეცხება აცეტონში, შემდეგ კი დისტილირებულ წყალში გარეგანი დაბინძურების მოსაშრებლად, თმის 50 მილიგრამიანი ნიმუში უნდა დაქუცმაცდეს, დაემატოს შემკვრელი სითხე „ ULTRABIND”, და გამოშრეს, დამზადდეს საკვლევი აბი

რომლის სისქე არ უნდა აღემატებოდეს 0,1 სმ-ს (Onuwa, Nnamonu, Eneji, & Sha'Ato, 2012) (Yadav, Pillay, & Jha, 2014).

ამდენად, ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა განსაზღვრა კბილის მაგარ ქსოვილებსა და თმის ღერში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის ჯანმრთელობის მონიტორინგისა და სტომატოლოგიურ დაავადებათა განვითარების რისკის ფაქტორების შეფასებისათვის; აღნიშნულ ბიოსუბსტრატებში კონცენტრირებული სასიცოცხლოდ აუცილებელი მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესებისა და მინერალური შემადგენლობის ხარისხზე.

## კვლევის მეთოდოლოგია

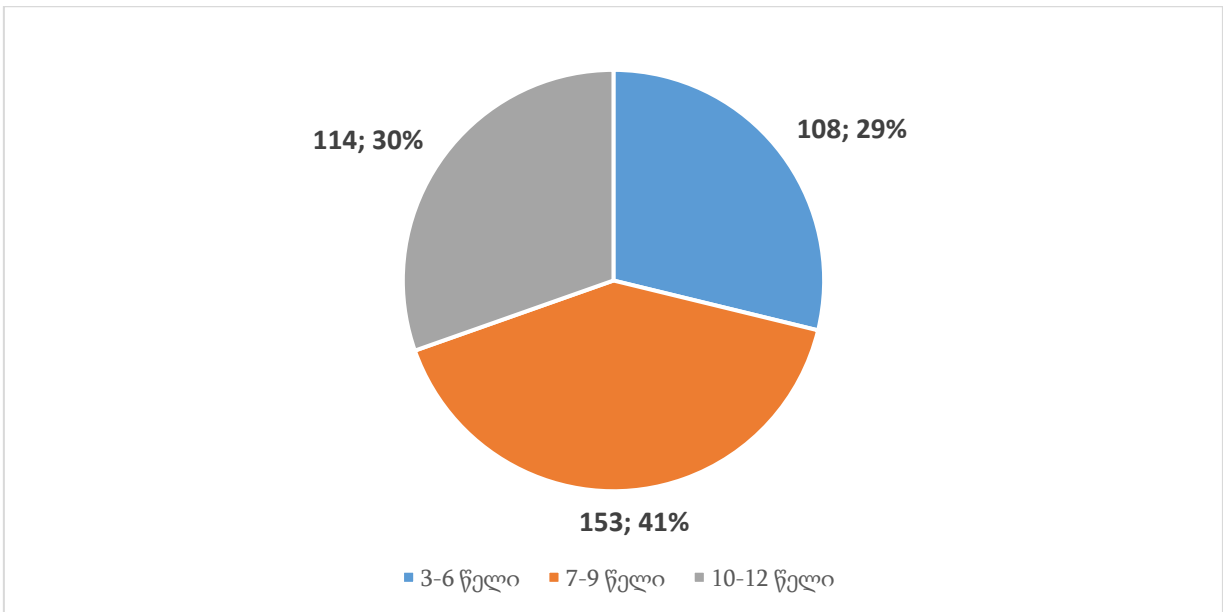
### საკვლევი პოპულაციის შერჩევა და კვლევის მეთოდოლოგია

კვლევის მიზანს წარმოადგენდა სიცოცხლისთვის შეუცვლელი - ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა გავლენის შესწავლა ბავშვთა სტომატოლოგიურ და ზოგად ჯანმრთელობაზე და მათი მოიტორინგი თმის ღერისა და კბილის სპექტრული ანალიზით.

კვლევა ჩატარდა ჯვარედინ-სექციური დიზაინით. თავისი არსით განხორციელებული კვლევა ობსერვაციულ-ანალიტიკურია (ხორციელდებოდა მონაცემებზე დაკვირვება და ცვლადების დაფიქსირება გარეგანი ჩარევის გარეშე [ობსერვაციული კომპონენტი], შემდგომში ამ ცვლადებს შორის კორელაციებისა და ასოციაციების გამოვლენის კუთხით [ანალიტიკური ნაწილი]). პრედიქტორული, ასევე, შესაძლო შემრევი ფაქტორების შესახებ ზოგიერთი მონაცემების დაფიქსირება განხორციელდა რეტროსპექტულად (კლინიკო-დემოგრაფიული მახასიათებლები). ბიოლოგიურ სუბსტრატებში მაკრო - და მიკროელემენტთა განსაზღვრა (გამოსავალი ცვლადები) განხორციელდა კვლევის მიმდინარეობის პერიოდში ქვემოთ აღწერილი მეთოდოლოგიის შესაბამისად.

სულ გამოკვლეული იქნა ქ. ბათუმის (საქართველო) 3 სახელმწიფო სკოლისა და 2 ბაღის 3-დან 12 წლამდე ასაკის 375 პრაქტიკულად ჯანმრთელი ბავშვი. კვლევის მონაწილეთა შერჩევა განხორციელდა მარტივი რანდომული შერჩევის მეთოდოლოგიის გამოყენებით.

გამოკვლეულ ბავშვთა კონტინგენტი გავანაწილეთ ასაკობრივ ჯგუფებად, კერძოდ, 3-6 წლის ასაკის 108 ბავშვი (28,8%) 7-9 წლის ასაკის 153 მოსწავლე (40,8%) და 10-12 წლის ასაკის 114 (30,4%) ბავშვი და მოზარდი, და სქესის მიხედვით-გოგონა 189(50,4%) და ბიჭი 186(49,6%) (დიაგრამა 1).



**გრაფიკი 1. რესპონდენტთა განაწილება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით**

გამოკვლევულთა მთელ კონტიგენტში (375 გამოკვლევული) შეფასდა კბილის მაგარ ქსოვილთა მდგომარეობა. შეფასება წარმოებდა ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის (ჯანმო) მიერ მოწოდებული სტანდარტული ინდექსების გამოყენებით, კერძოდ, კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხს განვსაზღვრავდით კარიესის გავრცელების (%) და ინტენსივობის (კბ, კბ+კბა, კბა ინდექსები) მონაცემებით (Taqi, Razak, & Ab-Murat, 2019) (Ditmyer, Dounis, Mobley, & Schwarz, 2011).

ბავშვის დათვალიერება ხდებოდა ერთჯერადი სარკის, ზონდის, ხელთათმანისა და ნიღბის გამოყენებით ბუნებრივი განათების ფონზე. გამოკვლევა ტარდებოდა ექიმი სტომატოლოგისა და ასისტენტის დახმარებით სკოლისა და ბაღის სამედიცინო ოთახში. გამოკვლევის შედეგები ფიქსირდებოდა ჩვენს მიერ შედგენილი რუკა-ანკეტებში (დანართი 1). წინასწარ თითოეული სკოლისა და ბაღის ხელმძღვანელი ინფორმირებული იყო აღნიშნული კვლევის შესახებ.

კბილის კარიესის გავრცელება განისაზღვრებოდა ყველა გამოკვლევულთაგან კარიესით დაავადებულ პირთა რიცხვით, რომელიც გამოიხატება პროცენტებში (%), ხოლო კარიესული დაზიანების სიმძიმის დასადგენად ინდივიდუალურად, გამოვიყენეთ ჯანმო-ს ექსპერტთა კომიტეტის მიერ მოწოდებული კბა ინდექსი, რომელიც ხასიათდება კარიესული (კ), დაზიანებული (ბ) და კარიესით გართულების გამო

ამოღებულ (ა) კბილთა ჯამით. ჩვენ მოვახდინეთ დროებითი თანკბილვის მქონე ბავშვებისათვის არსებული კბ ინდექსის კორექტირება, რომელიც ჯანმო-ს მიხედვით ფასდება მხოლოდ კარიესული და დაბჟენილი კბილების ჯამით, ვინაიდან ითვლება, რომ კბილების დაკარგვა შეიძლება იყოს დაკავშირებული ფიზიოლოგიურ ცვლასთან. ჩვენი აზრით, მცირეწლოვან (7 წლამდე ასაკის) ბავშვებში, კბილების (მით უმეტეს მოლარების) დაკარგვა არ შეიძლება იყოს დაკავშირებული ფიზიოლოგიურ პროცესებთან, ამიტომ აღნიშნულ ასაკშიც გამოვიყენეთ კბა ინდექსი (World Health Organization, 2013) (Bernabé & Sheiham, 2014).

დაწყებითი კარიესის, ანუ კარიესის ლაქის სტადიაში შესაფასებლად, ვიყენებდით ვიტალური შეღებვის მეთოდს მეთილენის ლურჯის 2%-იანი ხსნარით, რითაც ვაფასებდით შეღებვის ინტენსივობას - ლურჯი შეფერილობის ათბალიანი შკალით.

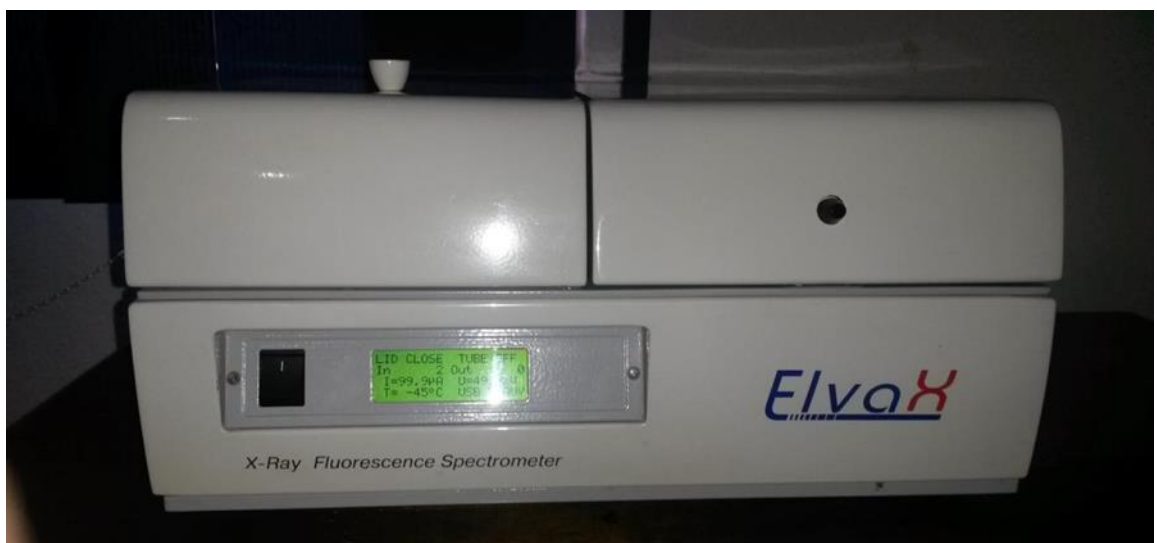
აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ სტომატოლოგიურ დაავადებათა სტანდარტიზაციის მიზნით, კვლევა ჩავატარეთ მხოლოდ სახელმწიფო საბავშვო ბაღებში და საჯარო სკოლებში, სადაც მეტ-ნაკლებად მსგავსი სოციალური ფენის კონტიგენტია.

ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლეული იქნა 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვი და მოზარდი, რომლებიც შეირჩა გამოკვლეული 375 ბავშვიდან. შერჩეული ბავშვები დაყავით 2 ჯგუფად კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით - საკონტროლო ჯგუფი (კომპენსირებული-მინიმალური დაზიანებებით) 15 ბავშვი და ძირითადი ჯგუფი (დეკომპენსირებული-მრავლობითი დაზიანებებით) 33 ბავშვი. აღნიშნულ კონტინგენტს ჩაუტარდა თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა ანალიზი ქიმიური (ესენციური და პირობითად ესენციური) ელემენტების შემცველობაზე. კბილებისა (გართულებული კარიესის ან ფიზიოლოგიური ცვლის/მორყეული გამო ექსტრაგირებული კბილები) და თმის მასალის შეგროვება ხდებოდა სტომატოლოგიურ კლინიკაში მშობლის ინფორმირებული თანხმობის შემდეგ (დანართი 2). თითოეული პაციენტისათვის იხსნებოდა ანკეტა და ივსებოდა სპეციალური ფორმა (დანართი 3). ბიოლოგიური მასალის ქიმიური ანალიზი წარმოებდა სამედიცინო კვლევის ცენტრში - ლაბორატორია „ბიოელემენტში“.

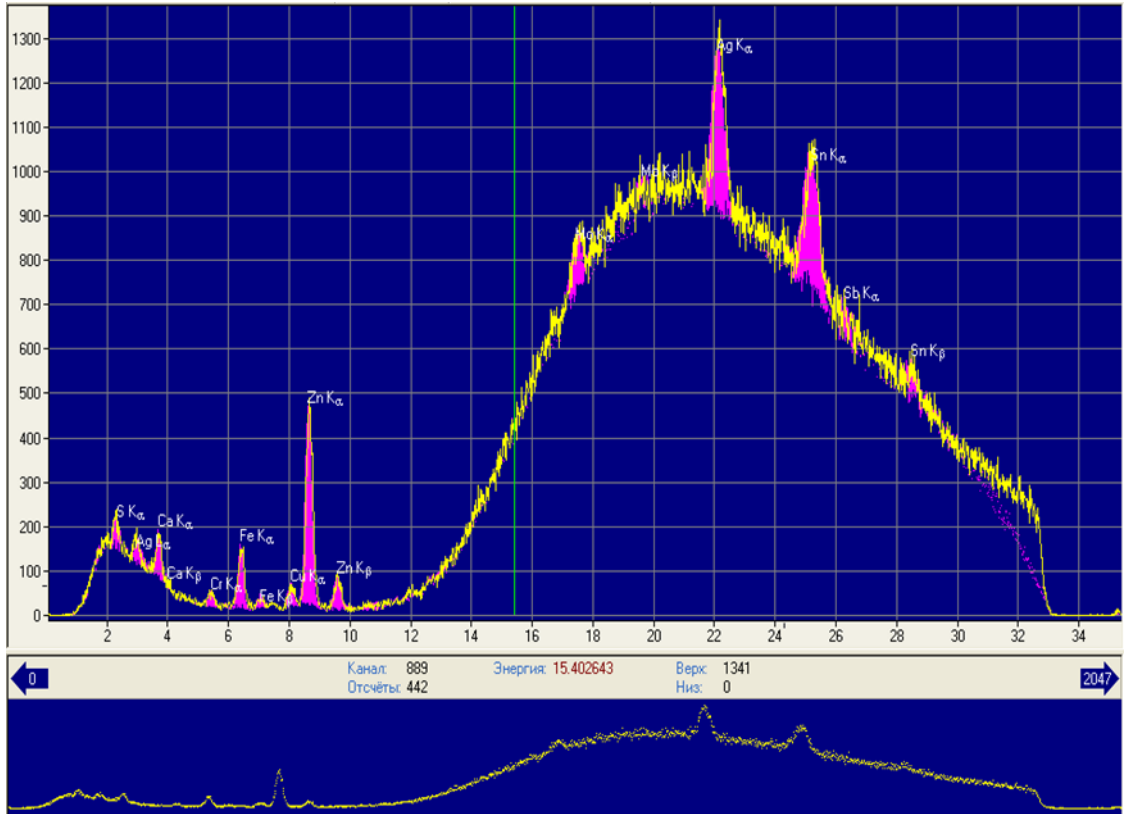
თმის ღერში ესენციურ და პირობითად ესენციურ ელემენტთა თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევისათვის ვიყენებდით რენტგენულ-ფლუორესცენტულ სპექტროსკოპიას - MBN 081/12-4502-00 მსოფლიო ატომური სააგენტოს მიერ მოწოდებული მეთოდიკის თანახმად (hair washing method proposed by the international Atomic Energy Agency – LAEA 1978) ანალიზი კეთდებოდა Elvax-ის ახალი თაობის ანალიზატორით, ენერგო-დისპერსიული რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრით (სურათი 1). ნიმუშს ვიღებდით კეფის მიდამოდან არაუმეტეს ერთი სანტიმეტრის დაშორებით შეადგენდა 0,1-0,3 გრამს. საკვლევი თმის მომზადების შემდეგ ბიოსუბსტრატში განისაზღვრებოდა მაკრო - (Ca, K, S, Cl) და მიკროელემენტების (Zn, Fe, Cu, Se, Mn, Cr, Br, Co, Ag, V, Ni, Rb, Mo, Sr, Ti) ერთმონეტაიანი შემცველობა (სურათი 2).

ქიმიურ ელემენტთა დისბალანსის გავლენის შესასწავლად სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე, კერძოდ, დროებითი და მუდმივი კბილების მინერალიზაციაზე, ჩავატარეთ კბილის მაგარ ქსოვილთა ქიმიური ანალიზი იგივე მეთოდით და კბილის მინანქარსა და დენტინში განვსაზღვრეთ მაკრო - (Ca) და მიკროელემენტების (Fe, Cu, Rb, Zn, Ni, Mn, Sr) შემცველობა (სურათი 3).

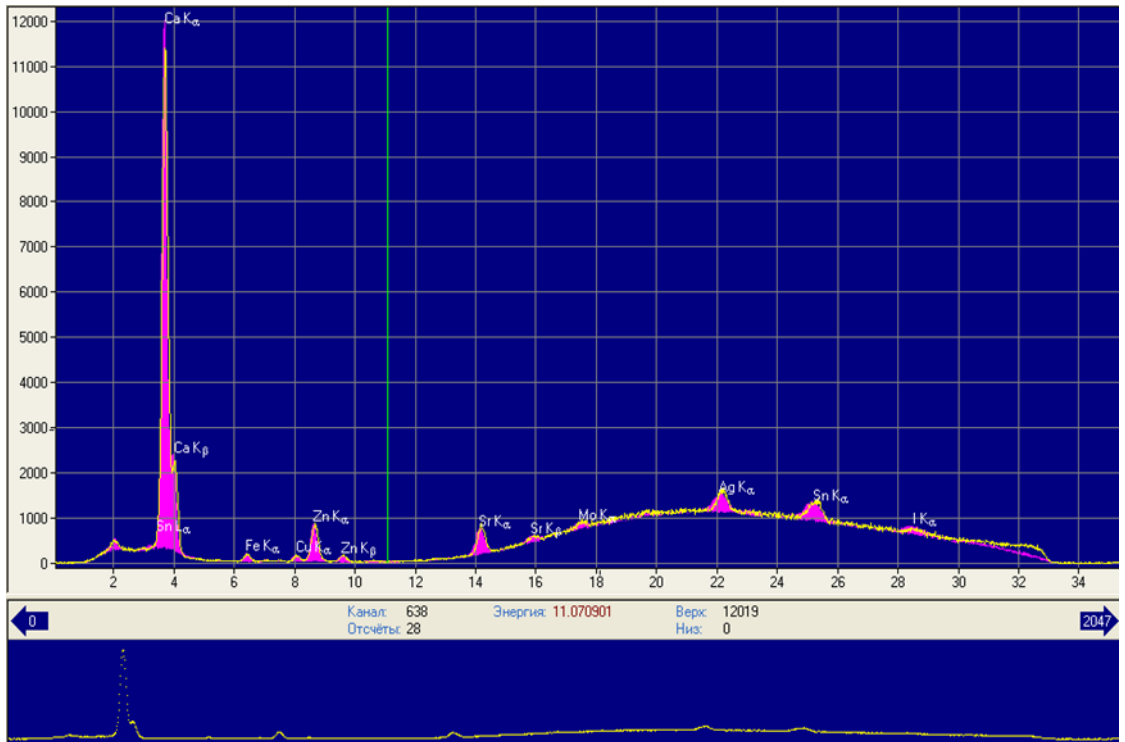
სურათი 1. ენერგო-დისპერსიული რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრი



სურათი 2. თმის ღერის სპექტრული ანალიზი



სურათი 3. კბილის მაგარი ქსოვილების სპექტრული ანალიზი





გამოკვლევულ კონტინგენტში (48 ბავშვი) ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის შესაფასებლად ბავშვის ორგანიზმზე და მისი ჯანმრთელობის მდგომარეობის მონიტორინგისთვის, პირადი პედიატრის თანხმობითა და დახმარებით ვეცნობოდით გამოკვლეულის „ავადმყოფობის ისტორიას“.

ჯანმრთელობის ზოგად მდგომარეობას ვაფასებდით პედიატრის მიერ მოწოდებული ბავშვების ავადმყოფის ისტორიებზე დაყრდნობით.

კვლევა ჩატარდა 28. 06. 2018 - 28. 06. 2019 პერიოდში. კვლევას აქვს ბიოეთიკური კომისიის დასკვნა დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრის მიერ მიღებული.

## გამოყენებული სტატისტიკური მეთოდები

სახელდებითი ცვლადებისთვის გამოყენებულ იქნა აღწერილობითი სტატისტიკის მეთოდები. რესპონდენტთა ასაკობრივი კატეგორიები დაიყო შემდეგ ქვეჯგუფებად: 3-დან 6 წლამდე, 7-დან 9 წლამდე და 10-დან 12 წლამდე.

დიქოტომურ ცვლადების შორის კავშირის დასადგენად გამოყენებულ იქნა პირსონის ხი კვადრატის ტესტი (Pearson Chi-Square), საჭიროების შემთხვევაში მისი მოდიფიცირებული ვარიანტი ფიშერის ზუსტი ტესტი (Fisher's Exact Test).

რიცხვითი ცვლადების განაწილების ნორმალურობა შეფასდა კოლმოგოროვ - სმირნოვისა (Kolmogorov-Smirnov) და შაპირო უილკის (Shapiro-Wilk) ტესტით.

დამოუკიდებელ რიცხვითი (განგრძობითი და დისკრეტული) ცვლადებს შორის ასოციაცია განისაზღვრა სტუდენტის t ტესტით (Student's t-test), ორზე მეტი კატეგორის შემთხვევაში გამოყენებულ იქნა ვარიანსის ანალიზის ცალმხრივი ტესტი (One-way ANOVA), Post hoc ანალიზი განხორციელდა Tukey-ს ტესტის გამოყენებით.

მოცემული სტატისტიკური ტესტების არაპარამეტრული ალტერნატივა იქნა გამოყენებული რიცხვითი ცვლადების აბნორმული განაწილების შემთხვევაში (Mann-Whitney U test, Kruskal-Wallis H test).

რიცხვით ცვლადებს შორის კორელაცია განისაზღვრა პირსონის (Pearson's r) ან სპირმენის (Spearman's rho) კორელაციის კოეფიციენტის მიხედვით საჭიროების შესაბამისად. ალბათობა  $<0.05$ -ზე მიჩნეულ იქნა სტატისტიკურად მნიშვნელოვნად.

სტატისტიკური ანალიზი განხორციელდა SPSS (Statistical Package for Social Sciences) 21-ე ვერსიის საშუალებით (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 21.0. Armonk, NY: IBM Corp).

## კვლევის შედეგები:

### კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა გამოკვლეულ პოპულაციაში

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, შევისწავლეთ სტომატოლოგიური დაავადებების, კერძოდ, კბილის კარიესის, გავრცელება და ინტენსივობა, ქ. ბათუმის 3-12 წლის ასაკის 375 ბავშვში.

ქ. ბათუმის სახელმწიფო სახელმწიფო ბაღებსა და სკოლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა დროებითი და მუდმივი კბილების კარიესის გავრცელებისა და ინტენსიურობის ძირითადი მაჩვენებლები ასაკისა და სქესის გათვალისწინებით. გამოკვლევის თანახმად, კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა ყველა ასაკობრივ ჯგუფში იყო მაღალი და საშუალოდ შეადგენდა 88,5% და  $5.89 \pm 4.42$  (კბა+კბ). ამის შესახებ უფრო სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ქვემოთ მოყვანილი ცხრილი. (ცხრილი 5).

			კარიესის ინტენსიურობა; საშ., (სტ. გად)				
სქესი	რაოდენობა	კარიესის გავრცელება(%)	კ	ბ	ა	კბა	p
3-6 წელი							
მდედ.	45	36(80%)	4±3.8	0.4±1.1	0.1±0.3	4.5±3.9	0.001
მამრ.	63	50(79%)	6.7±6.4	0.3±0.86	0.14±0.5	7.2±6.6	
7-9 წელი							
მდედ.	72	62(86%)	5.8±4	<u>0.7±0.6</u>	0±0	6.5±4.5	0.001
მამრ.	81	75(93%)	5.6±3.8	<u>0.4±0.2</u>	0.2±0.1	6.1±3.9	
10-12 წელი							
მდედ.	72	69(96%)	4.3±3.3	1.1±1.8	0.1±0.2	5.4±3.4	0.001
მამრ.	42	40(95%)	4.7±2.4	0.3±0.8	0±0	5±2.4	

**ცხრილი 5. კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა გამოკვლეულთა ასაკისა და სქესის მიხედვით (n=375)**

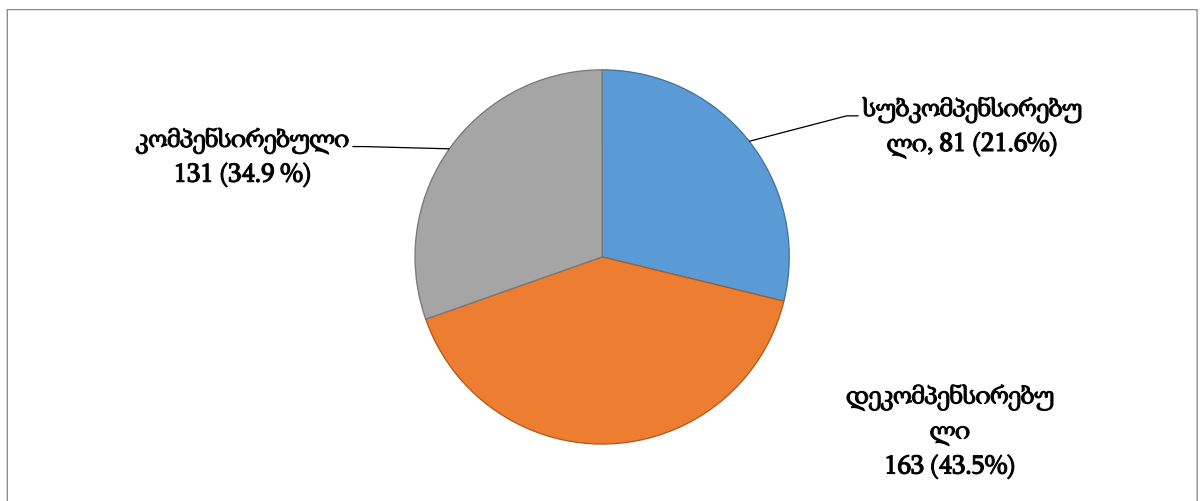
აღსანიშნავია რომ, ინტენსივობის კომპონენტებიდან (კარიესული, დაბჟენილი და ამოღებული კბილები) მეტი წილი მოდიოდა კარიესით დაზიანებულ კბილებზე,

კერძოდ, კარიესული კბილების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენდა  $5.29 \pm 4.3$ , ხოლო დაბჭენილი -  $0.56 \pm 1.64$  ( $p < 0,01$ ).

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (გამოკვლევის მეთოდები), ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული ინდექსის მიხედვით დროებითი თანკბილვის შესაფასებელ კბ ინდექსს ჩვენ 3-7 წლის გამოკვლეულებში დავამატეთ „ა“-ც (ამოღებულ კბილთა რაოდენობა), ვინაიდან ვთვლიდით, რომ 7 წლის ასაკამდე ამოღებული კბილი არ უნდა ჩაითვალოს კბილთა ფიზიოლოგიური ცვლის შედეგად.

აღსანიშნავია, რომ კვლევაში მონაწილე გოგონათა საშუალო ასაკი იყო 8.3 წელი, ბიჭებისა კი 7.5 წელი, განსხვავება სტატისტიკურად სარწმუნოა ( $p = 0.002$ ).

კარიესი გამოვლინდა 332 (88.5%) შემთხვევაში. კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით შემდეგი განაწილება გამოვლინდა: კომპენსირებული 131 (34.9%), სუბკომპენსირებული 81 (21.6%), დეკომპენსირებული 163 (43.5%) (დიაგრამა 2).



დიაგრამა 2. კარიესის კომპენსაციის განაწილება გამოკვლეულ პოპულაციაში

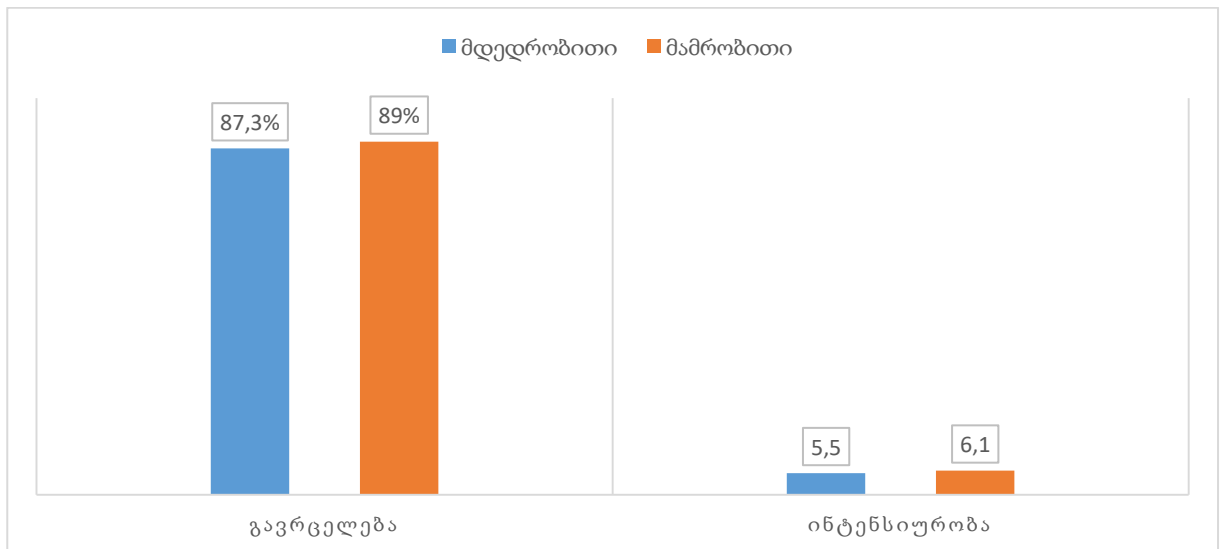
კარიესის გავრცელება არ იყო სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირში რესპონდენტთა სქესთან. თუმცა კარიესი სარწმუნოდ უფრო ხშირად გამოვლინდა უფროს ასაკობრივ ჯგუფებში (Pearson Chi-Square 14.2; df -2;  $p = 0.001$ ). ცხრილი 6 იძლევა უფრო დეტალურ ინფორმაციას აღნიშნული ასოციაციის შესახებ (ცხრილი 6).

ასაკობრივი ჯგუფი	კარიესის გავრცელება / n, (%)	p მნიშვნელობა
3-6 წელი	86 (79.6)	0.001
7-9 წელი	137 (89.5)	0.001
10-12 წელი	109 (95.6)	0.001

### ცხრილი 6. კარიესის გავრცელება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით

მეორე მხრივ, არ გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირი კარიესის კომპენსაციასა და რესპონდენტთა ასაკობრივ ჯგუფს შორის.

თუმცა, გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება კბილის კარიესის მაჩვენებლებისა გამოკვლეულთა სქესის მიხედვით, რაც ასახულია დიაგრამა 3-ში (დიაგრამა 3).



### დიაგრამა 3. კბილის კარიესის გავრცელებისა და ინტენსივობის მაჩვენებლები სქესის მიხედვით

კარიესის ინტენსივობის მედიანური მაჩვენებელი იყო 5, (კვარტილთაშორისი დიაპაზონი (Interquartile Range [IQR] 3; 8; მინიმუმი 0, მაქსიმუმი 23). კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებელი არ იყო სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირში რესპონდენტთა სქესთან. კარიესის ინტენსივობის სუბკატეგორიის მიხედვით, რომელიც ამოღებული კბილის რაოდენობრივ მაჩვენებელს ასახავს, სტატისტიკურად სარწმუნო ასოციაცია გამოვლინდა რესპონდენტთა სქესთან მიმართებაში, სადაც გოგონათა ჯგუფში (ამოღებული კბილის საშუალო რაოდენობა - 0) სარწმუნოდ

დაბალი მაჩვენებელი გამოვლინდა ბიჭებთან შედარებით (ამოღებული კბილის საშუალო რაოდენობა - 0.24) ( $p=0.021$ ). თუმცა, კარიესის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით გოგონებში ოდნავ უკეთესი სიტუაცია ფიქსირდება (კარიესის საშუალო ინტენსივობა - 5.6) ბიჭებთან შედარებით (კარიესის საშუალო ინტენსივობა - 6.2) თუმცა, როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა განსხვავება არ არის სტატისტიკურად სარწმუნო (ცხრილი 7) .

			კარიესის ინტენსიურობა; საშ., (სტ. გად)				
სქესი	რაოდენობა	კარიესის გავრცელება; (%)	კ	ბ	ა	კბა	p
მდედ.	27	0.96 (96%)	5.6 (5.7)	1.8 (4.2)	0	7.5 (6.2)	<b>0.021*</b>
მამრ.	21	0.91 (91%)	7.0 (6.8)	1.4 (2.4)	0.2 (0.5)	8.6 (6.9)	

\*სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება მიღებულია ამოღებული კბილის რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიხედვით

#### ცხრილი 7. კარიესის ინტენსივობის რაოდენობრივი მაჩვენებლების განაწილება სქესის მიხედვით

როგორც უკვე აღინიშნეთ, კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლეულ იქნა 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვი. ბავშვები დავყავით 2 ჯგუფად კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით - საკონტროლო ჯგუფი (კომპენსირებული ) 15 ბავშვი და ძირითადი (საკვლევი) ჯგუფი (დეკომპენსირებული) 33 ბავშვი.

კარიესის გავრცელება საკვლევ ჯგუფში 33 (100%) სარწმუნოდ მეტი გამოვლინდა საკონტროლო ჯგუფთან 15 (80.0%) შედარებით (Fisher's Exact Test 6.836;  $df=1$ ;  $p=0.028$ ). გოგონათა და ბიჭების ქვეჯგუფებში სტატისტიკურად სარწმუნო ასოციაცია კარიესის გავრცელებასა და საკვლევი/საკონტროლო ჯგუფის კუთვნილებას შორის არ გამოვლინდა, რაც შესაძლოა ქვეჯგუფებში რესპონდენტთა მცირე რაოდენობით აიხსნას (ცხრილი 8) .

კარიესის გავრცელება n, (%)				
სქესი		კი	არა	p მნიშვნელობა
გოგონები	საკვლევი	1 (11.1)	8 (88.9)	0.346
	საკონტროლო	0	17 (100)	
ბიჭები	საკვლევი	0	15 (100)	0.071
	საკონტროლო	23 (33.3)	4 (66.7)	

ცხრილი 8. კარიესის გავრცელება საკვლევ და საკონტროლო ჯგუფში სქესის მიხედვით.

კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად უარესია საკვლევ ჯგუფში (საშუალო 11.1; სტ. გად. 5.6) საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (საშუალო 1.4; სტ. გად. 0.9) (Mann-Whitney U 23.5;  $p < 0.001$ ). აღსანიშნავია, რომ ასოციაცია ძირითადად განპირობებულია კარიესის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით, ხოლო დაბჟენილი და ექსტრაგირებული კბილების რაოდენობის მხრივ სარწმუნო განსხვავება არ იქნა მიღებული. ანალოგიური ტენდენციაა შენარჩუნებული როგორც გოგონების, ასევე ბიჭების ჯგუფში (ცხრილი 9).

სქესი	საკვლევი/საკონტროლო	კარიესის ინტენსივობა; საშ. (სტ. გად.)	p
გოგონები	საკვლევი (n=18)	10.6 (5.6)	<0.001
	საკონტროლო (n=9)	1.7 (1.0)	
ბიჭები	საკვლევი (n=15)	11.7 (5.8)	<0.001
	საკონტროლო (n=6)	1 (0.89)	

ცხრილი 9. კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების განაწილება სქესის მიხედვით საკვლევ და საკონტროლო ჯგუფის წარმომადგენლებში

ასაკობრივი კატეგორიების შორის კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების მიხედვით სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება არ გამოვლინდა. იგივე შეინიშნება ქვეჯგუფებში სქესის მიხედვით.

აღნიშნული შედეგები მიუთითებს აჭარის რეგიონში, კერძოდ, ქ. ბათუმში სტომატოლოგიური განათლების დაბალ დონეზე, პროფილაქტიკური პროგრამებისა და დროული მკურნალობის უგულებელყოფაზე.

### **კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების კორელაცია თმის ღერში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასთან**

ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტთა განსაზღვრა კბილის მაგარ ქსოვილებსა და თმის ღერში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის ჯანმრთელობის მონიტორინგისა და სტომატოლოგიურ დაავადებათა განვითარების რისკის ფაქტორების შეფასებისათვის; აღნიშნულ ბიოსუბსტრატებში კონცენტრირებული სასიცოცხლოდ აუცილებელი მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესებისა და მინერალური შემადგენლობის ხარისხზე.

ცნობილია რომ, თმის ღერის მრავალელემენტიანი ანალიზი საშუალებას იძლევა შეფასდეს აღნიშნულ სუბსტრატში არამარტო ქიმიურ ელემენტთა აბსოლუტური შემცველობა - როგორც ორგანიზმში მათი ცვლის გამოხატულება, არამედ გამოავლინოს ელემენტთაშორისი ურთიერთკავშირი, რაც წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასების ინტეგრირებულ ტესტს და ავლენს ცხოვრების პირობებისადმი ადაპტაციის უნარს.

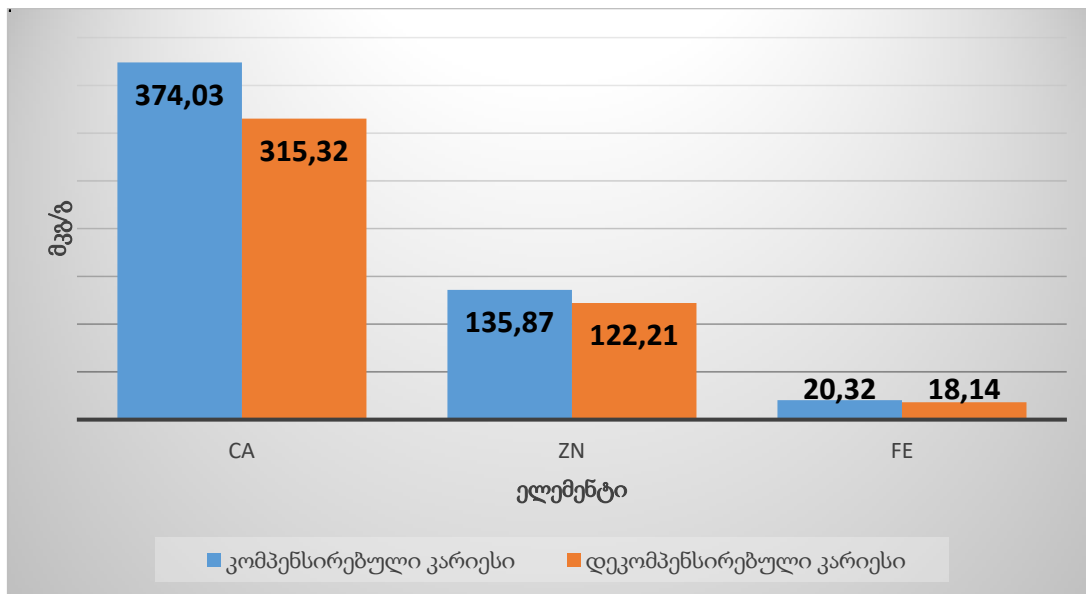
როგორც უკვე ავღნიშნეთ, ზოგადი და სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის მდგომარეობის დასადგენად, 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვსა ჩაუტარდა თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა სპექტრული ანალიზი. თმის ღერში გამოკვლეული იქნა 4 მაკრო- (Ca, K, S, Cl) და 15 მიკროელემენტი ( Zn, Fe, Cu, Se, Mn, Cr, Br, Co, Ag, V, Rb, Mo, Sr, Ti ) (ცხრილი 10).



კარიესის ფორმა	ქიმიური ელემენტი	Mean	Std.Deviation
კომპენსირებული	Ca	374.0325	121.02241
	Zn	135.8673	29.22045
	K	105.7973	54.55677
	Fe	20.3238	7.71902
	Cu	10.2538	2.58727
	Se	.3744	.18518
	Mn	.8706	.41023
	Cr	2.8594	1.45265
	S	26631.6556	8436.52958
	Br	3.7206	2.86052
	Cl	393.3237	282.54857
	Co	.4163	.43613
	Ag	.1081	.14419
	V	.1094	.12369
	Ni	.5744	.46302
	Rb	.8619	.72026
	Mo	.1119	.12227
Sr	1.1331	.76738	
Ti	.7444	.93381	
დეკომპენსირებული	Ca	315.3223	83.18693
	Zn	122.2142	44.61694
	K	121.8252	229.82116
	Fe	18.1444	5.16935
	Cu	11.3313	5.33033
	Se	.3197	.19400
	Mn	.7069	.39261
	Cr	2.5616	2.18547
	S	22423.8450	8820.54410
	Br	3.9578	3.68068
	Cl	360.9722	330.94807
	Co	.4178	.31746
	Ag	.2231	.32320
	V	.1009	.15932
	Ni	.7813	.64435
	Rb	.9141	.81006
	Mo	.1441	.11717
Sr	1.3053	95393	
Ti	.9222	1.32894	

ცხრილი 10. ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობა თმის ღერში კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით ( $p < 0.05$ )

ძირითადი მაკრო- და მიკროელემენტების თმის ღერში შემცველობის მონაცემების კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხთან შეჯერების შედეგად გამოვლინდა კორელაციის ყველაზე მაღალი კოეფიციენტი თმაში კალციუმის, რკინის, თუთიის და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის. კერძოდ, ბავშვთა იმ კონტინგენტში, რომელთაც აღნიშნებოდათ კარიესის დეკომპენსირებული ფორმა, დაუფიქსირდათ აღნიშნული ქიმიური ელემენტების რაოდენობის რამდენადმე შემცირება (დაახლოებით 20-25%-ით) კომპენსირებული კარიესის მქონე ბავშვებთან შედარებით და შესაბამისად შეადგენდა Ca- 315.3223±83.18693 მკგ/გ და 374,0325±121,02241 მკგ/გ; Fe - 18,1444 ±5,16935 მკგ/გ და 20,3238±7,71902 მკგ/გ; Zn - 122,2142±44,61694 მკგ/გ და 135,8673±29,22045 მკგ/გ. ჩვენი აზრით, სწორედ აღნიშნულ ელემენტთა მნიშვნელოვნად დაბალმა შემცველობამ განაპირობა კბილის მაგარ ქსოვილთა ინტენსიური დემინერალიზაცია (დიაგრამა 4).



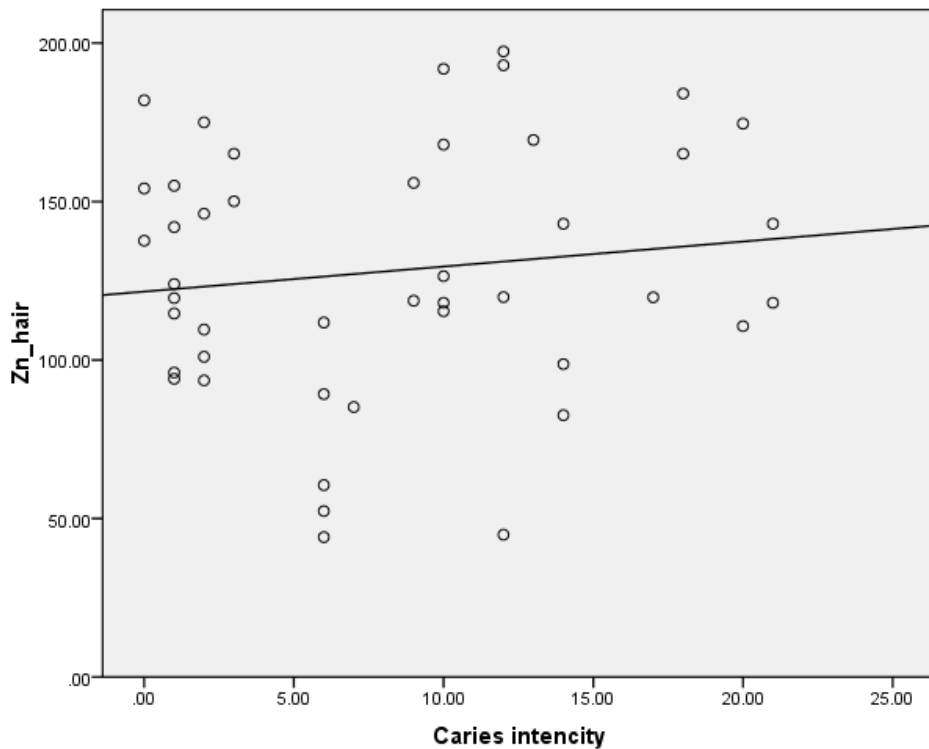
**დიაგრამა 4. Ca, Zn და Fe შემცველობა თმის ღერში კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით**

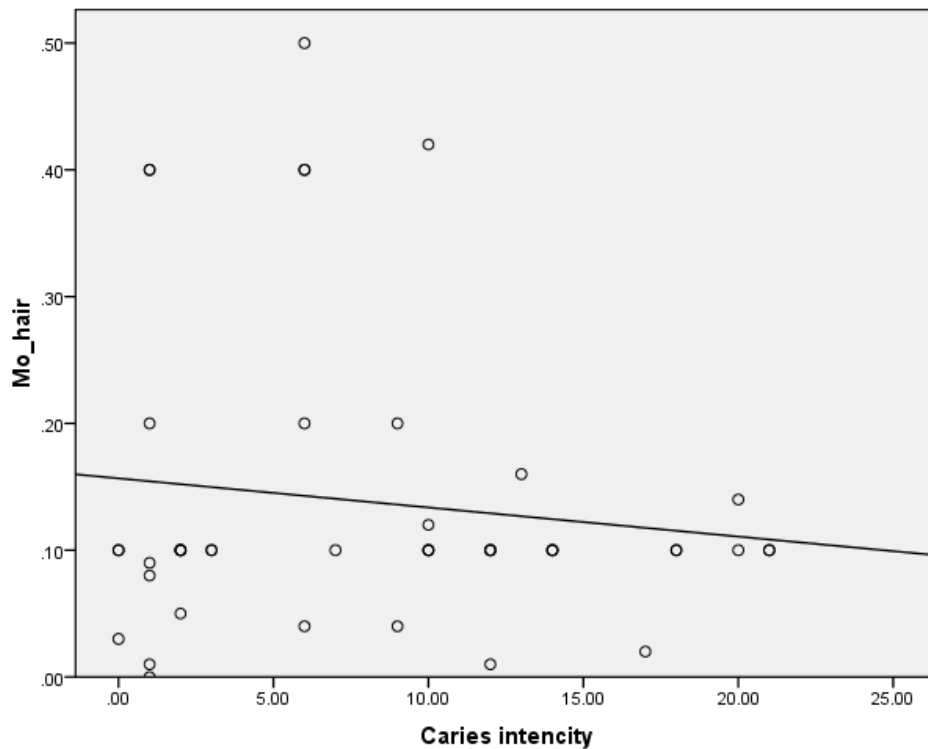
საინტერესო ასოციაციები გამოვლინდა მიკროელემენტების შემცველობასა და კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლებს შორის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, თუთიის (Zn) შემცველობა ბიოსუბსტრატებში, ვინაიდან იგი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია. საგულისხმოა, რომ თუ მისი დეფიციტი განაპირობებს

კბილის მაგარ ქსოვილთა დემინერალიზაციას, ასევე მისი ჭარბი რაოდენობაც ამცირებს მინანქრის შეღწევადობას და აფერხებს რემინერალიზაციის პროცესებს.

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით, საკვლევ ჯგუფში კარიესის ინტენსიურობის რაოდენობრივი მაჩვენებლები სარწმუნო პოზიტიურ კორელაციაში აღმოჩნდა თმაში თუთიის (Zn) შემცველობასთან (Spearman's rho 0.391; p=0.03), რაც იმის მიმანიშნებელია, რომ თმაში თუთიის შემცველობის ზრდა ასოცირებულია კარიესის უფრო მაღალ ინტენსივობასთან (დიაგრამა 5).





დიაგრამა 6. თმაში მოლიბდენის (Mo) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია

**კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების კორელაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასთან**

როგორც უკვე ავლენიშნეთ, კბილის ქსოვილები (მინაქარი, დენტინი) ქრონიკული სიზუსტით აფიქსირებენ ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლურ ცვლილებებს, ამიტომ ადამიანის კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობითად ესენციურ ქიმიურ ელემენტთა განსაზღვრა აფართოებს კბილების, როგორც მონიტორინგისთვის გამოყენების შესაძლებლობის საზღვრებს. მითუმეტეს, რომ კბილის ქსოვილებში დაგროვილი ქიმიური ელემენტები მთელი სიცოცხლის მანძილზე შენარჩუნდება.

ბიომინერალების, რომლებიც ახდენენ კბილის სხვადასხვა კომპონენტთა ფორმირებას, თვისებებისა და სტრუქტურის გამოკვლევა წარმოადგენს ბიომინერალოგიისა და მედიცინის დიდ ინტერესს, რაც განპირობებულია იმით, რომ

კბილის მინანქარი და დენტინი წარმოადგენენ ყველაზე მეტად მინერალიზებულ ბიოლოგიურ ქსოვილებს და შესაბამისად, მოსახერხებელია ახალი ბიომინერალოგიური მიდგომების შემუშავება მინერალიზებული ბიოლოგიური სისტემების ფუნქციონირებისა და დაავადებათა შესწავლის მიზნით.

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით, შესაძლებელი გახდა გამოგვეკვლია და შეგვედარებინა კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის სხვადასხვა ხარისხის შემთხვევაში ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის საშუალო მაჩვენებლები.

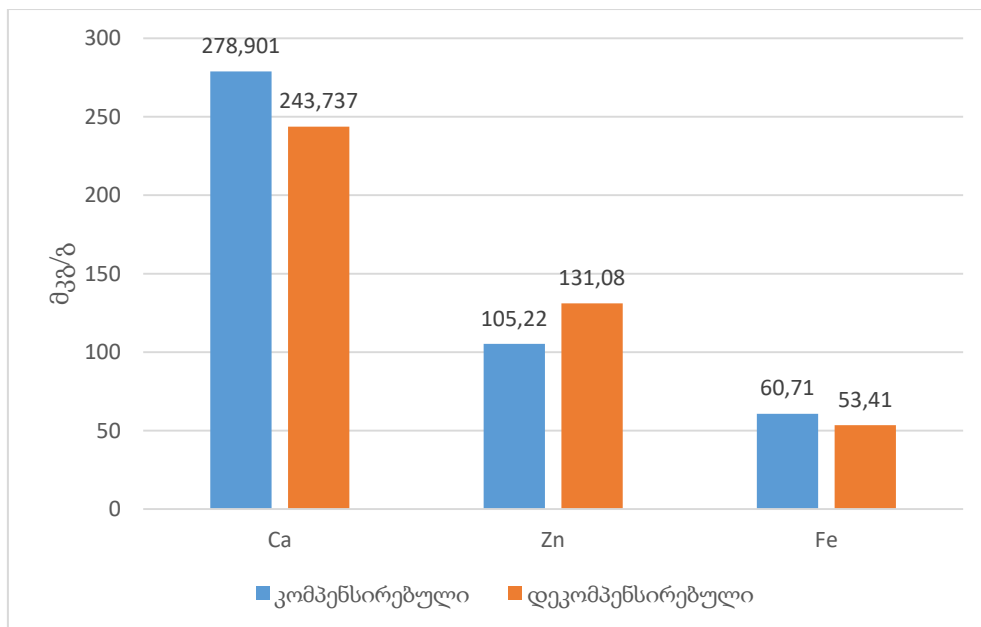
კბილის კარიესის ინტენსივობის ხარისხსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემადგენლობის შედარებითა ანალიზმა გვიჩვენა სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება კარიესის კომპენსაციის მიხედვით (ცხრილი 11).

კარიესის ფორმა	ქიმიური ელემენტი	Mean	Std.Deviation
კომპენსირებული	Rb	0.5150	0.33847
	Ca	278901.2800	54351.25500
	Zn	131.0887	21.75224
	Ni	1.0887	1.28259
	Mn	8.8412	4.97925
	Fe	60.7088	39.58241
	Sr	81.9750	26.02221
დეკომპენსირებული	Rb	0.5040	0.25277
	Ca	243737.9094	28075.56138
	Zn	105.22	100.12950
	Ni	0.8387	0.53436
	Mn	7.9937	4.54674
	Fe	53.4182	43.35722
	Sr	86.0791	27.91277

ცხრილი 11. კბილის მაგარ ქსოვილებში ელემენტთა შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით (P<0.05)

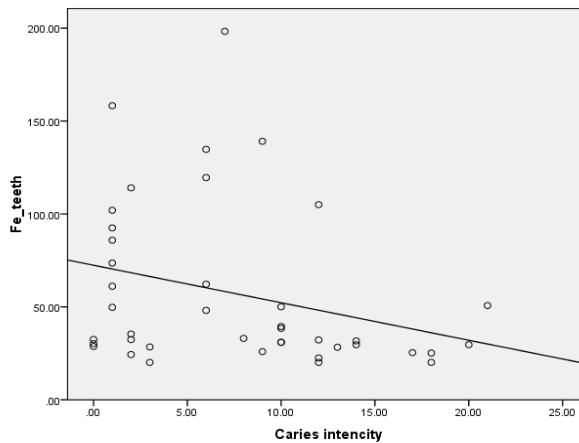
ჩატარებული ანალიზის შედეგების მიხედვით, იმ ბავშვების კონტინგენტში, რომელთაც აღენიშნებოდათ კარიესის კომპენსირებული ფორმა, კბილის მინანქარსა და დენტინში ესენციური და პირობითად ესენციური ქიმიური ელემენტების შემცველობა განისაზღვრა ნორმის ფარგლებში, კერძოდ, კალციუმი შეადგენდა 278901 მკგ/გ, თუთია 131,0887 მკგ/გ, რუბიდიუმი 0,5150 მკგ/გ, რკინა 60,7088 მკგ/გ და სხვა, ხოლო კბილის კარიესის დეკომპენსირებული ფორმის დაფიქსირებისას - ესენციური და პირობით ესენციური ქიმიური ელემენტების მონაცემები კბილის მაგარ ქსოვილებში იყო დაქვეითებული, განსაკუთრებით ეს ეხებოდა კალციუმს (243737.9094 მკგ/გ), თუთიას ( 105,22 მკგ/გ), რკინას (53,4189 მკგ/გ). გამონაკლისად შეიძლება ჩაითვალოს სტრონციუმის შედარებით მაღალი შემცველობა და შეადგინა 86,0791 მკგ/გ. რაც ჩვენი აზრით, განპირობებული იყო ცნობილი ფაქტით რომ, სტრონციუმს ახასიათებს ჭარბი რაოდენობით დაგროვება მზარდ ოგანიზმში, როდესაც აქტიურად მიმდინარეობს ძვლოვანი ქსოვილის ფორმირება.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი კორელაცია გამოვლინდა კბილის კარიესის კომპენსაციის ფორმასა და კალციუმის, თუთიისა და რკინის შემცველობას შორის (დიაგრამა 7).

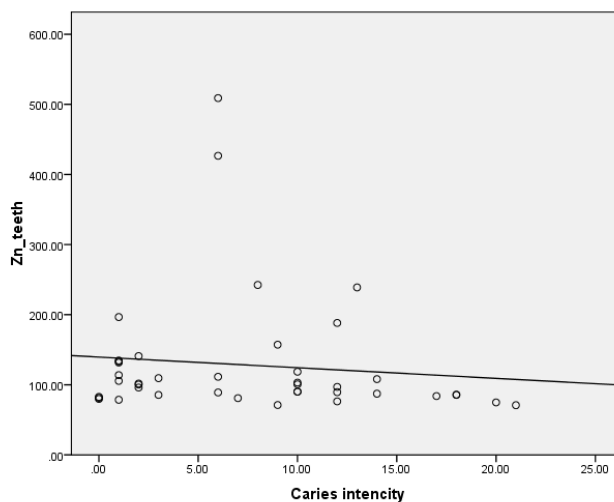


დიაგრამა 7. კბილის მაგარ ქსოვილებში Ca, Zn, Fe შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით (P<0.05)

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით დადგინდა, რომ კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინისა და თუთიის კონცენტრაცია სარწმუნოდაა ასოცირებული კარიესის ინტენსივობასთან, კერძოდ რკინის (Fe) შემთხვევაში მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორელაცია გამოვლინდა (Spearman's rho  $-0.623$ ;  $p < 0.001$ ) (დიაგრამა 8), ხოლო თუთიის (Zn) შემთხვევაში კი საშუალო სიმძლავრის ასევე უარყოფით კორელაციასთან გვაქვს საქმე (Spearman's rho  $-0.407$ ;  $p = 0.031$ ) (დიაგრამა 9). აღნიშნული მიუთითებს, რომ კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინისა და თუთიის კონცენტრაციის დაქვეითება კავშირშია კარიესის ინტენსივობის ზრდასთან. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საკონტროლო ჯგუფში არცერთი ელემენტის სარწმუნო კორელაცია არ დაფიქსირებულა კარიესის ინტენსივობასთან მიმართებაში.



დიაგრამა 8. კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია



დიაგრამა 9. კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის კორელაცია

## სხვადასხვა დემოგრაფიული მაჩვენებლების კორელაცია თმის ღერში და კბილის მაგარ ქსოვილებში მიკროელემენტების შემცველობათან

სქესის მიხედვით კბილის მაგარ ქსოვილებში მიკროელემენტების შემცველობის მხრივ სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავება არ იქნა გამოვლენილი. მხოლოდ Br-ს შემცველობა აღმოჩნდა მნიშვნელოვნად მაღალი კონცენტრაციით თმაში ბიჭების ჯგუფში (საშ. 4.99; სტ. გად 3.8) გოგონებთან შედარებით (საშ. 3.02; სტ. გად 2.99) (ცხრილი 12).

მიკროელემენტის შემცველობა თმაში	სქესი	საშუალო (სტ. გად.)	p
Ca	მდედრობითი	356.7 (106.5)	0.278
	მამრობითი	334.6 (122.2)	
Zn	მდედრობითი	129.3 (44.3)	0.681
	მამრობითი	126.4 (34.4)	
K	მდედრობითი	134.8 (254.8)	0.584
	მამრობითი	94.8 (52.5)	
Fe	მდედრობითი	70.2 (257.9)	0.431
	მამრობითი	19.9 (6.8)	
Cu	მდედრობითი	11.6 (5.8)	0.623
	მამრობითი	10.4 (2.6)	
Se	მდედრობითი	0.36 (0.22)	0.552
	მამრობითი	0.29 (0.13)	
Mn	მდედრობითი	0.76 (0.41)	0.864
	მამრობითი	0.75 (0.42)	
Cr	მდედრობითი	2.74 (2.37)	0.846
	მამრობითი	2.41 (1.47)	
S	მდედრობითი	2.39 (7.47)	0.775
	მამრობითი	2.49 (9.91)	

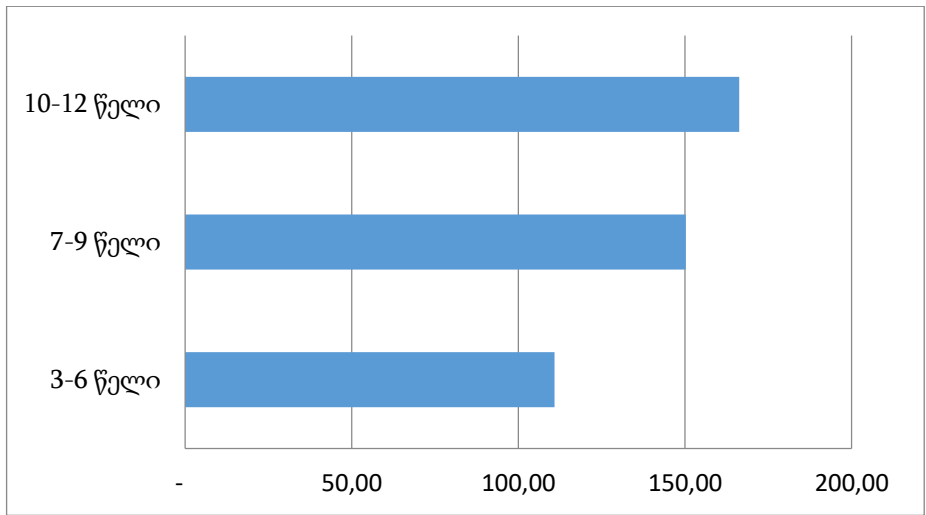


Br	მდედრობითი	3.02 (2.99)	0.039
	მამრობითი	4.99 (3.87)	
Cl	მდედრობითი	3.31 (3.6)	0.167
	მამრობითი	8.69 (2.18)	
Co	მდედრობითი	0.49 (0.34)	0.081
	მამრობითი	0.35 (0.38)	
Ag	მდედრობითი	0.14 (0.24)	0.709
	მამრობითი	0.21 (0.29)	
V	მდედრობითი	0.13 (0.18)	0.872
	მამრობითი	0.09 (0.08)	
Ni	მდედრობითი	0.74 (0.67)	0.964
	მამრობითი	0.65 (0.54)	
Rb	მდედრობითი	1.02 (0.94)	0.263
	მამრობითი	0.73 (0.54)	
Mo	მდედრობითი	0.13 (0.11)	0.694
	მამრობითი	0.15 (0.14)	
Sr	მდედრობითი	1.39 (0.97)	0.367
	მამრობითი	1.11 (0.84)	
Ti	მდედრობითი	0.87 (0.2)	0.436
	მამრობითი	0.83 (1.23)	

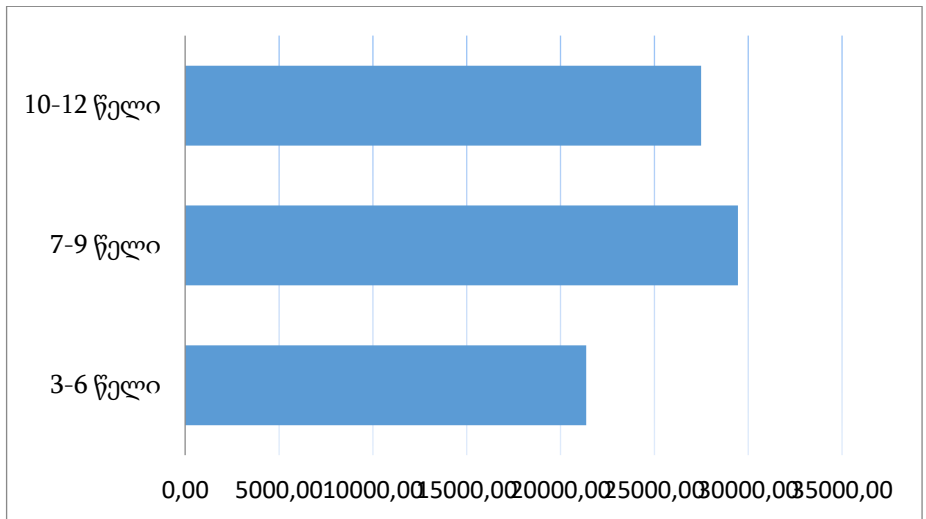
ცხრილი 12. თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სქესის მიხედვით

ასაკის აბსოლუტური ციფრების სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ასოცირება გამოვლინდა თმაში თუთიის (Zn) (Spearman's rho 0.543;  $p < 0.001$ ), სპილენძის (Cu) (Spearman's rho 0.438  $p = 0.003$ ), გოგირდის (S) (Spearman's rho 0.375  $p = 0.011$ ), ბრომისა (Br) (Spearman's rho -0.384;  $p = 0.009$ ) და ტიტანის (Ti) (Spearman's rho -0.388  $p = 0.009$ ) შემცველობასთან მიმართებაში.

ასაკობრივ კატეგორიებთან მიმართებაში ასევე გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირი ზოგიერთი ელემენტის კონცენტრაციასთან (დიაგრამა 10 და 11).

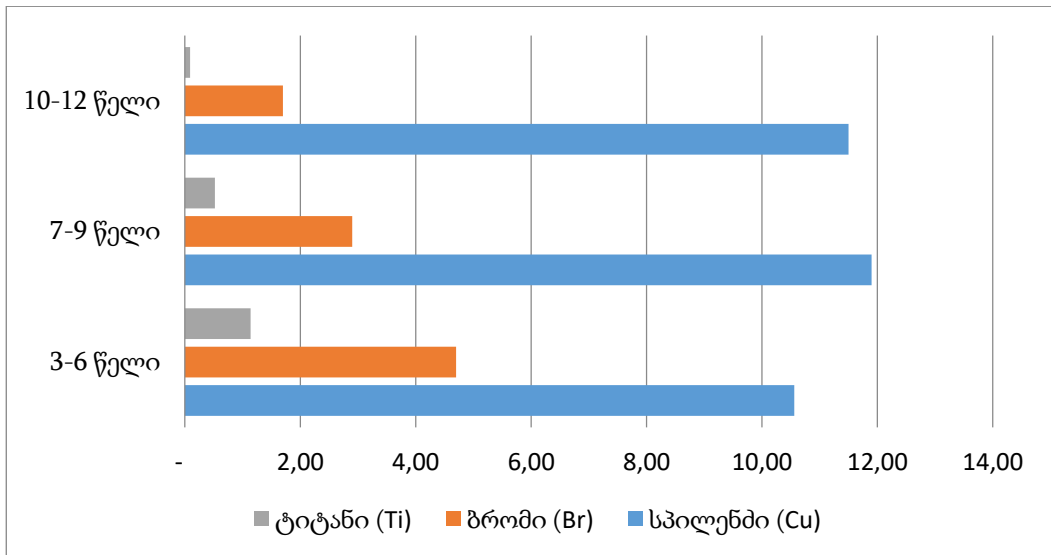


დიაგრამა 10. თმაში თუთიის შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (p<0.05)



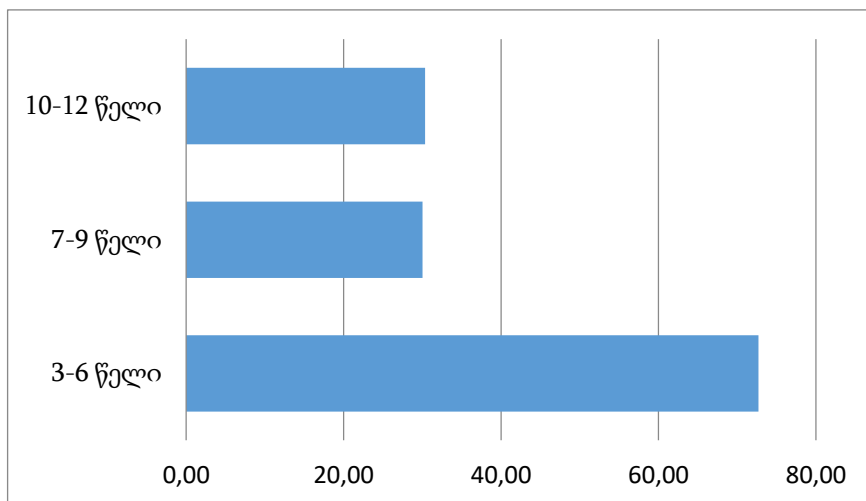
დიაგრამა 11. თმაში გოგირდის შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით (p<0.05)

დიაგრამა 12 წარმოადგენს თმაში სპილენძის, ბრომისა და ტიტანის საშუალო შემცველობის განაწილებას ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით. აღსანიშნავია, რომ სპილენძისა (Cu) და ტიტანის (Ti) შემთხვევაში ასაკის მატებასთან ერთად კონცენტრაციის კლების ტენდენცია შეინიშნება და აღნიშნული ასოციაცია სტატისტიკურად სარწმუნოა (სპილენძი: Kruskal-Wallis test 6.63; p=0.036; ტიტანი: Kruskal-Wallis test 6.49; p=0.039). ბრომის ანალოგიური მაჩვენებლები მეტნაკლებად სტაბილურია ასაკობრივი ჯგუფების მიხედვით და ვერ აღწევს სტატისტიკური მნიშვნელოვნების ზღვარს.

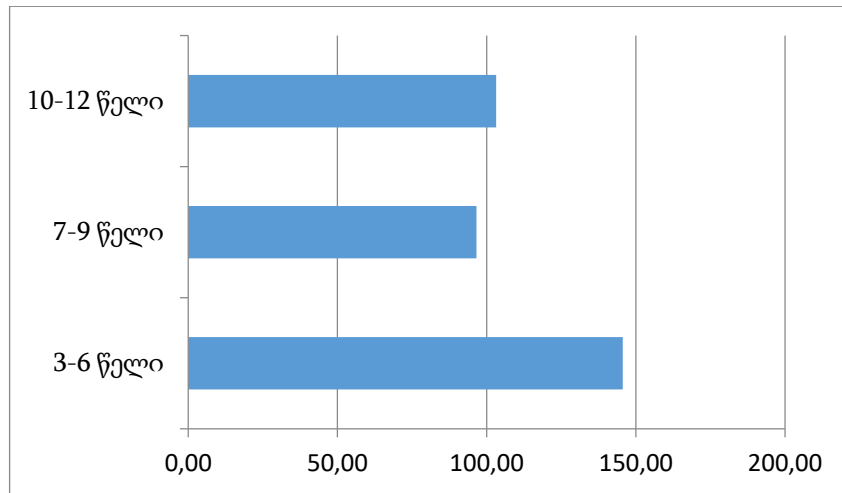


დიაგრამა 12. თმაში სპილენძის (Cu), ბრომისა (Br) და ტიტანის (Ti) საშუალო შემცველობის განაწილება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით

კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობა სტატისტიკურად მნიშვნელოვან უარყოფით კორელაციაში აღმოჩნდა ასაკის აბსოლუტურ მაჩვენებლებთან (Spearman's rho -0.367; p=0.018). ანალოგიური სურათი იკვეთება კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობასთან მიმართებაში (Spearman's rho -0.612; p<0.001). ქვემოთ მოყვანილი დიაგრამები (დიაგრამა 13 და 14) წარმოადგენს კბილის მაგარ ქსოვილებში ზოგიერთი მაკრო- და მიკროელემენტის განაწილების მახასიათებლებს ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით.



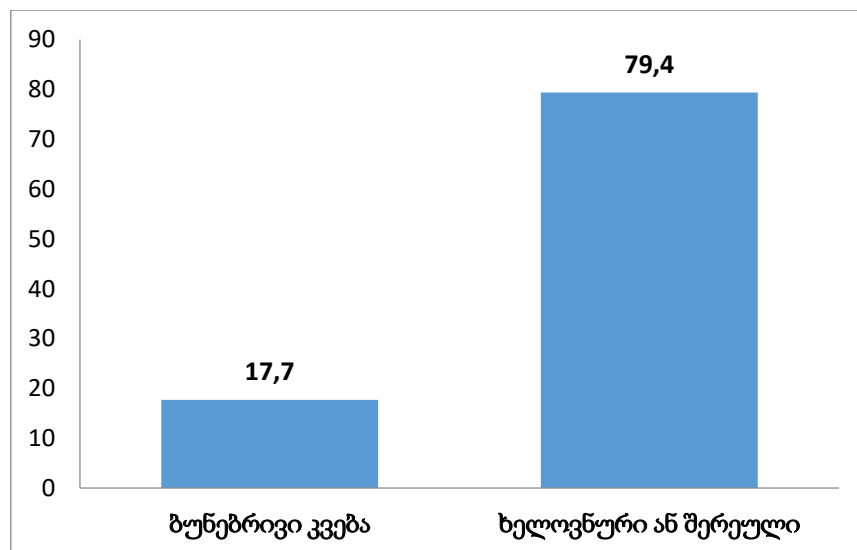
დიაგრამა 13. კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით ( p<0.05)



დიაგრამა 14. კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობა ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით ( $p < 0.05$ )

### თმასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში მიკროელემენტების შემცველობის კორელაცია კვებით პატერნთან

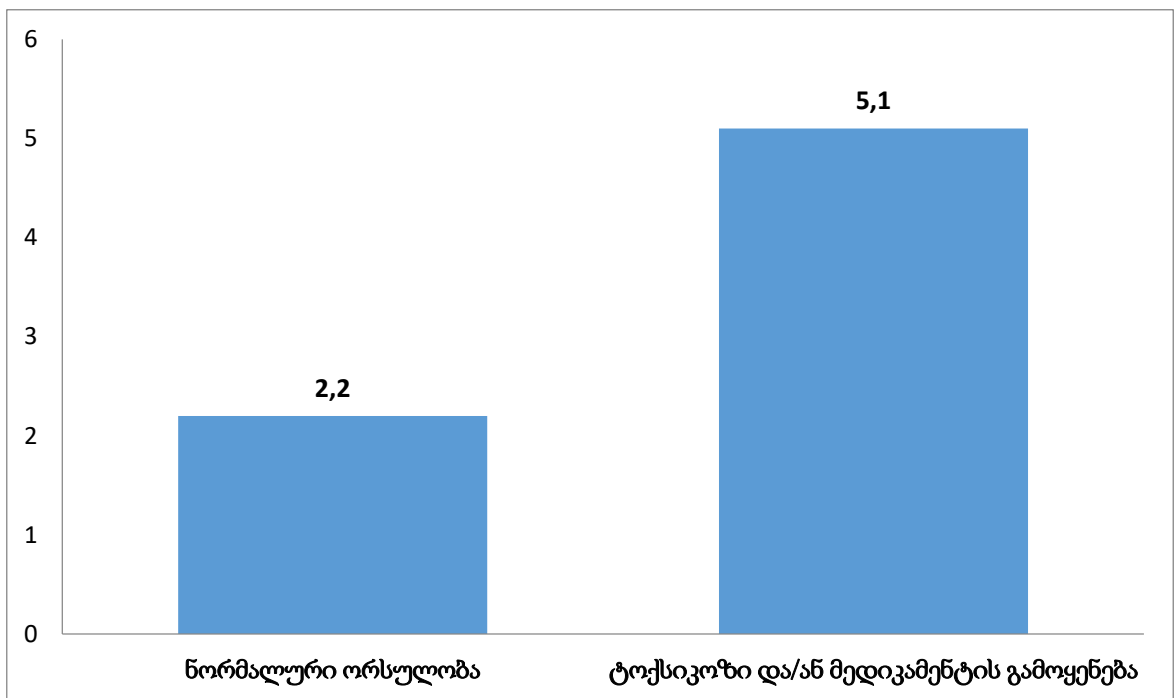
თმაში რკინის (Fe) მნიშვნელოვნად მომატებული შემცველობა გამოვლინდა ხელოვნურ ან/და შერეულ კვებაზე მყოფ ბავშვებში ბუნებრივ კვებაზე მყოფ ბავშვებთან შედარებით ( $p = 0.03$ ). სხვა ასოციაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში ან თმაში არ გამოვლენილა (დიაგრამა 13).



დიაგრამა 15. თმაში რკინის (Fe) შემცველობა ბავშვის კვებით მახასიათებლებთან მიმართებაში ( $P < 0.03$ )

## თმასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიური ელემენტების შემცველობის კორელაცია ორსულობის მიმდინარეობასთან

თმაში ქრომის (Cr) მნიშვნელოვნად მომატებული შემცველობა გამოვლინდა იმ ბავშვებში რომელთა დედებს ორსულობისას აღენიშნათ ტოქსიკოზი ან/და იღებდნენ ამა თუ იმ მედიკამენტს ( $p=0.045$ ) (დიაგრამა 14). სხვა ასოციაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში ან თმაში არ გამოვლენილა.



დიაგრამა 16. თმაში ქრომის (Cr) შემცველობა ორსულობის მიმდინარეობის მიხედვით ( $P=0.045$ )

## ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენა ბავშვთა ზოგად ჯანმრთელობაზე

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლეულ იქნა 3-12

წლის ასაკის 48 ბავშვი, რომლებიც შეირჩა წინასწარ გამოკვლეული 375 ბავშვიდან. შერჩეული ბავშვები დაყვავით 2 ჯგუფად კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით - საკონტროლო ჯგუფი (კომპენსირებული ) 15 ბავშვი და ძირითადი (საკვლევი) ჯგუფი (დეკომპენსირებული) 33 ბავშვი.

აღსანიშნავია რომ, სიცოცხლისათვის მნიშვნელოვანი მაკრო- და მიკროელემენტებით არასაკმარისი უზრუნველყოფა და არაბალანსირებული მოხმარება დღეს მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის მოსახლეობის ყველა ასაკობრივი ჯგუფის ჯანმრთელობაზე, განვითარებაზე, ორგანო- და სისტემოგენეზზე მუდმივი უარყოფითი ზემოქმედების ფაქტორია; პირველ რიგში კი ეს აისახება მოზარდი თაობის ჯანმრთელობაზე, ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებაზე. აღნიშნული ფაქტორი გამოიკვეთა ჩვენი კვლევების შედეგადაც, ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა დეფიციტით მქონე ბავშვთა კონტიგენტში აღინიშნებოდა გარკვეული ჯანმრთელობის პრობლემები, კერძოდ, Ca-ის- ვინაიდან, კალციუმი წარმოადგენს ძვლებისა და კბილის მაგარი ქსოვილების მთავარ შემადგენელ კომპონენტს (Guo, 2018)(Ritchie & Roser, 2017)(Martín-Del-Campo et al., 2019). მიუხედავად იმისა, რომ კალციფიცირებული ქსოვილებისაგან განსხვავებით, ის მცირე რაოდენობითაა სხვა ქსოვილებსა თუ უჯრედებში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სასიცოცხლო პროცესებში - მონაწილეობს სისხლის შედედებაში, ნერვული იმპულსების გადაცემაში, კუნთების ფუნქციონირებაში და ასევე, ასტიმულირებს ჰორმონების გამოყოფას ორგანიზმში (Pathak et al., 2016).

ჩვენი მონაცემებით, კალციუმის დეფიციტის დაფიქსირებისას (თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში) ბავშვებში აღინიშნებოდა ძვლის მინერალიზაციის დარღვევა 52 %, იმუნიტეტის დაქვეითება 72%, რაც ხშირ ავადობას განაპირობებდა.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ რკინა ადამიანის ორგანიზმისათვის მეტად მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს, განსაკუთრებით ჟანგბადის მიმოცვლის პროცესში, ამიტომ მისი ნაკლებობა იწვევს ანემიას (Ayesh, 2018)(Robert J Schroth, Jeremy Levi, Eleonore Kliwer, 2013). რკინის დეფიციტი უარყოფითად მოქმედებს ბავშვის ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებასა და იმუნურ სისტემაზე, განაპირობებს სანერწყვე ჯირკვლების ფუნქციის და მისი ბუფერული აქტივობის დაქვეითებას (Sousa et al., 2019)(Lynch et al., 2018) (Domellöf et al., 2014).

ჩვენი კვლევით დადგინდა, რომ რკინის დეფიციტის შემთხვევაში ბავშვთა 35% -ში აღინიშნებოდა ანემია, 16% -ში რკინადეფიციტური ანემია, 28,9% -ში-თავბრუსხვევა, მცირეწლოვან ბავშვებში ფსიქომოტორულ განვითარებაში ჩამორჩენა, ჭირვეულობა, ფრჩხილების მსხვრევალობა.

თუთია ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია (Guo, 2018). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი როლი იმუნური სისტემის განვითარებისათვის, მინერალური ქსოვილების (ძვალი, კბილი მაგარი ქსოვილი) ფორმირებისათვის, ასევე მონაწილეობს ფერმენტული სისტემის აქტივაციასა და მეტაბოლურ პროცესებში (Pathak et al., 2016)(Chitturi et al., 2015)(Sejdini et al., 2018).

გამოკვლევული კონტიგენტის იმ ნაწილში, ვისაც თუთიის მინიმალური ან დეფიციტური შემცველობა დაუფიქსირდათ ჩვენს მიერ გამოკვლევულ სუბსტრატებში, იმუნიტეტის დაქვეითების ფონზე ხშირად აღენიშნებოდათ ზემო სასუნთქი გზების კატარი, ვირუსული დაავადებები, უმადობა და ფრჩხილების მტვრევალობა.

ჩვენი მონაცემებით, სხვა მაკრო- და მიკროელემენტებზე ვერ მივიღეთ სტატისტიკურად სარწმუნო მონაცემები. ამიტომ, მოცემულ შრომაში აღარ მოვიხსენიეთ.

## **თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობის კორელაციური მატრიცა**

მაკრო- და მიკროელემენტების ბივარიაციული კორელაციური ანალიზის შედეგად გამოვლინდა გარკვეული მონაცემების სტატისტიკურად სარწმუნო კორელაცია, კერძოდ, მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორელაცია თმაში კალიუმის შემცველობასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის შემცველობას შორის (Spearman's rho -0.584;  $p < 0.001$ ). ასევე, მნიშვნელოვანი დადებითი კორელაცია ფიქსირდება თმაში ტიტანის (Ti) და კბილის მყარ ნივთიერებაში რკინის (Fe) შემცველობას შორის (Spearman's rho 0.567;  $p < 0.001$ ).

უნდა აღინიშნოს, რომ კორელაციის კოეფიციენტების მიხედვით კორელაციის სიმძლავრე სუსტიდან საშუალომდე მერყეობს. კორელაციის მაქსიმალური კოეფიციენტი 0.611-ია, რაც იმას ნიშნავს, რომ თმაში კონკრეტული ნივთიერების შემცველობა კბილის მაქარ ქსოვილებში იმავე (ან სხვა) ნივთიერების შემცველობის ვარიაციის მაქსიმუმ 36%-ს ხსნის, ხოლო ვარიაციის დარჩენილი 64% განპირობებულია რომელიღაც სხვა ფაქტორებით. აღნიშნულის გათვალისწინებით, თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრა არ შეიძლება ჩაითვალოს კბილის მაგარ ქსოვილებში იმავე ან სხვა მაკრო- და მიკროელემენტის შემცველობის საიმედო პრედიქტორად. შესაბამისად, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა კბილის მყარ მაქარ ქსოვილებში უნდა განისაზღვროს უშუალოდ კბილის ნივთიერებიდან აღებულ სინჯში.

ცხრილი 13 ასახავს თმასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში სხვადასხვა მიკროელემენტების ურთიერთკორელაციას (Spearman's rho) (აღნიშვნები: \* კორელაცია სარწმუნოა  $p < 0.05$ ; \*\* კორელაცია სარწმუნოა  $p < 0.01$ ; Sp. rho კორელაციის კოეფიციენტი [Spearman's rho]).



		მაკრო და მიკროელემენტების შემცველობა თმის ღერში																მაკრო და მიკროელემენტები კბილის მაგარ ქსოვილებში											
		Zn	K	Fe	Cu	Se	Mn	Cr	S	Br	Cl	Co	Ag	V	Ni	Rb	Mo	Sr	Ti	Cu	Rb	Ca	Zn	Ni	Mn	Fe	Sr	Se	
მაკრო და მიკროელემენტების შემცველობა თმის ღერში	Ca	-0.017	-0.139	0.227	<b>0.363*</b>	0.160	0.117	0.059	0.206	-0.162	-0.005	-0.028	0.205	0.252	0.140	<b>0.298*</b>	0.169	0.153	-0.012	0.279	-0.162	0.271	0.031	-0.071	0.077	-0.001	0.107	<b>-0.483*</b>	
	Zn		0.091	0.150	0.182	<b>-0.329*</b>	0.029	-0.021	0.259	<b>-0.611**</b>	-0.189	0.230	0.290	0.003	0.040	0.008	0.079	0.081	<b>0.587**</b>	-0.021	0.084	0.115	-0.237	0.308	0.043	<b>-0.584*</b>	-0.064	-0.350	
	K			0.212	-0.041	0.095	0.108	-0.146	0.088	0.098	<b>0.503**</b>	0.070	0.095	0.033	0.156	0.091	0.081	-0.187	-0.227	-0.054	0.366	0.066	-0.153	-0.174	-0.011	-0.220	0.075	0.091	
	Fe				<b>0.368*</b>	-0.073	0.061	0.003	-0.005	-0.238	-0.150	0.029	0.243	0.277	0.165	0.194	0.104	<b>0.307*</b>	0.043	0.254	-0.094	0.058	0.017	0.079	0.176	-0.037	0.072	-0.076	
	Cu					<b>0.357*</b>	0.151	0.141	<b>0.441**</b>	-0.193	-0.201	0.115	0.026	0.184	0.168	0.027	0.191	0.182	-0.143	0.332	-0.041	0.161	0.018	0.136	0.132	-0.023	0.049	-0.158	
	Se						0.116	<b>0.295*</b>	0.265	0.113	0.009	-0.134	0.085	0.223	0.284	0.090	0.246	0.072	0.283	0.399	-0.269	0.216	-0.101	0.003	-0.047	0.255	0.024	0.174	
	Mn							0.129	-0.188	0.019	-0.116	-0.244	0.190	0.231	0.265	0.058	0.139	0.057	0.061	0.321	0.176	0.139	0.087	0.124	0.288	-0.117	0.020	0.140	
	Cr								0.015	-0.095	-0.233	0.010	0.130	0.137	0.214	0.025	0.047	<b>0.341*</b>	-0.085	-0.023	-0.125	-0.026	<b>0.406**</b>	0.253	-0.012	0.115	<b>0.342*</b>	-0.070	
	S									0.015	0.089	-0.191	0.100	0.218	0.137	0.011	<b>0.309*</b>	<b>-0.323*</b>	<b>-0.349*</b>	0.351	-0.008	0.155	-0.052	0.025	-0.024	-0.233	-0.300	<b>-0.480*</b>	
	Br											<b>0.355*</b>	<b>-0.358*</b>	0.012	0.051	0.045	0.170	0.081	-0.194	0.166	-0.157	0.206	-0.238	0.040	<b>-0.365*</b>	-0.254	0.291	-0.233	0.144
	Cl												-0.116	0.129	0.051	0.162	0.041	0.105	-0.268	0.090	0.128	-0.100	0.059	0.119	0.055	-0.181	0.212	-0.023	-0.292
	Co													0.207	0.128	<b>0.044*</b>	0.075	0.182	<b>0.314*</b>	-0.146	-0.311	-0.152	0.031	0.040	0.059	0.158	0.038	0.181	0.136
	Ag														0.220	0.033	0.078	0.094	-0.097	<b>0.301*</b>	0.201	-0.020	0.296	0.208	0.011	-0.014	0.261	0.029	-0.361
	V															0.203	<b>0.351*</b>	0.184	-0.115	0.050	0.249	-0.118	<b>0.341*</b>	0.061	0.163	0.061	0.036	-0.232	0.185
	Ni																0.009	0.191	-0.093	0.028	0.137	-0.114	0.154	0.027	-0.308	0.173	-0.075	-0.265	0.014
	Rb																	0.137	0.034	0.055	-0.107	0.102	-0.168	-0.063	-0.053	-0.108	0.065	0.288	-0.249
Mo																		-0.087	-0.061	0.040	-0.008	-0.277	0.134	0.032	0.022	0.124	-0.027	0.196	
Sr																			-0.014	0.061	0.053	0.143	0.126	0.240	-0.045	0.198	0.174	0.071	
Ti																				0.055	-0.267	0.092	0.109	-0.052	-0.014	<b>0.567**</b>	-0.057	0.099	
მაკრო და მიკროელემენტები კბილის მაგარ ქსოვილებში	Cu																				-0.312	0.208	0.253	0.066	<b>0.422*</b>	-0.052	0.048	-0.210	
	Rb																					0.018	-0.206	-0.111	-0.224	<b>-0.403*</b>	0.154	0.166	
	Ca																						0.158	0.210	-0.015	0.130	-0.236	0.176	
	Zn																							0.240	0.303	<b>0.510**</b>	0.249	-0.422	
	Ni																								0.032	0.069	0.154	-0.068	
	Mn																									0.057	0.039	0.014	
	Fe																										0.002	0.185	
	Sr																											-0.207	

ცხრილი 13. თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში სხვადასხვა მაკრო და მიკროელემენტის ურთიერთკორელაცია

## კვლევის შედეგების განხილვა

სამედიცინო მეცნიერებასა და პრაქტიკაში ქიმიურ ელემენტებზე ჩატარებული კვლევებისა და ანალიზის ფართო გამოყენებამ დიდი გამოხმაურება მოიპოვა და შეიქმნა ახალი მიმართულება - სამედიცინო ელემენტოლოგიის სახით, რომელიც დღეისთვის ინტენსიურად ვითარდება (Тамбиев, 2015)(A. Skalny, 2013). ამ უკანასკნელის ქიმიურ-ანალიტიკურ საფუძველს შეადგენს ცოცხალ ორგანიზმში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის ფართო დიაპაზონით (მაკროდან ულტრამიკრომდე) განსაზღვრა (Mehri, 2020) .

ადამიანის სხეულის ძირითად მასას მაკროელემენტები ქმნიან, მიკროელემენტები კი ის ქიმიური ელემენტებია, რომლებიც ორგანიზმში წარმოდგენილია ძალიან მცირე რაოდენობით, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მეტაბოლურ პროცესებში (Sousa et al., 2019). ადამიანის ორგანიზმში ფაქტიურად მენდელეევის პერიოდული ცხრილი სრულადაა წარმოდგენილი, თითოეული ჩვენი უჯრედი კი პატარა ლაბორატორიას წარმოადგენს, სადაც მუდმივად მიმდინარეობს ქიმიური რეაქციები, სინთეზირდება სასიცოცხლო საკვები ელემენტები. სინთეზისათვის საჭირო ერთი ელემენტის დანაკლისის შემთხვევაშიც კი იშლება ქიმიური რეაქციების ჯაჭვი, რამაც მომავალში შეიძლება ორგანიზმის რომელიმე სისტემის თუ ორგანოს მუშაობის დარღვევა გამოიწვიოს (Skalnaya & Skalny, 2018) (Zhai et al., 2017). მაგ: იოდის დეფიციტი იწვევს ფარისებრი ჯირკვლის პათოლოგიას, კალციუმი და ფოსფორი მონაწილეობს ძვლოვანი ქსოვილის ფორმირებაში, თუთია გავლენას ახდენს ინსულინისა და სასქესო ჰორმონების გამომუშავებაზე. მაგნიუმი პასუხისმგებელია ენერჯის, ფერმენტების გამომუშავებაზე და ნერვული სისტემის ფუნქციონირებაზე. ნატრიუმი, კალიუმი და ქლორი ორგანიზმის თხევადი ნაწილის შემადგენელია, ხოლო გოგირდი სახსრების, შემაერთებელი ქსოვილებისა და კანის მნიშვნელოვანი ნივთიერებაა და ა.შ. ცნობილია, რომ ძვლოვანი ქსოვილის მინერალური კომპონენტები პრაქტიკულად იმყოფება სისხლის შრატის კალციუმისა და ფოსფორის იონებთან ქიმიური წონასწორობის მდგომარეობაში, რაც რეგულირდება ძირითადად პარათჰორმონისა

და კალციტონინის მეშვეობით (Grzeszczak et al., 2020) (Sousa et al., 2019)(Grabeklis et al., 2011)(A. V. Skalny, 2018).

მინერალების წილი მთლიანი სხეულის მასის 3-4%-ს შეადგენს. მათი გამოდევნა ორგანიზმიდან ბუნებრივი გზით ხდება, ამიტომ მათი შევსება და განახლება ყოველდღიურადაა საჭირო. მინერალების დეფიციტს სერიოზული დაავადებების და ორგანიზმის დაღუპვის გამოწვევაც კი შეუძლიათ (Chitturi et al., 2015) (Soetan & Oyewole, 2009) (Gîlcă-Blanariu et al., 2018) (Quaye et al., 2019).

მინერალური ნივთიერებების ბალანსირებული შემცველობა შეუცვლელი პირობაა ადამიანის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის. ორგანული ნივთიერებებისგან (ვიტამინები, ჰორმონები) განსხვავებით, ქიმიური ელემენტები არ სინთეზირდებიან ადამიანის ორგანიზმში, ისინი ხვდებიან წყლის, ჰაერისა და საკვების საშუალებით და ორგანიზმის მიერ შეითვისებიან მხოლოდ 15-20%. (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Zhou et al., 2016) (Chitturi et al., 2015).

ბოლო 50 წლის განმავლობაში საერთაშორისო სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე (Skröder et al., 2017) (Marín et al., 2017) (Marín et al., 2017) (Reynard & Balter, 2014) დაგროვდა მრავალფეროვანი მონაცემები სხვადასხვა ბიოლოგიური ქსოვილებისა და სითხეების ელემენტურ შემადგენლობაზე, რამაც განაპირობა, რომ ორგანიზმის ჯანმრთელობის მდგომარეობის და ფუნქციონირების შეფასების ინდიკატორად გამოიყენება სხვადასხვა ბიოსუბსტრატი: სისხლი, თმა, ფრჩხილი, კბილის მაგარი ქსოვილები და ა. შ. აღნიშნულ ბიოლოგიურ მასალებს შორის დიდი უპირატესობა ენიჭება თმას და კბილის მაგარ ქსოვილებს, ვინაიდან თმა ადვილი შესაგროვებელია, მეთოდი არაინვაზიურია, წარმოადგენს მყარ მასალას და იძლევა ინფორმაციას როგორც ახლანდელ, ისე წარსულ მდგომარეობაზე. კბილის მაგარი ქსოვილის უპირატესობა კი მდგომარეობს იმაში, რომ შესაძლებელია სრულად განისაზღვროს მასში არსებული ქიმიურ ნივთიერებათა შემცველობა, რომელიც რჩება მთელი მისი არსებობის მანძილზე (Кускова Ирина Сергеевна, 2017) (Kamberi et al., 2012) (Chitturi et al., 2015).

აღსანიშნავია, რომ მინერალური ცვლის დარღვევით განპირობებული დაავადებების მიმართ ყველაზე მგრძობიარენი არიან ბავშვები. ბავშვის ორგანიზმის მაღალი მგრძობელობა გამოწვეულია განვითარების ანატომო-ფიზიოლოგიური

თავისებურებებით, ორგანოებისა და სისტემების ჩამოყალიბების კრიტიკული პერიოდების არსებობით, ცვლითი პროცესების თავისებურებებით, ლაბილური იმუნური სისტემის არსებობით და სხვა (Serdar et al., 2012)(Rivas et al., 2014).

ვიტამინები და მინერალები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ბავშვებისათვის, რაც დაკავშირებულია ბავშვის ინტენსიურ ზრდისა და მეტაბოლური პროცესების თავისებურებებთან (Reynard & Balter, 2014). მიკროელემენტების არასაკმარისი მიღება ამცირებს იმუნური სისტემის აქტივობას, ზრდის რესპირატორული და კუჭ-ნაწლავის დაავადებებს და მნიშვნელოვნად აფერხებს მოსწავლის ეფექტურ მუშაობას. შემცირებული კალციუმის მიღება, განსაკუთრებით D, C და B ჯგუფის ვიტამინების ნაკლებობასთან ერთად, რაც აუცილებელია მისი შეთვისებისთვის, ზრდის რაქიტოვანი ცვლილებების რისკს, ხელს უშლის მოზარდებში ჩონჩხის ოპტიმალური მასისა და სიმკვრივის მიღწევას. იოდის უკმარისობა იწვევს ზრდის შეფერხებას, ფსიქომოტორული განვითარების დაქვეითებას და ფარისებრი ჯირკვლის დაავადებების განვითარებას. რკინის უკმარისობა იწვევს ანემიის ლატენტური და აშკარა ფორმების განვითარებას. ბავშვობაში და მოზარდობაში მიკროელემენტების ნაკლებობა ყველაზე უარყოფითად მოქმედებს ჯანმრთელობაზე, ფიზიკურ განვითარებაზე, ხელს უწყობს ნივთიერებათა ცვლის დარღვევას და ქრონიკულ დაავადებებს (Janka, 2019) (Fabian Rohner, Michael Zimmermann, Pieter Jooste, Chandrakant Pandav, Kathleen Caldwell, Ramkripa Raghavan, 2014) (James C. Fleet, 2017).

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მიზნად დავისახეთ, შეგვესწავლა ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის გავლენა ბავშვის ორგანიზმზე, კერძოდ, ბავშვისა სტომატოლოგიურ ჯანმრთელობაზე, ვინაიდან მათი დისბალანსი, განსაკუთრებით ბავშვთა ასაკში, იწვევს სხვადასხვა სახის დარღვევებს და განაპირობებს, როგორც სომატური, ისე სტომატოლოგიური სტატუსის ცვლილებებს.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, შევისწავლეთ ქ. ბათუმის 3-12 წლის ასაკის 375 ბავშვში სტომატოლოგიური დაავადებების, კერძოდ, კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა.

ქ. ბათუმის სახელმწიფო სახელმწიფო ბაღებსა და სკოლებში ჩატარებულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა დროებითი და მუდმივი კბილების კარიესი, დაავადების გავრცელებისა და ინტენსივობის ძირითადი მაჩვენებლები ასაკისა და სქესის გათვალისწინებით. გამოკვლევის თანახმად, კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა ყველა ასაკობრივ ჯგუფში იყო მაღალი და საშუალოდ შეადგენდა 88,5% და  $5.89 \pm 4.42$  (კბ+კბა).

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ სტომატოლოგიურ დაავადებათა სტანდარტიზაციის მიზნით, კვლევა ჩავატარეთ მხოლოდ სახელმწიფო საბავშვო ბაღებში და საჯარო სკოლებში, სადაც მეტ-ნაკლებად მსგავსი სოციალური ფენის კონტინგენტია.

გამოკვლევულთა მთელ კონტიგენტში (375 გამოკვლეული) შევაფასეთ კბილის მაგარ ქსოვილთა მდგომარეობა. შეფასება წარმოებდა ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის (ჯანმო) მიერ მოწოდებული სტანდარტული ინდექსების გამოყენებით, კერძოდ, კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხს განვსაზღვრავდით კარიესის გავრცელების (%) და ინტენსივობის (კბ, კბ+კბა, კბა ინდექსები) მონაცემებით (Taqi et al., 2019) (Ditmyer et al., 2011).

აღსანიშნავია რომ, ინტენსივობის კომპონენტებიდან (კარიესული, დაბჟენილი და ამოღებული კბილები) მეტი წილი მოდიოდა კარიესით დაზიანებულ კბილებზე, კერძოდ, კარიესული კბილების საშუალო მაჩვენებელი შეადგენდა  $5.29 \pm 4.3$ , ხოლო დაბჟენილი -  $0.56 \pm 1.64$  ( $p < 0,01$ ).

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული (გამოკვლევის მეთოდები), ჯანმრთელობის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მოწოდებული ინდექსის მიხედვით დროებითი თანკბილვის შესაფასებელ კბ ინდექსს ჩვენ 3-7 წლის გამოკვლეულებში დავამატეთ „ა“-ც (ამოღებულ კბილთა რაოდენობა), ვინაიდან ვთვლიდით, რომ 7 წლის ასაკამდე ამოღებული კბილი არ უნდა ჩაითვალოს კბილთა ფიზიოლოგიური ცვლის შედეგად.

აღსანიშნავია, რომ კვლევაში მონაწილე გოგონათა საშუალო ასაკი იყო 8.3 წელი, ბიჭებისა კი 7.5 წელი, განსხვავება სტატისტიკურად სარწმუნოა ( $p=0.002$ ).

კარიესი გამოვლინდა 332 (88.5%) შემთხვევაში. კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით შემდეგი განაწილება გამოვლინდა: კომპენსირებული 131 (34.9%), სუბკომპენსირებული 81 (21.6%), დეკომპენსირებული 163 (43.5%). კარიესის გავრცელება არ იყო სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირში რესპონდენტთა სქესთან.

თუმცა კარიესი სარწმუნოდ უფრო ხშირად გამოვლინდა უფროს ასაკობრივ ჯგუფებში (Pearson Chi-Square 14.2; df -2; p=0.001). მეორე მხრივ, არ გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირი კარიესის კომპენსაციასა და რესპონდენტთა ასაკობრივ ჯგუფებს შორის.

კარიესის ინტენსივობის მედიანური მაჩვენებელი იყო 5, (კვარტილთაშორისი დიაპაზონი (Interquartile Range [IQR] 3; 8; მინიმუმი 0, მაქსიმუმი 23). კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებელი არ იყო სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირში რესპონდენტთა სქესთან. კარიესის ინტენსივობის სუბკატეგორიის მიხედვით, რომელიც ამოღებული კბილის რაოდენობრივ მაჩვენებელს ასახავს, სტატისტიკურად სარწმუნო ასოციაცია გამოვლინდა რესპონდენტთა სქესთან მიმართებაში, სადაც გოგონათა ჯგუფში (ამოღებული კბილის საშუალო რაოდენობა - 0) სარწმუნოდ დაბალი მაჩვენებელი გამოვლინდა ბიჭებთან შედარებით (ამოღებული კბილის საშუალო რაოდენობა - 0.24) (p=0.021). თუმცა, კარიესის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით გოგონებში ოდნავ უკეთესი სიტუაცია ფიქსირდება (კარიესის საშუალო ინტენსივობა - 5.6) ბიჭებთან შედარებით (კარიესის საშუალო ინტენსივობა - 6.2), თუმცა, როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა განსხვავება არ არის სტატისტიკურად სარწმუნო.

აღნიშნული შედეგები მიუთითებს აჭარის რეგიონში, კერძოდ, ქ. ბათუმში სტომატოლოგიური განათლების დაბალ დონეზე, პროფილაქტიკური პროგრამებისა და დროული მკურნალობის უგულვებელყოფაზე.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე, ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლევულ იქნა 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვი. ბავშვები დაყავით 2 ჯგუფად კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით - საკონტროლო ჯგუფი (კომპენსირებული ) 15 ბავშვი და ძირითადი (საკვლევი) ჯგუფი (დეკომპენსირებული) 33 ბავშვი.

კარიესის გავრცელება საკვლევ ჯგუფში 33 (100%) სარწმუნოდ მეტი გამოვლინდა საკონტროლო ჯგუფთან 15 (80.0%) შედარებით (Fisher's Exact Test 6.836; df-1; p=0.028). გოგონათა და ბიჭების ქვეჯგუფებში სტატისტიკურად სარწმუნო ასოციაცია კარიესის გავრცელებასა და საკვლევი/საკონტროლო ჯგუფის

კუთვნილებას შორის არ გამოვლინდა, რაც შესაძლოა ქვეჯგუფებში რესპონდენტთა მცირე რაოდენობით აიხსნას.

კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად უარესია საკვლევ ჯგუფში (საშუალო 11.1; სტ. გად. 5.6) საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით (საშუალო 1.4; სტ. გად. 0.9) (Mann-Whitney U 23.5;  $p < 0.001$ ). აღსანიშნავია, რომ ასოციაცია ძირითადად განპირობებულია კარიესის რაოდენობრივი მაჩვენებლებით, ხოლო დაბჟენილი და ექსტრაგირებული კბილების რაოდენობის მხრივ სარწმუნო განსხვავება არ იქნა მიღებული. ანალოგიური ტენდენციაა შენარჩუნებული როგორც გოგონების, ასევე ბიჭების ჯგუფში (ცხრილი 10).

ასაკობრივი კატეგორიების შორის კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლების მიხედვით სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება არ გამოვლინდა. იგივე შეინიშნება ქვეჯგუფებში სქესის მიხედვით.

ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტთა განსაზღვრა კბილის მაგარ ქსოვილებსა და თმის ღერში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ადამიანის ჯანმრთელობის მონიტორინგისა და სტომატოლოგიურ დაავადებათა განვითარების რისკის ფაქტორების შეფასებისათვის; აღნიშნულ ბიოსუბსტრატებში კონცენტრირებული სასიცოცხლოდ აუცილებელი მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესებისა და მინერალური შემადგენლობის ხარისხზე.

შრომის მიზნებიდან გამომდინარე, ზოგადი და სტომატოლოგიური ჯანმრთელობის დასადგენად, 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვს ჩაუტარდა თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილთა სპექტრული ანალიზი. თმის ღერში გამოკვლეული იქნა 4 მაკრო- (Ca, K, S, Cl) და 15 მიკროელემენტი (Zn, Fe, Cu, Se, Mn, Cr, Br, Co, Ag, V, Rb, Mo, Sr, Ti), ხოლო კბილის მაგარ ქსოვილებში ერთი მაკრო (Ca) და ექვსი მიკროელემენტი (Rb, Zn, Ni, Mn, Sr, Fe).

ცნობილია რომ, თმის ღერის მრავალელემენტური ანალიზი საშუალებას იძლევა შეფასდეს აღნიშნულ სუბსტრატში არამარტო ქიმიურ ელემენტთა აბსოლუტური შემცველობა - როგორც ორგანიზმში მათი ცვლის გამოხატულება, არამედ გამოავლინოს ელემენტთაშორისი ურთიერთკავშირი, რაც წარმოადგენს

ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასების ინტეგრირებულ ტესტს და ავლენს ცხოვრების პირობებისადმი ადაპტაციის უნარს.

საინტერესო ასოციაციები გამოვლინდა მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობასა და კარიესის ინტენსივობის მაჩვენებლებს შორის.

განსაკუთრებით აღსანიშნავია, თუთიის (Zn) შემცველობა ბიოსუბსტრატებში, ვინაიდან იგი ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია. საგულისხმოა, რომ თუ მისი დეფიციტი განაპირობებს კბილის მაგარ ქსოვილთა დემინერალიზაციას, ასევე მისი ჭარბი რაოდენობაც ამცირებს მინანქრის შეღწევადობას და აფერხებს რემინერალიზაციის პროცესებს.

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით, საკვლევ ჯგუფში კარიესის ინტენსივობის რაოდენობრივი მაჩვენებლები სარწმუნო პოზიტიურ კორელაციაში აღმოჩნდა თმაში თუთიის (Zn) შემცველობასთან (Spearman's rho 0.391; p=0.03), რაც იმის მიმანიშნებელია, რომ თმაში თუთიის შემცველობის ზრდა ასოცირებულია კარიესის უფრო მაღალ ინტენსივობასთან.

პირის ღრუში თუთია იმყოფება კბილის ნადების, ნერწყვისა და მინანქარის შემადგენლობაში და აკონტროლებს ნადებისა და ქვის წარმოქმნას და ხელს უშლის პირის ღრუში არასასიამოვნო სუნის არსებობას. თუთიის დაბალ კონცენტრაციას შეუძლია შეამციროს მინანქრის დემინერალიზაცია და შეცვალოს რემინერალიზაცია, მაგრამ, მისი ანტიკარიოგენული ეფექტურობა ჯერ კიდევ სადავოა, რასაც მხარს უჭერს სხვადასხვა კვლევა (Bhattacharya et al., 2016)

ერთ-ერთი კვლევა, რომელიც აფასებდა მიკროელემენტების შემცველობას სხვადასხვა ეთნიკური ჯგუფის ბავშვებში, აღმოჩნდა რომ, თუთიის დონე უფრო მაღალი იყო კარიესული კბილების მქონე ბავშვებში, ვიდრე არაკარიესული კბილების მქონე ბავშვებში (A. S. Hussein et al., 2013). ხოლო, სხვა კვლევაში, ნერწყვში თუთიის შემცველობამ შეამცირა კარიესის განვითარება (Üçkardeş et al., 2009). ასევე, 12-13 წლის ბავშვების არაკარიესულ სარძევე კბილებში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა თუთიის მაღალი შემცველობა, ანუ ხაზი გაუსვა თუთიის კარიოსტატიკურ მოქმედებას (Sejdini et al., 2018). თუმცა, ერთ-ერთი კვლევა ადასტურებს, რომ ნერწყვში თუთიის კონცენტრაციამ აჩვენა კარიესოგენური მოქმედება (Zahir, S. & Sarkar, 2006).



თუთისგან განსხვავებით საწინააღმდეგო ტენდენცია გამოვლინდა მოლიბდენტან (Mo) დაკავშირებით, სადაც სტატისტიკურად სარწმუნო უარყოფითი კორელაცია დაფიქსირდა (Spearman's rho -0.462; p=0.009). ამას ადასტურებს მოლიბდენტანსა და კარიესს შორის კავშირის შესაფასებლად ჩატარებულ კვლევათა უმეტესობა, რომ მოლიბდენტანს აქვს კარიოსტატიკური ეფექტი კბილებზე. კერძოდ, უნგრეთში მცხოვრებ ბავშვებში ჩატარებული გამოკვლევისას, კარიესის ნაკლები გავრცელება აღინიშნა იმ ადგილებში მცხოვრებ ბავშვებში, სადაც წყალში მოლიბდენი იყო, ვიდრე იმ ბავშვებში, სადაც არ იყო მოლიბდენი (Pathak et al., 2016). ის წარმოადგენს სპილენძის ანტაგონისტს. შესაბამისად, მოლიბდენტანის მაღალმა კონცენტრაციამ შეიძლება შეამციროს სპილენძის შეწოვა და შედეგად გამოიწვიოს სპილენძის დეფიციტი. (Gombart et al., 2020) (Sonarkar et al., 2016) .

როგორც უკვე ავლენიშნეთ, კბილის ქსოვილები (მინაქარი, დენტინი) ქრონიკული სიზუსტით აფიქსირებენ ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლურ ცვლილებებს, ამიტომ ადამიანის კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობითად ესენციურ ქიმიურ ელემენტთა განსაზღვრა აფართოებს კბილების, როგორც მონიტორინგისთვის გამოყენების შესაძლებლობის საზღვრებს. მითუმეტეს, რომ კბილის ქსოვილებში დაგროვილი ქიმიური ელემენტები მთელი სიცოცხლის მანძილზე შენარჩუნდება.

ბიომინერალების, რომლებიც ახდენენ კბილის სხვადასხვა კომპონენტთა ფორმირებას, თვისებებისა და სტრუქტურის გამოკვლევა წარმოადგენს ბიომინერალოგიისა და მედიცინის დიდ ინტერესს, რაც განპირობებულია იმით, რომ კბილის მინაქარი და დენტინი წარმოადგენენ ყველაზე მეტად მინერალიზებულ ბიოლოგიურ ქსოვილებს და შესაბამისად, მოსახერხებელია ახალი ბიომინერალოგიური მიდგომების შემუშავება მინერალიზებული ბიოლოგიური სისტემების ფუნქციონირებისა და დაავადებათა შესწავლის მიზნით.

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით, შესაძლებელი გახდა გამოგვეკვლია და შეგვედარებინა კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის სხვადასხვა ხარისხის შემთხვევაში ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის საშუალო მაჩვენებლები.

კბილის კარიესის ინტენსივობის ხარისხსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემადგენლობის შედარებითმა ანალიზმა გვიჩვენა სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება კარიესის კომპენსაციის მიხედვით.

ჩატარებული ანალიზის შედეგების მიხედვით, იმ ბავშვების კონტინგენტში, რომელთაც აღნიშნებოდათ კარიესის კომპენსირებული ფორმა, კბილის მინანქარსა და დენტინში ესენციური და პირობითად ესენციური ქიმიური ელემენტების შემცველობა განისაზღვრა ნორმის ფარგლებში, კერძოდ, კალციუმი შეადგენდა 278901 მკგ/გ, თუთია 131,0887 მკგ/გ, რუბიდიუმი 0,5150 მკგ/გ, რკინა 60,7088 მკგ/გ და სხვა, ხოლო კბილის კარიესის დეკომპენსირებული ფორმის დაფიქსირებისას - ესენციური და პირობით ესენციური ქიმიური ელემენტების მონაცემები კბილის მაგარ ქსოვილებში იყო დაქვეითებული, განსაკუთრებით ეს ეხებოდა კალციუმს (243737.9094 მკგ/გ), თუთიას ( 105,22 მკგ/გ), რკინას (53,4189 მკგ/გ). გამონაკლისად შეიძლება ჩაითვალოს სტრონციუმის შედარებით მაღალი შემცველობა და შეადგინა 86,0791 მკგ/გ. რაც ჩვენი აზრით, განპირობებული იყო ცნობილი ფაქტით რომ, სტრონციუმს ახასიათებს ჭარბი რაოდენობით დაგროვება მზარდ ოგანიზმში, როდესაც აქტიურად მიმდინარეობს ძვლოვანი ქსოვილის ფორმირება.

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი კორელაცია გამოვლინდა კბილის კარიესის კომპენსაციის ფორმასა და კალციუმის, თუთიისა და რკინის შემცველობას შორის

გამოკვლევის შედეგების მიხედვით დადგინდა, რომ კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინისა და თუთიის კონცენტრაცია სარწმუნოდაა ასოცირებული კარიესის ინტენსივობათან, კერძოდ რკინის (Fe) შემთხვევაში მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორელაცია გამოვლინდა (Spearman's rho -0.623;  $p < 0.001$ ) (დიაგრამა 6), ხოლო თუთიის (Zn) შემთხვევაში კი საშუალო სიმძლავრის ასევე უარყოფით კორელაციასთან გვაქვს საქმე (Spearman's rho -0.407;  $p = 0.031$ ). აღნიშნული მიუთითებს, რომ კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინისა და თუთიის კონცენტრაციის დაქვეითება კავშირშია კარიესის ინტენსივობის ზრდასთან. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საკონტროლო ჯგუფში არცერთი ელემენტის სარწმუნო კორელაცია არ დაფიქსირებულა კარიესის ინტენსივობასთან მიმართებაში.

აღსანიშნავია რომ ქიმიური ელემენტები გავლენას ახდენენ პაროდონტის მდგომარეობაზე, კერძოდ, თუთიის სიჭარბემ, რომელიც გავლენას ახდენს

კოლაგენის პროდუქციასა და ანთებით რეაქციებზე, შეიძლება გამოიწვიოს პაროდონტის ქსოვილების დაზიანება და დაავადების განვითარება. ასევე, თუთია, რომელიც გავლენას ახდენს ძვლის მეტაბოლიზმსა და კალციფიკაციაზე, მისმა კონცენტრაციის ცვლილებამ სისხლში შეიძლება შეცვალოს ძვლის რეზორბცია (Guo, 2018).

თუთია ასევე მონაწილეობს გემოვნების შეგრძნებაში, ახდენს ნერვული იმპულსების გადაცემას. კვლევები ადასტურებს თუთიის დეფიციტს გემოვნების შეგრძნების დარღვევების დროს (Pisano & Hilas, 2016)(Yagi, Takakazu., Asakawa, Akihiro, Ueda, Hirota., Ikeda, Satoshi., Miyawaki, Shouichi., Inui, 2013)

ცხოველებზე ჩატარებულმა კვლევამ დაადგინა, რომ თუთიის ნაკლებობამ შეიძლება გამოიწვიოს პირის ღრუს ლორწოვანის პარაკერატოზი (Nielsen, 2012). ამრიგად, თუთიის დეფიციტი შეიძლება იყოს პირის ღრუსა და პაროდონტის დაავადებების პოტენციური რისკ-ფაქტორი. ასევე თუთიის დეფიციტის მიმანიშნებელია ლოყის, ენისა და საყლაპავის პარაკერატოზული ცვლილებები (Uwitonze et al., 2020).

ასევე აღსანიშნავია რომ, თუთია უკუპროპორციულ კავშირშია სპილენძთან და ამით ხელს უშლის სპილენძის ლორწოვან გარსში შეწოვას. თუთიის სიჭარბე განსაკუთრებით აფერხებს სპილენძის შეწოვას, რადგან ორივე ლითონი შეიწოვება მეტალოთიონინების საშუალებით. სპილენძისა და თუთიის თანაფარდობა ასევე მიიჩნევა, რომ არის უსაფრთხო ბიომარკერი კანცეროგენუზის განვითარებასა და პროგრესირებაში (Ray et al., 2011) (Bhattacharya et al., 2016).

რაც შეეხება რკინას, საყოველთაოდაა აღიარებული მისი ანტიკარიესული მოქმედება, რაზეც მოწმობს სხვადასხვა კვლევა. კერძოდ, 3-12 წლის ბავშვებში ჩატარებულმა კვლევამ აჩვენა უკუპროპორციული კავშირი სისხლში რკინის შემცველობასა და კარიესის გავრცელებას შორის (NS Venkatesh Babu, 2017). ასევე დადგინდა, რომ რკინის დაბალი შემცველობა სასმელ წყალში სარწმუნოდ კავშირში იყო კარიესის გავრცელებასთან, როგორც მუდმივ და ასევე სარძევე კბილებში (Tsanidou et al., 2015). გარდა ამისა, დადასტურდა ანემიასა და კარიესის გავრცელებას შორის პირდაპირპროპორციული კავშირი (Tang et al., 2013).

რკინის დეფიციტი პირის ღრუში გამოვლინდება ანგულარული ჰელიტის, ატროფიული გლოსიტის, პირის ღრუს ლორწოვანი გარსის გენერალიზებული ატროფიის, კანდიდოზური ინფექციების, სიფერმკრთალისა და სტომატიტის სახით (Ayesha, 2018)(Wu et al., 2014). მრავალი ლიტერატურული წყარო ადასტურებს რომ, პირის ღრუს ლორწოვან შრის ფიბროზს იწვევს რკინის უკმარისობა რაციონიდან არასაკმარისი მიღების გამო, ხოლო ერთ-ერთი მკვლევარი კი აღნიშნავს რომ, რკინის პრეპარატებისა და ანტიოქსიდატების მიღების მიუხედავად, ლორწოვან შრის ფიბროზის მქონე პაციენტებს, მაინც აღნიშნებოდათ რკინის უკმარისობა (Bhattacharya et al., 2016).

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საკონტროლო ჯგუფში არცერთი ელემენტის სარწმუნო კორელაცია არ დაფიქსირებულა კარიესის ინტენსივობასთან მიმართებაში. ამრიგად, ჩვენმა კვლევამ აჩვენა რკინისა და თუთიის კარიოსტატიკური მოქმედება, რასაც ადასტურებს არაერთი კვლევა (NS Venkatesh Babu, 2017) (Bhattacharya et al., 2016) (Üçkardeş et al., 2009).

სქესის მიხედვით კბილის მაგარ ქსოვილებში მიკროელემენტების შემცველობის მხრივ სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი განსხვავება არ იქნა გამოვლენილი. მხოლოდ Br-ს შემცველობა აღმოჩნდა მნიშვნელოვნად მაღალი კონცენტრაციით თმაში ბიჭების ჯგუფში (საშ. 4.99; სტ. გად 3.8) გოგონებთან შედარებით (საშ. 3.02; სტ. გად 2.99).

ასაკის აბსოლუტური ციფრების სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ასოცირება გამოვლინდა თმაში თუთიის (Zn) (Spearman's rho 0.543;  $p < 0.001$ ), სპილენძის (Cu) (Spearman's rho 0.438  $p = 0.003$ ), გოგირდის (S) (Spearman's rho 0.375  $p = 0.011$ ), ბრომისა (Br) (Spearman's rho -0.384;  $p = 0.009$ ) და ტიტანის (Ti) (Spearman's rho -0.388  $p = 0.009$ ) შემცველობასთან მიმართებაში.

ასაკობრივ კატეგორიებთან მიმართებაში ასევე გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირი ზოგიერთი ელემენტის კონცენტრაციასთან.

აღსანიშნავია, რომ სპილენძისა (Cu) და ტიტანის (Ti) შემთხვევაში ასაკის მატებასთან ერთად კონცენტრაციის კლების ტენდენცია შეინიშნება და აღნიშნული ასოციაცია სტატისტიკურად სარწმუნოა (სპილენძი: Kruskal-Wallis test 6.63;  $p = 0.036$ ; ტიტანი: Kruskal-Wallis test 6.49;  $p = 0.039$ ). ბრომის ანალოგიური მაჩვენებლები

მეტნაკლებად სტაბილურია ასაკობრივი ჯგუფების მიხედვით და ვერ აღწევს სტატისტიკური მნიშვნელოვნების ზღვარს.

სპილენძი გამოვლენილია, როგორც კარიესოგენური ელემენტი. მალაიაზიაში ჩატარებულ კვლევაში, დაწყებითი კლასის ბავშვებში, არაკარიესულ კბილებთან შედარებით კარიესულ კბილებში აღმოჩენილია სპილენძის უფრო მაღალი შემცველობა (A. S. Hussein et al., 2013). აღმოჩნდა, რომ კარიესის მაღალი გავრცელება ასოცირდება წყალში, საკვებში, ნიადაგში ან ბოსტნეულში სპილენძის არსებობასთან (Pathak et al., 2016). თუმცა ჩატარებულია კვლევა, სადაც დადგინდა ნეგატიური კორელაცია კარიესის გავრცელებასა და სპილენძის შემცველობას შორის (Alaa S. Hussein & Ban Ali Salih, 2017).

გამოკვლევების შედეგად დადგინდა, რომ იმ პაციენტებს რომლებსაც აქვთ ორალური ლეიკოპლაკია, სუბმუკოზალური ფიბროზი, ბრტყელუჯრედოვანი კარცინომა, სისხლის შრატში აღენიშნებათ სპილენძის მაღალი შემცველობა. აგრეთვე, არსებობს კვლევები, რომლებიც აღწერენ სპილენძის უკმარისობით გამოწვეულ ოსტეოპოროზულ ცვლილებებს ძვალში (Bhattacharya et al., 2016).

კბილის მაგარ ქსოვილებში თუთიის (Zn) შემცველობა სტატისტიკურად მნიშვნელოვან უარყოფით კორელაციაში აღმოჩნდა ასაკის აბსოლუტურ მაჩვენებლებთან (Spearman's rho -0.367; p=0.018). ანალოგიური სურათი იკვეთება კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობასთან მიმართებაში (Spearman's rho -0.612; p<0.001).

თმაში რკინის (Fe) მნიშვნელოვნად მომატებული შემცველობა გამოვლინდა ხელოვნურ ან/და შერეულ კვებაზე მყოფ ბავშვებში ბუნებრივ კვებაზე მყოფ ბავშვებთან შედარებით (p=0.03). სხვა ასოციაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში ან თმაში არ გამოვლენილა.

თმაში ქრომის (Cr) მნიშვნელოვნად მომატებული შემცველობა გამოვლინდა იმ ბავშვებში რომელთა დედეებს ორსულობისას აღენიშნათ ტოქსიკოზი ან/და იღებდნენ ამა თუ იმ მედიკამენტს (p=0.045). სხვა ასოციაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში ან თმაში არ გამოვლენილა.

ესენციური და პირობით ესენციური მაკრო- და მიკროელემენტთა განსაზღვრა კბილის მაგარ ქსოვილებსა და თმის ღერში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს

ადამიანის ჯანმრთელობის მონიტორინგისა და სტომატოლოგიურ დაავადებათა განვითარების რისკის ფაქტორების შეფასებისათვის; აღნიშნულ ბიოსუბსტრატებში კონცენტრირებული სასიცოცხლოდ აუცილებელი მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა სრულ წარმოდგენას გვიქმნის ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესებისა და მინერალური შემადგენლობის ხარისხზე (Lippert, 2019)(Тамбиев, 2015)(Glick & Meyer, 2013).

დადგენილია პირდაპირპროპორციული კავშირი ნერწყვში კალციუმის შემცველობასა და პირის ღრუს ჯანმრთელობას შორის (Singh et al., 2015) (Pandey et al., 2015). ასევე, უარყოფითი კორელაცია კალციუმის შემცველობასა და კარიესის განვითარებას შორის, და კალციუმის შემცველობასა და პაროდონტის დაავადებებს შორის (Rajesh et al., 2015) (Fiyaz et al., 2013).

თმაში ქრომის (Cr) მნიშვნელოვნად მომატებული შემცველობა გამოვლინდა იმ ბავშვებში რომელთა დედებს ორსულობისას აღნიშნათ ტოქსიკოზი ან/და იღებდნენ ამა თუ იმ მედიკამენტს ( $p=0.045$ ) (დიაგრამა 14). სხვა ასოციაცია კბილის მაგარ ქსოვილებში ან თმაში არ გამოვლენილა.

სიცოცხლისათვის მნიშვნელოვანი მაკრო- და მიკროელემენტებით არასაკმარისი უზრუნველყოფა და არაბალანსირებული მოხმარება დღეს მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის მოსახლეობის ყველა ასაკობრივი ჯგუფის ჯანმრთელობაზე, განვითარებაზე, ორგანო- და სისტემოგენეზზე მუდმივი უარყოფითი ზემოქმედების ფაქტორია; პირველ რიგში კი ეს აისახება მოზარდი თაობის ჯანმრთელობაზე, ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებაზე (Skalnaya & Skalny, 2018) (Chitturi et al., 2015)(Bird et al., 2017)(Ritchie & Roser, 2017).

აღნიშნული ფაქტორი გამოიკვეთა ჩვენი კვლევების შედეგადაც, ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა დეფიციტით მქონე ბავშვთა კონტინგენტში აღინიშნებოდა გარკვეული ჯანმრთელობის პრობლემები, კერძოდ, Ca-ის- ვინაიდან, კალციუმი წარმოადგენს ძვლებისა და კბილის მაგარი ქსოვილების მთავარ შემადგენელ კომპონენტს (Khammissa et al., 2018)(Lin et al., 2014)(Pandey et al., 2015). მიუხედავად იმისა, რომ კალციფიცირებული ქსოვილებისაგან განსხვავებით, ის მცირე რაოდენობითაა სხვა ქსოვილებსა თუ უჯრედებში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სასიცოცხლო პროცესებში - მონაწილეობს სისხლის შედედებაში,

ნერვული იმპულსების გადაცემაში, კუნთების ფუნქციონირებაში და ასევე, ასტიმულირებს ჰორმონების გამოყოფას ორგანიზმში (K. Li et al., 2018) (Pathak et al., 2016)..

ჩვენი მონაცემებით, კალციუმის დეფიციტის დაფიქსირებისას (თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში) ბავშვებში აღინიშნებოდა ძვლის მინერალიზაციის დარღვევა 52%-ში, იმუნიტეტის დაქვეითება 72%-ში, რაც ხშირ ავადობას განაპირობებდა.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ რკინა ადამიანის ორგანიზმისათვის მეტად მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს, განსაკუთრებით ჟანგბადის მიმოცვლის პროცესში, ამიტომ მისი ნაკლებობა იწვევს ანემიას (Ayesh, 2018)(Robert J Schroth, Jeremy Levi, Eleonore Kliwer, 2013). რკინის დეფიციტი უარყოფითად მოქმედებს ბავშვის ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებასა და იმუნურ სისტემაზე, განაპირობებს სანერწყვე ჯირკვლების ფუნქციის და მისი ბუფერული აქტივობის დაქვეითებას (Sousa et al., 2019)(Lynch et al., 2018) (Domellöf et al., 2014).

ჩვენი კვლევით დადგინდა, რომ რკინის დეფიციტის შემთხვევაში ბავშვთა 67% -ში აღინიშნებოდა რკინადეფიციტური ანემია, 28,9% -ში- თავბრუსხვევა, მცირეწლოვან ბავშვებში ფსიქომოტორულ განვითარებაში ჩამორჩენა, ჭირვეულობა, ფრჩხილების მსხვრევადობა.

თუთია ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია (Guo, 2018). განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი როლი იმუნური სისტემის განვითარებისათვის, მინერალური ქსოვილების (ძვალი, კბილი მაგარი ქსოვილი) ფორმირებისათვის, ასევე მონაწილეობს ფერმენტული სისტემის აქტივაციასა და მეტაბოლურ პროცესებში (Pathak et al., 2016)(Chitturi et al., 2015)(Sejdini et al., 2018)..

გამოკვლევული კონტიგენტის იმ ნაწილში, ვისაც თუთიის მინიმალური ან დეფიციტური შემცველობა დაუფიქსირდათ ჩვენს მიერ გამოკვლევულ სუბსტრატებში, იმუნიტეტის დაქვეითების ფონზე ხშირად აღენიშნებოდათ ზემო სასუნთქი გზების კატარი, ვირუსული დაავადებები, უმადობა და ფრჩხილების მტვრევადობა.

ჩვენი მონაცემებით, სხვა მაკრო- და მიკროელემენტებზე ვერ მივიღეთ სტატისტიკურად სარწმუნო მონაცემები. ამიტომ, მოცემულ შრომაში აღარ მოვიხსენიეთ.

მაკრო- და მიკროელემენტების ბივარიაციულ კორელაციური ანალიზის შედეგად გამოვლინდა გარკვეული მონაცემების სტატისტიკურად სარწმუნო კორელაცია, კერძოდ, მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორელაცია თმაში კალიუმის შემცველობასა და კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის შემცველობას შორის (Spearman's rho  $-0.584$ ;  $p < 0.001$ ). ასევე, მნიშვნელოვანი დადებითი კორელაცია ფიქსირდება თმაში ტიტანის (Ti) და კბილის მაგარ ქსოვილებში რკინის (Fe) შემცველობას შორის (Spearman's rho  $0.567$ ;  $p < 0.001$ ).

უნდა აღინიშნოს, რომ კორელაციის კოეფიციენტების მიხედვით კორელაციის სიმძლავრე სუსტიდან საშუალომდე მერყეობს. კორელაციის მაქსიმალური კოეფიციენტი  $0.611$ -ია, რაც იმას ნიშნავს, რომ თმაში კონკრეტული ნივთიერების შემცველობა კბილის ნივთიერებაში ამავე (ან სხვა) ნივთიერების შემცველობის ვარიაციის მაქსიმუმ  $36\%$ -ს ხსნის, ხოლო ვარიაციის დარჩენილი  $64\%$  განპირობებულია რომელიღაც სხვა ფაქტორებით. აღნიშნულის გათვალისწინებით, თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრა არ შეიძლება ჩაითვალოს კბილის მაგარ ქსოვილებში იმავე ან სხვა მაკრო- და მიკროელემენტის შემცველობის საიმედო პრედიქტორად. შესაბამისად, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა კბილის მაგარ ქსოვილებში უნდა განისაზღვროს უშუალოდ კბილის ნივთიერებიდან აღებულ სინჯში.

ამრიგად, თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობითად ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის შესწავლამ გამოავლინა მაღალი კორელაციის კოეფიციენტი, როგორც კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციასთან, ასევე მზარდი ორგანიზმის ზოგად ჯანმრთელობასთან.



## დასკვნები და რეკომენდაციები

### დასკვნები

1. გამოკვლეული კონტინგენტის ყველა ასაკობრივ ჯგუფში კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა იყო მაღალი და შეადგენდა საშუალოდ 88,5 % და 5,89+4,49 (კბ+კბა), შესაბამისად ( $p < 0,001$ ). ამასთანავე, კარიესის გავრცელებისა და ინტენსივობის ყველაზე მაღალი მაჩვენებლები დაფიქსირდა 7-9 წლის ასაკის ბავშვებში.
2. კარიესული პროცესის აქტივობა განისაზღვრა მისი გამოვლენის თავისებურებებით. კერძოდ, ინტენსივობის კომპონენტებიდან მეტი წილი მოდიოდა არანამკურნალევ კბილებზე (კბა ინდექსის მიხედვით). ამასთანავე, კარიესის კომპენსირებული ფორმა დაფიქსირდა 34,9% -ში, სუბკომპენსირებული ფორმა 21,6 % -ში, დეკომპენსირებული - 43,5 %- ში.
3. გამოკვლევულთა თმის ღერის, ძირითადად, მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის მონაცემთა კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხთან შეჯერებისას, გამოვლინდა კორელაციის მაღალი კოეფიციენტი - თმის ღერში კალციუმის, თუთიის და რკინის შემცველობისა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის.
4. ბავშვთა იმ კონტინგენტში, რომელთაც აღენიშნებოდათ კარიესის დეკომპენსირებული ფორმა, დაუდგინათ კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობით ესენციურ ელემენტთა რამდენადმე (საშუალოდ 42,5%) შემცირება.
5. კბილის მაგარ ქსოვილში თუთიის (Spearman's rho -0.367;  $P = 0.018$ ) და რკინის (Spearman's rho - 0.612;  $p < 0.001$ ) შემცველობა სტატისტიკურად მნიშვნელოვნად უარყოფით კორელაციაში აღმოჩნდა ასაკის აბსოლუტურ მაჩვენებელთან.
6. თმაში მაკრო- და მიკროელემენტების კონცენტრაციის განსაზღვრა არ შეიძლება ჩაითვალოს კბილის მაგარ ქსოვილებში იმავე ან სხვა მაკრო- და მიკროელემენტის შემცველობის საიმედო პრედიქტორად. შესაბამისად, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა კბილის მაგარ ქსოვილებში უნდა განისაზღვროს უშუალოდ კბილის ნივთიერებიდან აღებულ სინჯში.

7. თმის ღერისა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობის შესწავლამ გამოავლინა:
- ა) მაღალი კორელაციის კოეფიციენტი, როგორც კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხთან, ისე მზარდი ორგანიზმის ზოგად ჯანმრთელობასთან.
  - ბ) ურთიერთკავშირი ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლურ პროცესებსა და მინერალური შემადგენლობის ხარისხს შორის.

## პრაქტიკული რეკომენდაციები

1. თმის ღერისა და კბილის ქსოვილთა ანალიზი რენტგენულ-ფლუორესცენტული სპექტრომეტრის მეთოდით გამოყენებული უნდა იქნეს ბავშვთა და მოზარდთა ასაკში კარიესის განვითარების ოპტიმალური და მიზანმიმართული პრევენციისთვის.
2. ორგანიზმში ესენციურ მაკრო-და მიკროელემენტთა შემცველობის დადგენით, მითუმეტეს მათი დისბალანსის შემთხვევაში, შესაძლოა განისაზღვროს ბავშვის ზოგადი და სტომატოლოგიური ჯანმრთელობა და შესაბამისად, დროულად დაიგეგმოს სამკურნალო-პროფილაქტიკური ღონისძიებები.

## დასკვნითი ნაწილი

### ბიბლიოგრაფია

1. Agadzhanian, N. A., Skalny, A. V., Berezkina, E. S., Demidov, V. A., Grabeklis, A. R., & Skalnaya, M. G. (2016). Reference values for chemical elements concentration in hair of adults in the Republic of Tatarstan. *Human Ecology (Russian Federation)*, *8*(4), 38–44. <https://doi.org/10.33396/1728-0869-2016-4-38-44>
2. Ahmed, T., Hossain, M., & Sanin, K. I. (2012). Global burden of maternal and child undernutrition and micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *61*(suppl 1), 8–17. <https://doi.org/10.1159/000345165>
3. Ambeskovic, M., Fuchs, E., Beaumier, P., Gerken, M., & Metz, G. A. (2013). Hair trace elementary profiles in aging rodents and primates: Links to altered cell homeodynamics and disease. *Biogerontology*, *14*(5), 557–567. <https://doi.org/10.1007/s10522-013-9464-1>
4. Amr, M. A., & Helal, A. F. I. (2010). Analysis of Trace Elements in Teeth by ICP-MS: Implications for Caries. *Journal of Physical Science*, *21*(2), 1–12.
5. Arruda, R. S. A. L. D. A. Z. (2020). ICP-MS and trace element analysis as tools for better understanding medical conditions. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *133*.
6. Astolfi, M. L., Pietris, G., Mazzei, C., Marconi, E., & Canepari, S. (2020). Element levels and predictors of exposure in the hair of Ethiopian children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(22), 1–22. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228652>
7. Avery, J. C., & Hoffmann, P. R. (2018). Selenium, selenoproteins, and immunity. *Nutrients*, *10*(9). <https://doi.org/10.3390/nu10091203>
8. Ayesh, M. H. (2018). Angular cheilitis induced by iron deficiency anemia. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, *85*(8), 581–582. <https://doi.org/10.3949/ccjm.85a.17109>
9. Azab, S. F., Saleh, S. H., Elsaed, W. F., Elshafie, M. A., Sherief, L. M., & Esh, A. M. (2014). Serum trace elements in obese Egyptian children: A case-control study. *Italian Journal of Pediatrics*, *40*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/1824-7288-40-20>
10. Bailey, R. L., West, K. P., & Black, R. E. (2015). The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Annals of Nutrition and Metabolism*, *66*(suppl 2), 22–33.

<https://doi.org/10.1159/000371618>

11. Baumann, T., Bereiter, R., Lussi, A., & Carvalho, T. S. (2017). The effect of different salivary calcium concentrations on the erosion protection conferred by the salivary pellicle. *Scientific Reports*, *7*(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-13367-3>
12. Bernabé, E., & Sheiham, A. (2014). Extent of differences in dental caries in permanent teeth between childhood and adulthood in 26 countries. *International Dental Journal*, *64*(5), 241–245. <https://doi.org/10.1111/idj.12113>
13. Bhattacharya, P. T., Misra, S. R., & Hussain, M. (2016). Nutritional Aspects of Essential Trace Elements in Oral Health and Disease: An Extensive Review. *Scientifica*, *2016*, 12 pages. <https://doi.org/10.1155/2016/5464373>
14. Bird, J. K., Murphy, R. A., Ciappio, E. D., & McBurney, M. I. (2017). Risk of deficiency in multiple concurrent micronutrients in children and adults in the United States. *Nutrients*, *9*(7). <https://doi.org/10.3390/nu9070655>
15. Broadley, M., Brown, P., Cakmak, I., Renge, L., & Zhao, F. (2012). Chapter 7 - Function of nutrients: micronutrients. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*, 191–248.
16. Campos Ponce, M., Polman, K., Roos, N., Wieringa, F. T., Berger, J., & Doak, C. M. (2019). What Approaches are Most Effective at Addressing Micronutrient Deficiency in Children 0–5 Years? A Review of Systematic Reviews. *Maternal and Child Health Journal*, *23*(1), 4–17. <https://doi.org/10.1007/s10995-018-2527-9>
17. Chitturi, R., Baddam, V. R., Prasad, L., Prashanth, L., & Kattapagari, K. (2015). A review on role of essential trace elements in health and disease. *Journal of Dr. NTR University of Health Sciences*, *4*(2), 75. <https://doi.org/10.4103/2277-8632.158577>
18. Colby J. Vorland, Elizabeth R. Stremke, Ranjani N. Moorthi, and K. M. H. G. (2017). Effects of Excessive Dietary Phosphorus Intake on Bone Health. *Curr Osteoporos Rep.*, *15*(5), 473–482. <https://doi.org/10.1007/s11914-017-0398-4.Effects>
19. Costa Pessoa, J., Garribba, E., Santos, M. F. A., & Santos-Silva, T. (2015). Vanadium and proteins: Uptake, transport, structure, activity and function. *Coordination Chemistry Reviews*, *301–302*(October), 49–86. <https://doi.org/10.1016/j.ccr.2015.03.016>
20. Costello, R. B., Dwyer, J. T., & Bailey, R. L. (2016). Chromium supplements for glycemic control in type 2 diabetes: Limited evidence of effectiveness. *Nutrition Reviews*,

- 74(7), 455–468. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw011>
21. Curtis, E. M., Cooper, C., & Harvey, N. C. (2021). Cardiovascular safety of calcium, magnesium and strontium: what does the evidence say? *Aging Clinical and Experimental Research*, *33*(3), 479–494. <https://doi.org/10.1007/s40520-021-01799-x>
  22. Czarnek, K., Terpilowska, S., & Siwicki, A. K. (2015). Selected aspects of the action of cobalt ions in the human body. *Central European Journal of Immunology*, *40*(2), 236–242. <https://doi.org/10.5114/ceji.2015.52837>
  23. da Costa Alcântara, P. C., Alexandria, A. K., de Souza, I. P. R., & Maia, L. C. (2014). In situ effect of titanium tetrafluoride and sodium fluoride on artificially decayed human enamel. *Brazilian Dental Journal*, *25*(1), 28–32. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201302329>
  24. Das, J. K., Salam, R. A., Kumar, R., & Bhutta, Z. A. (2013). Micronutrient fortification of food and its impact on woman and child health: a systematic review. *Systematic Reviews*, *2*(1), 67. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-2-67>
  25. Dimaisip-Nabuab, J., Duijster, D., Benzian, H., Heinrich-Weltzien, R., Homsavath, A., Monse, B., ... Kromeyer-Hauschild, K. (2018). Nutritional status, dental caries and tooth eruption in children: A longitudinal study in Cambodia, Indonesia and Lao PDR 11 Medical and Health Sciences 1117 Public Health and Health Services 11 Medical and Health Sciences 1105 Dentistry. *BMC Pediatrics*, *18*(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s12887-018-1277-6>
  26. Ditmyer, M., Dounis, G., Mobley, C., & Schwarz, E. (2011). Inequalities of caries experience in Nevada youth expressed by DMFT index vs. Significant Caries Index (SiC) over time. *BMC Oral Health*, *11*(1), 1–10. <https://doi.org/10.1186/1472-6831-11-12>
  27. Długaszek, M., & Skrzeczanowski, W. (2017). Relationships Between Element Contents in Polish Children's and Adolescents' Hair. *Biological Trace Element Research*, *180*(1), 6–14. <https://doi.org/10.1007/s12011-017-0987-1>
  28. Doguer, C., Ha, J. H., & Collins, J. F. (2018). Intersection of Iron and Copper Metabolism in the Mammalian Intestine and Liver. *Comprehensive Physiology*, *8*(4), 1433–1461. <https://doi.org/10.1002/cphy.c170045>
  29. Domellöf, M., Braegger, C., Campoy, C., Colomb, V., Decsi, T., Fewtrell, M., ... Van

- Goudoever, J. (2014). Iron requirements of infants and toddlers. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, *58*(1), 119–129. <https://doi.org/10.1097/MPG.0000000000000206>
30. Dongarrà, G., Lombardo, M., Tamburo, E., Varrica, D., Cibella, F., & Cuttitta, G. (2011). Concentration and reference interval of trace elements in human hair from students living in Palermo, Sicily (Italy). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, *32*(1), 27–34. <https://doi.org/10.1016/j.etap.2011.03.003>
31. Eastman, R. R., Jursa, T. P., Benedetti, C., Lucchini, R. G., & Smith, D. R. (2013). Hair as a biomarker of environmental manganese exposure. *Environmental Science and Technology*, *47*(3), 1629–1637. <https://doi.org/10.1021/es3035297>
32. Eduardo, C. D. P., Simões, A., De Freitas, P. M., Arana-Chavez, V. E., Nicolau, J., & Gentil, V. (2013). Dentin decalcification during lithium treatment: Case report. *Special Care in Dentistry*, *33*(2), 91–95. <https://doi.org/10.1111/scd.12000>
33. Elham Razmpoosh, S. A. & A. S. A. (2018). The Relationship of Nutrition Components and Life Style to Dental Caries: A Review Article. *Article. Journal of Nutrition and Food Security (JNFS)*, *3*(3), 167–174.
34. Fabian Rohner, Michael Zimmermann, Pieter Jooste, Chandrakant Pandav, Kathleen Caldwell, Ramkripa Raghavan, and D. J. R. (2014). Biomarkers of Nutrition for Development—Iodine Review1–4. *The Journal of Nutrition*, *144*, 1322S–1342S. <https://doi.org/10.3945/jn.113.181974.a>
35. Farag, M. R., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Arif, M., Ayasan, T., Dhama, K., ... Karthik, K. (2017). Role of chromium in poultry nutrition and health: Beneficial applications and toxic effects. *International Journal of Pharmacology*, *13*(7), 907–915. <https://doi.org/10.3923/ijp.2017.907.915>
36. Farquhar, W. B., Edwards, D. G., Jurkowitz, C. T., & Weintraub, W. S. (2015). Dietary Sodium and Health. *Journal of the American College of Cardiology*, *65*(10), 1042–1050. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2014.12.039>
37. Fatima, T., Rahim, Z. B. H. A., Lin, C. W., & Qamar, Z. (2016). Zinc: A precious trace element for oral health care? *Journal of the Pakistan Medical Association*, *66*(8), 1019–1023.

38. Fernandes, G., Vanyo, S. T., Alsharif, S. B. A., Andreana, S., Visser, M. B., & Dziak, R. (2019). Strontium effects on human gingival fibroblasts. *Journal of Oral Implantology*, *45*(4), 274–280. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-18-00253>
39. Fischer, A., Wiechuła, D., & Przybyła-Misztela, C. (2013). Changes of concentrations of elements in deciduous teeth with age. *Biological Trace Element Research*, *154*(3), 427–432. <https://doi.org/10.1007/s12011-013-9744-2>
40. Fiyaz, M., Ramesh, A., Ramalingam, K., Thomas, B., Shetty, S., & Prakash, P. (2013). Association of salivary calcium, phosphate, pH and flow rate on oral health: A study on 90 subjects. *Journal of Indian Society of Periodontology*, *17*(4), 454–460. <https://doi.org/10.4103/0972-124X.118316>
41. Garg, M., Sharma, N., Sharma, S., Kapoor, P., Kumar, A., Chunduri, V., & Arora, P. (2018). Biofortified Crops Generated by Breeding, Agronomy, and Transgenic Approaches Are Improving Lives of Millions of People around the World. *Frontiers in Nutrition*, *5*(February). <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00012>
42. Gîlcă-Blanariu, G. E., Diaconescu, S., Ciocoiu, M., & Tefănescu, G. (2018). New Insights into the Role of Trace Elements in IBD. *BioMed Research International*, *2018*. <https://doi.org/10.1155/2018/1813047>
43. Glick, M., & Meyer, D. M. (2013). Optimal oral health. *The Journal of the American Dental Association*, *144*(9), 974–975. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.2013.0215>
44. Gombart, A. F., Pierre, A., & Maggini, S. (2020). A review of micronutrients and the immune system—working in harmony to reduce the risk of infection. *Nutrients*, *12*(1). <https://doi.org/10.3390/nu12010236>
45. Grabeklis, A. R., Skalny, A. V., Nechiporenko, S. P., & Lakarova, E. V. (2011). Indicator ability of biosubstances in monitoring the moderate occupational exposure to toxic metals. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *25*(SUPPL. 1), S41–S44. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2010.10.014>
46. Gröber, U., Schmidt, J., & Kisters, K. (2015). Magnesium in prevention and therapy. *Nutrients*, *7*(9), 8199–8226. <https://doi.org/10.3390/nu7095388>
47. Grzeszczak, K., Kwiatkowski, S., & Kosik-Bogacka, D. (2020). The role of fe, zn, and cu in pregnancy. *Biomolecules*, *10*(8), 1–33. <https://doi.org/10.3390/biom10081176>



48. Guo, S. (2018). Trace Elements in Coal Gangue: A Review. *Contributions to Mineralization*, 1(10), 309–314. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71335>
49. Horning, K. J., Caito, S. W., Tipps, K. G., Bowman, A. B., & Aschner, M. (2015). Manganese is Essential for Neuronal Health. *Annual Review of Nutrition*, 35(1), 71–108. <https://doi.org/10.1146/annurev-nutr-071714-034419>
50. Hussein, A. S., Ghasheer, H. F., Ramli, N. M., Schroth, R. J., & Abu-Hassan, M. I. (2013). Salivary trace elements in relation to dental caries in a group of multi-ethnic schoolchildren in Shah Alam, Malaysia. *European Journal of Paediatric Dentistry*, 14(2), 113–118.
51. Hussein, Alaa S., & Ban Ali Salih, M. G. A.-N. (2017). The Association of Salivary Calcium , Inorganic Phosphorus , Zinc and Copper in Children and Early Childhood Caries : A case-control study. *JODR*, 4(2), 110–119.
52. James C. Fleet. (2017). The Role of Vitamin D in the Endocrinology Controlling Calcium Homeostasis. *Mol Cell Endocrinol*, 453, 36–45. <https://doi.org/10.1016/j.mce.2017.04.008>.The
53. Janka, Z. (2019). Tracing trace elements in mental functions. *CLINICAL NEUROSCIENCE*, 72(11–12), 367–379.
54. Jk, D., Ra, S., Sb, M., Zs, L., & Za, B. (2019). Food fortification with multiple micronutrients: impact on health outcomes in general population Cochrane Database of Systematic Reviews. *Cochrane Database Syst Rev.*, 12(CD011400). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011400.pub2>.[www.cochranelibrary.com](http://www.cochranelibrary.com)
55. Kamberi, B., Kocani, F., & Dragusha, E. (2012). Teeth as Indicators of Environmental Pollution with Lead. *Journal of Environmental & Analytical Toxicology*, 02(01), 1–5. <https://doi.org/10.4172/2161-0525.1000118>
56. Karim, B. F. A., & Gillam, D. G. (2013). The efficacy of strontium and potassium toothpastes in treating dentine hypersensitivity: A systematic review. *International Journal of Dentistry*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/573258>
57. Kempson, I. M., & Lombi, E. (2011). Hair analysis as a biomonitor for toxicology, disease and health status. *Chemical Society Reviews*, 40(7), 3915–3940. <https://doi.org/10.1039/c1cs15021a>

58. Kenzhebayeva, S., Abekova, A., Atabayeva, S., Yernazarova, G., Omirbekova, N., Zhang, G., ... Borisjuk, N. (2019). Mutant Lines of Spring Wheat with Increased Iron, Zinc, and Micronutrients in Grains and Enhanced Bioavailability for Human Health. *BioMed Research International*, 2019(ID 9692053), 10 pages. <https://doi.org/10.1155/2019/9692053>
59. Khammissa, R. A. G., Fourie, J., Motswaledi, M. H., Ballyram, R., Lemmer, J., & Feller, L. (2018). The Biological Activities of Vitamin D and Its Receptor in Relation to Calcium and Bone Homeostasis, Cancer, Immune and Cardiovascular Systems, Skin Biology, and Oral Health. *BioMed Research International*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/9276380>
60. Khan, A., Patthi, B., Singla, A., & Malhi, R. (2020). The role of copper and zinc in the prevention of dental caries-A systematic review. *Jiaphd.Org*, 18(1), 4–12. <https://doi.org/10.4103/jiaphd.jiaphd>
61. Kim, Y. S., Ha, M., Kwon, H. J., Kim, H. Y., & Choi, Y. H. (2017). Association between Low blood lead levels and increased risk of dental caries in children: A cross-sectional study. *BMC Oral Health*, 17(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0335-z>
62. Kirkham, B. (2013). *Quantification of Trace Metals in Deciduous Tooth Enamel Using Energy*.
63. Koletsi-Kounari, H., Mamai-Homata, E., & Diamanti, I. (2012). An in vitro study of the effect of aluminum and the combined effect of strontium, aluminum, and fluoride elements on early enamel carious lesions. *Biological Trace Element Research*, 147(1–3), 418–427. <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9328-6>
64. Konikowska, K., & Mandecka, A. (2013). Trace Elements in Human Nutrition. *International Journal of Medical Investigation*, 2(3), 115–128. <https://doi.org/10.1002/9781119133780.ch17>
65. Li, K., Wang, X. F., Li, D. Y., Chen, Y. C., Zhao, L. J., Liu, X. G., ... Deng, H. W. (2018). The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: A review of calcium intake on human health. *Clinical Interventions in Aging*, 13, 2443–2452. <https://doi.org/10.2147/CIA.S157523>
66. Li, Z., He, M., Peng, B., & Jin, Z. (2013). Strontium concentrations and isotope ratios in enamel of healthy and carious teeth in southern Shaanxi, China. *Rapid Communications*

- in Mass Spectrometry*, 27(17), 1919–1924. <https://doi.org/10.1002/rcm.6646>
67. Lin, H. S., Lin, J. R., Hu, S. W., Kuo, H. C., & Yang, Y. H. (2014). Association of dietary calcium, phosphorus, and magnesium intake with caries status among schoolchildren. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 30(4), 206–212. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2013.12.002>
68. Lippert, F. (2019). Chapter 3: Macroelements: Ca, Na, K, P, Cl. *Monographs in Oral Science*, 28, 22–31. <https://doi.org/10.1159/000455369>
69. Liu, M., Song, J., Jiang, Y., Liu, Y., Peng, J., Liang, H., ... Zhang, J. (2021). A case-control study on the association of mineral elements exposure and thyroid tumor and goiter. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 208, 111615. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111615>
70. Lynch, S., Pfeiffer, C. M., Georgieff, M. K., Brittenham, G., Fairweather-Tait, S., Hurrell, R. F., ... Raiten, D. J. (2018). Biomarkers of Nutrition for Development (BOND)-Iron review. *The Journal of Nutrition*, 148, 1001S-1067S. <https://doi.org/10.1093/jn/nxx036>
71. Ma, Y., Ran, D., Shi, X., Zhao, H., & Liu, Z. (2021). Cadmium toxicity: A role in bone cell function and teeth development. *Science of the Total Environment*, 769, 144646. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144646>
72. Marco Altarelli, Nawfel Ben-Hamouda, Antoine Schneider, M. M. B. (2019). Copper Deficiency: Causes, Manifestations, and Treatment. *Nutrition in Clinical Practise*, 34(4), 504–513. Retrieved from [http://www.ghbook.ir/index.php?name=هدی ر سازه و فرهنگ&option=com\\_dbook&task=readonline&book\\_id=13650&page=73&chckhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA](http://www.ghbook.ir/index.php?name=هدی ر سازه و فرهنگ&option=com_dbook&task=readonline&book_id=13650&page=73&chckhashk=ED9C9491B4&Itemid=218&lang=fa&tmpl=component%0Ahttp://www.albayan.ae%0Ahttps://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&q=APLIKASI+PENGENA)
73. Marín, S., Pardo, O., Báguena, R., Font, G., & Yusà, V. (2017). Dietary exposure to trace elements and health risk assessment in the region of Valencia, Spain: a total diet study. *Food Additives and Contaminants - Part A*, 34(2), 228–240. <https://doi.org/10.1080/19440049.2016.1268273>
74. Martín-Del-Campo, M., Sampedro, J. G., Flores-Cedillo, M. L., Rosales-Ibañez, R., & Rojo, L. (2019). Bone regeneration induced by strontium folate loaded biohybrid scaffolds.

- Molecules*, 24(9). <https://doi.org/10.3390/molecules24091660>
75. Martusevich, A. K., & Karuzin, K. A. (2019). Cohort study of microelement status in “healthy” population of Russian megapolis. *BioMedicine (France)*, 9(3), 1–5. <https://doi.org/10.1051/bmdcn/2019090315>
76. Mehri, A. (2020). Trace Elements in Human Nutrition (II) – An Update. *Int J Prev Med.*, 11(2).
77. Méplan, C., & Hughes, D. J. (2020). The role of selenium in health and disease: Emerging and recurring trends. *Nutrients*, 12(4), 10–13. <https://doi.org/10.3390/nu12041049>
78. Mohammed, N. R., Mneimne, M., Hill, R. G., Al-Jawad, M., Lynch, R. J. M., & Anderson, P. (2014). Physical chemical effects of zinc on in vitro enamel demineralization. *Journal of Dentistry*, 42(9), 1096–1104. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2014.04.014>
79. Mostafa Sadeghi, Reza Darakhshan, and A. B. (2012). Is there an association between early childhood caries and serum iron and serum ferritin levels? *Dent Res J (Isfahan)*, 9(3), 294–298.
80. Mousa, A., Naqash, A., & Lim, S. (2019). Macronutrient and micronutrient intake during pregnancy: An overview of recent evidence. *Nutrients*, 11(2), 1–20. <https://doi.org/10.3390/nu11020443>
81. Mukwevho, E., Ferreira, Z., & Ayeleso, A. (2014). Potential role of sulfur-containing antioxidant systems in highly oxidative environments. *Molecules*, 19(12), 19376–19389. <https://doi.org/10.3390/molecules191219376>
82. Nieder, R., Benbi, D. K., Reichl, F. X., Nieder, R., Benbi, D. K., & Reichl, F. X. (2018). Microelements and Their Role in Human Health. In *Soil Components and Human Health* (pp. 317–374). [https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-024-1222-2_7)
83. Nielsen, F. H. (2012). History of zinc in agriculture. *Advances in Nutrition*, 3(6), 783–789. <https://doi.org/10.3945/an.112.002881>
84. NS Venkatesh Babu, P. V. B. (2017). Evaluation and association of serum iron and ferritin levels in children with dental caries. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 35(2), 106–109. <https://doi.org/10.4103/JISPPD.JISPPD>

85. O'Mullane, D. M., Baez, R. J., Jones, S., Lennon, M. A., Petersen, P. E., Rugg-Gunn, A. J., ... Whitford, G. M. (2016). Fluoride and oral health. *Community Dental Health, 33*(2), 69–99. [https://doi.org/10.1922/CDH\\_3707O'Mullane31](https://doi.org/10.1922/CDH_3707O'Mullane31)
86. Oh, C., Keats, E. C., & Bhutta, Z. A. (2020). Vitamin and mineral supplementation during pregnancy on maternal, birth, child health and development outcomes in low-and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients, 12*(2). <https://doi.org/10.3390/nu12020491>
87. Onuwa, P. O., Nnamonu, L. A., Eneji, I. S., & Sha'Ato, R. (2012). Analysis of Heavy Metals in Human Scalp Hair Using Energy Dispersive X-Ray Fluorescence Technique. *Journal of Analytical Sciences, Methods and Instrumentation, 02*(04), 187–193. <https://doi.org/10.4236/jasmi.2012.24029>
88. Osredkar, J. (2011). Copper and Zinc, Biological Role and Significance of Copper/Zinc Imbalance. *Journal of Clinical Toxicology, s3*(01). <https://doi.org/10.4172/2161-0495.s3-001>
89. Ozmen, H., Akarsu, S., Polat, F., & Cukurovali, A. (2013). The levels of calcium and magnesium, and of selected trace elements, in whole blood and scalp hair of children with growth retardation. *Iranian Journal of Pediatrics, 23*(2), 125–130.
90. Pandey, P., Reddy, N. V., Rao, V. A. P., Saxena, A., & Chaudhary, C. P. (2015). Estimation of salivary flow rate, pH, buffer capacity, calcium, total protein content and total antioxidant capacity in relation to dental caries severity, age and gender. *Contemporary Clinical Dentistry, 6*(5), S65–S71. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.152943>
91. Patel, J., Dhokar, A., Panda, A., Umarji, H., Sapkal, R., & Patel, S. (2014). Randomized controlled trial to evaluate the efficacy of oral lycopene in combination with vitamin E and selenium in the treatment of oral leukoplakia. *Journal of Indian Academy of Oral Medicine and Radiology, 26*(4), 369. <https://doi.org/10.4103/0972-1363.155630>
92. Pathak, M. U., Shetty, V., & Kalra, D. (2016). Trace Elements and Oral Health: A Systematic Review. *Journal of Advanced Oral Research, 7*(2), 12–20. <https://doi.org/10.1177/2229411220160203>
93. Patricia Miranda Farias, Gabriela Marcelino, Lidiani Figueiredo Santana, Eliane Borges

- de Almeida, Rita de Cássia Avellaneda Guimarães, Arnildo Pott, P. A. H. and K. de C. F. (2020). Minerals in Pregnancy and Their Impact on Child Growth and Development. *Molecules*, 25(23), 5630. <https://doi.org/10.5810/kentucky/9780813125237.003.0006>
94. Pecora, F., Persico, F., Argentiero, A., Neglia, C., & Esposito, S. (2020). The role of micronutrients in support of the immune response against viral infections. *Nutrients*, 12(10), 1–45. <https://doi.org/10.3390/nu12103198>
95. Petersen, P. E., & Ogawa, H. (2016). Prevention of dental caries through the use of fluoride – the WHO approach. *Community Dental Health*, 33(2), 66–68. [https://doi.org/10.1922/CDH\\_Petersen03](https://doi.org/10.1922/CDH_Petersen03)
96. Pisano, M., & Hilas, O. (2016). Zinc and taste disturbances in older adults: A review of the literature. *Consultant Pharmacist*, 31(5), 267–270. <https://doi.org/10.4140/TCP.n.2016.267>
97. Pozebon, D., Scheffler, G. L., & Dressler, V. L. (2017). Elemental hair analysis: A review of procedures and applications. *Analytica Chimica Acta*, 992, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2017.09.017>
98. Qamar, Z., Rahim, Z. B. H. A., Chew, H. P., & Fatima, T. (2017). Influence of trace elements on dental enamel properties: A review. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 67(1), 116–120.
99. Quaye, O., Kuleape, J. A., Bonney, E. Y., Puplampu, P., & Tagoe, E. A. (2019). Imbalance of antioxidant enzymes activities and trace elements levels in Ghanaian HIV-infected patients. *PLoS ONE*, 14(7), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220181>
100. Rajesh, K., Zareena, Hegde, S., & Arun Kumar, M. S. (2015). Assessment of salivary calcium, phosphate, magnesium, pH, and flow rate in healthy subjects, periodontitis, and dental caries. *Contemporary Clinical Dentistry*, 6(4), 461–465. <https://doi.org/10.4103/0976-237X.169846>
101. Ray, J. G., Ghosh, R., Mallick, D., Swain, N., Gandhi, P., Ram, S. S., ... Chakraborty, A. (2011). Correlation of trace elemental profiles in blood samples of Indian patients with leukoplakia and oral submucous fibrosis. *Biological Trace Element Research*, 144(1–3), 295–305. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9091-0>
102. Reynard, B., & Balter, V. (2014). Trace elements and their isotopes in bones and teeth:

- Diet, environments, diagenesis, and dating of archeological and paleontological samples. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 416(December), 4–16. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2014.07.038>
103. Rita Shergill-Bonner. (2017). Micronutrients. *Paediatrics and Child Health*, 27(8), 357–362.
104. Ritchie, H., & Roser, M. (2017). Micronutrient Deficiency. Retrieved from OurWorldInData.org website: <https://ourworldindata.org/micronutrient-deficiency#citation>
105. Rivas, I., Viana, M., Moreno, T., Pandolfi, M., Amato, F., Reche, C., ... Querol, X. (2014). Child exposure to indoor and outdoor air pollutants in schools in Barcelona, Spain. *Environment International*, 69, 200–212. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2014.04.009>
106. Robert J Schroth, Jeremy Levi, Eleonore Kliewer, J. F. and M. E. M. (2013). Association between iron status, iron deficiency anaemia, and severe early childhood caries: A case-control study. *BMC Pediatrics*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2431-13-22>
107. Ross, G. R., Fabersani, E., Russo, M., Gómez, A., Japaze, H., González, S. N., & Gauffin Cano, P. (2017). Effect of Excess Iodide Intake on Salivary Glands in a Swiss Albino Mice Model. *BioMed Research International*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/6302869>
108. Russ Hille, James Hall, and P. B. (2014). The Mononuclear Molybdenum Enzymes. *Chem Rev.*, 114(7), 3963–4038. <https://doi.org/10.1021/cr400443z>.The
109. Sejdini, M., Begzati, A., Salihu, S., Krasniqi, S., Berisha, N., & Aliu, N. (2018). The Role and Impact of Salivary Zn Levels on Dental Caries. *International Journal of Dentistry*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/8137915>
110. Sekhri, P., Sandhu, M., Sachdev, V., & Chopra, R. (2018). Estimation of trace elements in mixed saliva of caries free and caries active children. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 42(2), 135–139. <https://doi.org/10.17796/1053-4628-42.2.9>
111. Serdar, M. A., Akin, B. S., Razi, C., Akin, O., Tokgoz, S., Kenar, L., & Aykut, O. (2012). The correlation between smoking status of family members and concentrations of toxic trace elements in the hair of children. *Biological Trace Element Research*, 148(1), 11–17. <https://doi.org/10.1007/s12011-012-9337-5>
112. Singh, S., Sharma, A., Sood, P. B., Sood, A., Zaidi, I., & Sinha, A. (2015). Saliva as a

- prediction tool for dental caries: An in vivo study. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 5(2), 59–64. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2015.05.001>
113. Skalnaya, M. G., & Skalny, A. V. (2018). Essential trace elements in human health: a physician's view. In *Tomsk: Publishing House of Tomsk State University*.
114. Skalny, A. (2013). Bioelementology as an integrative interdisciplinary approach in life sciences.
115. Skalny, A. V. (2018). Evaluation and Correction of Elemental Status of the Population As a Perspective Direction of National Healthcare and Environmental Monitoring. *Trace Elements in Medicine (Moscow)*, 19(1), 5–13. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2018-19-1-5-13>
116. Skalny, A. V. (2011). Bioelementology as an interdisciplinary integrative approach in life sciences: Terminology, classification, perspectives. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 25(SUPPL. 1), S3–S10. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2010.10.005>
117. Škovierová, H., Vidomanová, E., Mahmood, S., Sopková, J., Drgová, A., Červeňová, T., ... Lehotský, J. (2016). The molecular and cellular effect of homocysteine metabolism imbalance on human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(10), 1–18. <https://doi.org/10.3390/ijms17101733>
118. Skröder, H., Kippler, M., Nermell, B., Tofail, F., Levi, M., Rahman, S. M., ... Vahter, M. (2017). Major limitations in using element concentrations in hair as biomarkers of exposure to toxic and essential trace elements in children. *Environmental Health Perspectives*, 125(6), 1–9. <https://doi.org/10.1289/EHP1239>
119. Smith, M. R., Fernandes, J., Go, Y., & Jones, D. P. (2017). Redox dynamics of manganese as a mitochondrial life-death switch. *Biochem Biophys Res Commun*, 482(3), 388–398. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.10.126>
120. Soetan, K. O., & Oyewole, O. E. (2009). *The need for adequate processing to reduce the anti-nutritional factors in plants used as human foods and animal feeds: A review*. 3(9), 223–232.
121. Sonarkar, S., Purba, R., Singh, S., & Podar, R. (2016). Components of the diet and its relation to dental caries: A review. *International Journal of Contemporary Dental and Medical Reviews*, 2(3), 1–3. <https://doi.org/10.15713/ins.ijcdmr.11>



122. Sorrentino, R., Bortolini, E., Lugli, F., Mancuso, G., Buti, L., Oxilia, G., ... Benazzi, S. (2018). Unravelling biocultural population structure in 4th/3rd century BC Monterenzio Vecchio (Bologna, Italy) through a comparative analysis of strontium isotopes, non-metric dental evidence, and funerary practices. *PLoS ONE*, *13*(3), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193796>
123. Sousa, C., Moutinho, C., Vinha, A. F., & Matos, C. (2019). Trace Minerals in Human Health: Iron, Zinc, Copper, Manganese and Fluorine. *International Journal of Science and Reserch Methodology*, *13*(3), 57–80.
124. Świetlicka, I., Tomaszewska, E., Muszyński, S., Piedra, J. L. V., Świetlicki, M., Prószyński, A., ... Kamiński, D. (2019). The effect of cadmium exposition on the structure and mechanical properties of rat incisors. *PLoS ONE*, *14*(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0215370>
125. Tang, R. S., Huang, M. C., & Huang, S. Te. (2013). Relationship between dental caries status and anemia in children with severe early childhood caries. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, *29*(6), 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2012.10.003>
126. Taqi, M., Razak, I. A., & Ab-Murat, N. (2019). Comparing dental caries status using Modified International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) and World Health Organization (WHO) indices among school children of Bhakkar, Pakistan. *Journal of the Pakistan Medical Association*, *69*(7), 950–954.
127. Tiwari, S., Bharadva, K., Yadav, B., Malik, S., Gangal, P., Banapurmath, C. R., ... The IYCF Chapter of IAP. (2016). Infant and young child feeding guidelines, 2016. *Indian Pediatrics*, *53*(8), 703–713. <https://doi.org/10.1007/s13312-016-0914-0>
128. Tsanidou, E., Nena, E., Rossos, A., Lendengolts, Z., Nikolaidis, C., Tselebonis, A., & Constantinidis, T. C. (2015). Caries prevalence and manganese and iron levels of drinking water in school children living in a rural/semi-urban region of North-Eastern Greece. *Environmental Health and Preventive Medicine*, *20*(6), 404–409. <https://doi.org/10.1007/s12199-015-0482-2>
129. Üçkardeş, Y., Tekçiçek, M., Özmert, E. N., & Yurdakök, K. (2009). The effect of systemic zinc supplementation on oral health in low socioeconomic level children. *Turkish Journal of Pediatrics*, *51*(5), 424–428.

130. Uwitonze, A. M., Ojeh, N., Murererehe, J., Atfi, A., & Razzaque, M. S. (2020). Zinc adequacy is essential for the maintenance of optimal oral health. *Nutrients*, *12*(4). <https://doi.org/10.3390/nu12040949>
131. Velásquez, N., Pérez-Ybarra, L., Urdaneta, C. J., & Pérez-Domínguez, M. (2019). Asociación de sialometría, fosfato y calcio en saliva total bajo estímulo y en líquido crevicular gingival con caries dental en escolares. *Biomédica*, *39*(1), 157–169. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v39i1.4069>
132. Vickram, S., Rohini, K., Srinivasan, S., Veenakumari, D. N., Archana, K., Anbarasu, K., ... Srikumar, P. S. (2021). Role of zinc (Zn) in human reproduction: A journey from initial spermatogenesis to childbirth. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijms22042188>
133. Watanabe, K., Tanaka, T., Shigemi, T., Hayashida, Y., & Maki, K. (2009). Mn and Cu concentrations in mixed saliva of elementary school children in relation to sex, age, and dental caries. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, *23*(2), 93–99. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2009.01.003>
134. Weaver, C. M. (2013). Potassium and health. *Advances in Nutrition*, *4*(3). <https://doi.org/10.3945/an.112.003533>
135. Weaver, C. M., & Peacock, M. (2011). Calcium. *Advances in Nutrition*, *2*(3), 290–292. <https://doi.org/10.3945/an.111.000463>
136. Wei, K. Y., Gritter, M., Vogt, L., de Borst, M. H., Rotmans, J. I., & Hoorn, E. J. (2020). Dietary potassium and the kidney: Lifesaving physiology. *Clinical Kidney Journal*, *13*(6), 952–968. <https://doi.org/10.1093/CKJ/SFAA157>
137. Welna, M., Szymczycha-Madeja, A., & Pohl, P. (2013). A comparison of samples preparation strategies in the multi-elemental analysis of tea by spectrometric methods. *Food Research International*, *53*(2), 922–930. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.03.030>
138. Winiarska-Mieczan, A., Kowalczyk-Vasilev, E., Kwiatkowska, K., Kwiecień, M., Baranowska-Wójcik, E., Kiczorowska, B., ... Samolińska, W. (2019). Dietary Intake and Content of Cu, Mn, Fe, and Zn in Selected Cereal Products Marketed in Poland. *Biological Trace Element Research*, *187*(2), 568–578. <https://doi.org/10.1007/s12011-018-1384-0>
139. World Health Organization. (2013). *Oral health surveys: basic methods* (Fifth Edit).

140. Wu, Y. C., Wang, Y. P., Chang, J. Y. F., Cheng, S. J., Chen, H. M., & Sun, A. (2014). Oral manifestations and blood profile in patients with iron deficiency anemia. *Journal of the Formosan Medical Association*, *113*(2), 83–87. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2013.11.010>
141. Yadav, V. B., Pillay, R. H., & Jha, S. K. (2014). Application of total reflection X-ray fluorescence spectrometry for multi-elements characterization in human hair. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, *300*(1), 57–60. <https://doi.org/10.1007/s10967-014-2945-0>
142. Yagi, Takakazu., Asakawa, Akihiro, Ueda, Hirotaka., Ikeda, Satoshi., Miyawaki, Shouichi., Inui, A. (2013). The role of Zinc in the Treatment of Taste Disorders. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, *5*(1), 44–51. <https://doi.org/10.1111/dth.12183>
143. Yamada, K. (2013). Cobalt: Its role in health and disease. In *Interrelations between Essential Metal Ions and Human Diseases pp* (Vol. 13, pp. 295–320). [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7500-8_9)
144. Zahir, S., & Sarkar, S. (2006). Study of trace elements in mixed saliva of caries free and caries active children. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, *24*(1), 27–29. <https://doi.org/10.4103/0970-4388.22832>
145. Zhai, R., Zhang, M., Liu, J., Guang, H., Li, B., Chen, D., & Zhang, S. (2017). Reference Intervals of and Relationships among Essential Trace Elements in Whole Blood of Children Aged 0–14 years. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, *31*(2). <https://doi.org/10.1002/jcla.22043>
146. Zhaoqing Han, Rongrong Li, Kun Li, Muhammad Shahzad, Xiao Qiang Wang, Wenteng Jiang, Houqiang Luo, Gang Qiu, Fazul Nabi, J. L. & X. M. (2016). Assessment of Serum Trace Elements in Diarrheic Yaks (*Bos grunniens*) in Hongyuan, China. *Biological Trace Element Research*, *171*, 333–337.
147. Zhou, F., Wu, F., Zou, S., Chen, Y., Feng, C., & Fan, G. (2016). Dietary, nutrient patterns and blood essential elements in chinese children with ADHD. *Nutrients*, *8*(6), 1–14. <https://doi.org/10.3390/nu8060352>
148. A.B., C. (2004). *ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ФИЗИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА*.

149. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Риш М. А., С. Л. С. (1991). Микроэлементозы человека. In *Медицина*.
150. Д. Оберлис, БФ Харланд, А. С. (2008). Биологическая роль макро-и микроэлементов у человека и животных.
151. Дубовая Анна Валериевна. (2017). *ОСОБЕННОСТИ НАРУШЕНИЙ БИОЭЛЕМЕНТНОГО СТАТУСА, ВИТАМИННОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ И ИХ КОРРЕКЦИЯ У ДЕТЕЙ С АРИТМИЯМИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЛЕЧЕБНО-РЕАБИЛИТАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ*.
152. Е.А. Вильмс, Д.В. Турчанинов, М. С. Т. (2011). Микроэлементозы у детского населения мегаполиса: эпидемиологическая характеристика и возможности профилактики. *Педиатрия, 90*.
153. З.К. Канжигалина, Р.К.Касенова, А. Ш. О. (2013). БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ И ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА. *Вестник КазНМУ, 5(2), 88–90*.
154. Ибрагимова, М., Сабирова, Л., Березкина, Е., Скальная, М., Жданов, Р., & Скальный, А. (2011). Взаимосвязь Дисбаланса Макрои Микроэлементов И Здоровье Населения (Обзор Литературы). *Казанский Медицинский Журнал, 92(4), 5–8*.
155. Косенко, И. М. (2011). Микронутриенты и здоровье детей. *Вопросы Современной Педиатрии, 10*.
156. Кускова Ирина Сергеевна. (2017). *ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ЭЛЕМЕНТНОГО АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ МЕТОДАМИ ДУГОВОЙ И ПЛАМЕННОЙ АТОМНО- ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ*.
157. М.В. Кушнарера, Э.А. Юрьева, Е. С. К. (2015). Содержание тяжелых металлов в моче у здоровых новорожденных и детей с перинатальной патологией. *РОССИЙСКИЙ ВЕСТНИК ПЕРИНАТОЛОГИИ И ПЕДИАТРИИ, 2, 37–41*.
158. М.Г. Скальная, О. В. Б. (2012). Микроэлементозы человека. *Оренбургский Гос. Ун-т. – Оренбург : ОГУ*.
159. Сергеевна, П. И. (2014). Новая классификация биоэлементов в биоэлементологии. *Молочнохозяйственный Вестник, 1(13), 34–42*.
160. Скальный, А. В., Мирошников, С. А., Нотова, С. В., Болодурина, И. П.,

- Мирошников, С. В., & Алиджанова, И. Э. (2014). РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕМЕНТНОГО ГОМЕОСТАЗА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ АДАПТАЦИИ. *Экология Человека*, 14–17.
161. Тамбиев, А. Х. (2015). БИОЭЛЕМЕНТОЛОГИЯ И ЕЕ СВЯЗЬ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ (ОБЗОР). *ВОПРОСЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ, МЕДИЦИНСКОЙ И ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ*, 12, 23–37.
162. Феоктистова, Е. В., Сметанина, Н. С., Делягин, В. М., Дубровин, М. М., Feoktistova, E. V, Smetanina, N. S., ... Dubrovin, M. M. (2013). Состояние сердца при синдроме перегрузки железом Heart condition in the iron overload syndrome. *ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА*, 6(75), 59–60.
163. Шарипов Х.З. (2017). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА. *Академия Педагогических Идей «Новация»*.
164. თამარ ტაბატაძე. (2016). თმის ელემენტური სტატუსის გავლენა ბავშვის ხაზოვან ზრდასა და ქცევაზე.
165. ნანა სულაძე. (2015). ატმოსფერული ჰაერის ხარისხობრივი მაჩვენებლების გავლენა კბილის მაგარი ქსოვილების მინერალიზაციაზე.

## გამოქვეყნებული ნაშრომების სია

1. Shishniashvili T., Suladze N., Beridze M., Manjavidze N., „Biosubstrates as Dental Health Indicators in School-Age Children”, Georgian Med News. 2018 Mar;(276):51-55. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29697381/>
2. Beridze M., Shishniashvili T., Margvelashvili V., Manjavidze N., „The Role of Essential Macro- and Microelements in the Development of Somatic and Dental Diseases”, Georgian Med News. 2019 Dec;(297):63-67. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32011297/>
3. Beridze MA., Shishniashvili TE., Futuridze SD., Kalandadze MN., Margvelashvili VV., „Elemental Content – General and Oral Health of Child”, Is accepted for publication in Georgian Med News. 2021 May.
4. Beridze M., Shishniashvili T., Suladze N., Kalandadze M., Margvelashvili V., „The Elemental Composition of the Child's Body and its Effect on General and Dental Health” Is accepted as letter to the editor, for publication in Iranian J Public Health. Date: February 16, 2021.

# დანართები

## დანართი 1

### სტომატოლოგიური გამოკვლევის რუკა

1. სახელი, გვარი .....
2. ასაკი .....
3. სქესი .....
4. მისამართი, ტელეფონი  
.....
5. საბავშვო ბაღის დასახელება, მისამართი  
.....

### კბილების მდგომარეობა

55	54	53	52	51	61	62	63	64	65
85	84	83	82	81	71	72	73	74	75

დიაგნოზი .....

ფ - ფესვი

კ - კარიესი ბჟ - ბჟენი

0 - ამოღებული

დანართი 2

პაციენტის მშობლის ინფორმირებული თანხმობის წერილი

მე \_\_\_\_\_

(სახელი, გვარი)

მივიღე სრული ინფორმაცია კვლევის ჩატარების შესახებ. გავეცანი რა კვლევის მიზანს, მიმდინარეობას და თავისებურებებს, თანახმა ვარ, ჩემმა შვილმა მიიღოს მონაწილეობა აღნიშნულ კვლევაში.

ხელმოწერა \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

თარიღი



დანართი 3

პაციენტის გამოკვლევის რუქა

სახელი, ფიარი	ასაკი	სქესი	მისამართი, ტელეფონი	გამოკვლევის თარიღი

კბილების მდგომარეობა

55	54	53	52	51	61	62	63	64	65
85	84	83	82	81	71	72	73	74	75

დიაგნოზი -----

პაციენტის თანხმლები სომატური დაავადებები

კვება (ბუნებრივი, ხელოვნური, შერეული) -----  
 მშობლის ჯანმრთელობის მდგომარეობა (ქრ. დაავადებები, ალკოჰოლი,  
 ნარკოტიკები და სხვ.) -----

დედის ორსულობის მიმდინარეობა, მშობიარობა (ტოქსიკოზი, ორსულობის და  
 ძუძუმწოვრობის დროს სამკურნალო საშუალებების მიღება, მშობიარობის  
 პათოლოგია და სხვ.) -----

## დანართი 4

სსიპ „ლ. საყვარელიძის სახ. დაავადებათა კონტროლის და საზოგადოებრივი  
ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრი“  
National Center for Disease Control and Public Health IRB00002150  
National Center for Disease Control and Public Health IRB  
#1(FWA00002781)



### სამედიცინო ეთიკის კომისიის თანხმობის წერილი

**თავარი მკვლევარი:** მარგველაშვილი ვლადიმერ  
ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახ. უნივერსიტეტის სტომატოლოგიისა და  
ყბა-სახის ქირურგიის დეპარტამენტის ხელმძღვანელი, მედიცინის მეცნიერებათა  
დოქტორი.  
**ტელ:** 577 440 888  
**ელ.ფოსტა:** [v\\_marg@yahoo.com](mailto:v_marg@yahoo.com)

ოქმი #2018-032

**კვლევის სათაური:** “ესენციური მიკროელემენტების გავლენა სტომატოლოგიურ და ზოგად  
ჯანმრთელობაზე და მათი შემცველობის მონიტორინგი თმის ღერისა და კბილის სპექტრული  
ანალიზით”.

ლ. საყვარელიძის სახელობის დაავადებათა კონტროლის და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის  
ეროვნული ცენტრის სამედიცინო ეთიკის კომისიამ განიხილა პროექტი და დაასკვნა, რომ  
კვლევის პროტოკოლის მიხედვით საკვლევი პირების უფლებები და კეთილდღეობა  
ადექვატურადაა დაცული.

**განხილვის ტიპი:** დაჩქარებული  
**განხილვის თარიღი:** 2018 წლის 28 ივნისი

აღნიშნული დასკვნა იძლევა უფლებამოსილებას კვლევა ჩატარდეს **2018 წლის 28 ივნისიდან  
2019 წლის 28 ივნისამდე.**

- კვლევის პროცესში ნებისმიერი გაუთვალისწინებელი პრობლემის ან უარყოფითი  
მოვლენის შემთხვევაში დაუყოვნებლივ აცნობეთ ეთიკის კომისიას.
- ნებისმიერი ცვლილება კვლევის მეთოდოლოგიაში, პროტოკოლში, მონაცემთა  
შეგროვების ინსტრუმენტებში ან/და თანხმობის ფორმაში განხორციელებამდე უნდა  
აცნობოთ ეთიკის კომისიას.
- თუ კვლევა არ დასრულდება ამ დოკუმენტში მოცემულ ვადებში, საჭიროა კვლევის  
ხელახალი განხილვა ეთიკის კომისიის მიერ.

დამატებითი ინფორმაციისთვის დაგვიკავშირდით ტელ: (995-322) 39 89 46 ან ელ. ფოსტით:  
[irb.ncdc@gmail.com](mailto:irb.ncdc@gmail.com)

**კომისიის თავმჯდომარე:** მარინა თოფურბე,  
**IRB0000215**

მ. ასათიანის 9, თბილისი 0177; 9 M.Asatiani st., Tbilisi, 0177, Georgia; Phone: (995-322) 39 89 46, Fax: (995-322) 31 14 85,  
E-mail: [ncdc@ncdc.ge](mailto:ncdc@ncdc.ge)

დანართი 5

კვლევის დროს გადაღებული ფოტოები

სურათი 4. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია



პაციენტი: ნ.ტ. 5,6 წლის

სურათი 5. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია



პაციენტი: მ.მ. 6,4 წლის

სურათი 6. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია



პაციენტი: გ.დ. 6 წლის

სურათი 7. დიაგნოზი: სისტემური დემინერალიზაცია



პაციენტი: მ.ზ. 6,8 წლის