

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 დისერტაციის
ავტორეფერატი

სამეცნიერო ხელმძღვანელი:

ვლადიმერ მარგველაშვილი

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

სამეცნიერო თანახელმძღვანელი

თამარ შიშნიაშვილი

მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორი

თბილისი

2021

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, 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.

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. ამ უკანასკნელის ქიმიურ-ანალიტიკურ საფუძველს შეადგენს ცოცხალ ორგანიზმში ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის ფართო დიაპაზონით (მაკროდან ულტრამიკრომდე) განსაზღვრა.

ადამიანის სხეულის ძირითად მასას მაკროელემენტები ქმნიან, მიკროელემენტები კი ის ქიმიური ელემენტებია, რომლებიც ორგანიზმში წარმოდგენილია ძალიან მცირე რაოდენობით, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ მეტაბოლურ პროცესებში. 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. მაგ: იოდის 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.

ბოლო 50 წლის განმავლობაში საერთაშორისო სამეცნიერო კვლევების საფუძველზე დაგროვდა მრავალფეროვანი მონაცემი 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.

აღსანიშნავია, რომ მინერალური ცვლის დარღვევით განპირობებული დაავადებების მიმართ ყველაზე მგრძობიარენი არიან ბავშვები და მოზარდები. მზარდი ორგანიზმის მაღალი მგრძობელობა გამოწვეულია განვითარების ანატომო-ფიზიოლოგიური თავისებურებებით, ორგანოებისა და სისტემების ჩამოყალიბების კრიტიკული პერიოდების არსებობით, ცვლითი პროცესების თავისებურებებით, ლაბილური იმუნური სისტემის არსებობით და სხვა.

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 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 ქსოვილითა 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-ფლოუორესცენტული სპექტომეტრიის მეთოდით.
4. გამოკვლეულთა თმის ღერში, როგორც ბიოსუბსტრატში, შეუცვლელ ქიმიურ ელემენტთა შემცველობის განსაზღვრა კარიესის ინტენსივობის სხვადასხვა ფორმის დროს რენტგენულ-ფლოუორესცენტული სპექტომეტრიის მეთოდით.
5. გამოკვლეულ 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, გამოკვლეულთა (საკონტროლო და ძირითად ჯგუფებში) ზოგადი მდგომარეობის მონიტორინგისათვის.

კვლევის სამეცნიერო სიახლე:

პირველადია:

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 მინანქარსა და დენტინში ესენციური და პირობითად ესენციური მაკრო - და მიკროელემენტთა შემცველობის გავლენა ბავშვისა 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 თვისებურებები 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

- თმის ღერში ქიმიურ ელემენტა - ესენციურ და პირობითად ესენციურ მაკრო და მიკროელემენტა 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.

კვლევის მასალა და მეთოდები

სიცოცხლისთვის შეუცვლელი - ესენციური და პირობითად ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტა გავლენის შესასწავლად ბავშვთა სტომატოლოგიურ და ზოგად ჯანმრთელობაზე და მათი მონიტორინგისათვის თმის ღერისა და კბილის სპექტრული ანალიზით ჩვენს მიერ გამოკვლეული იქნა ქ. ბათუმის (საქართველო) 3 სახელმწიფო სკოლისა და 2 ბაღის 3-დან 12 წლამდე ასაკის 375 ბავშვი, რომელთა შერჩევა მოხდა რანდომიზირებულად.

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 სქესის მიხედვით-გოგონა 189(50,4%) და ბიჭი 186(49,6%). აღსანიშნავია, რომ კვლევაში მონაწილე გოგონათა საშუალო ასაკი იყო 8.3 წელი, ბიჭებისა კი 7.5 წელი, განსხვავება სტატისტიკურად სარწმუნოა ($p=0.002$).

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. თითოეული სკოლისა და ბაღის ხელმძღვანელი წინასწარ ინფორმირებული იყო აღნიშნული კვლევის შესახებ.

გამოკვლეულთა მთელ კონტინგენტში (375 გამოკვლეული) შეფასდა კბილის მაგარ ქსოვილთა მდგომარეობა. შეფასება წარმოებდა მსოფლიო ჯანმრთელობის დაცვის ორგანიზაციის (ჯანმო) მიერ მოწოდებული სტანდარტული ინდექსების გამოყენებით, კერძოდ, კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხს განვსაზღვრავდით კარიესის გავრცელების (%) და ინტენსივობის (კბ, კბ+კბა, კბა ინდექსები) მონაცემებით.

აღსანიშნავია რომ, 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 (მითუმეტეს მოლარების) დაკარგვა არ შეიძლება იყოს დაკავშირებული ფიზიოლოგიურ პროცესებთან, ამიტომ აღნიშნულ ასაკშიც გამოვიყენეთ კბა ინდექსი.

დაწყებითი კარიესის, ანუ კარიესის ლაქის სტადიაში შესაფასებლად, ვიყენებით ვიტალური შეღებვის მეთოდს მეთილენის ლურჯის 2%-იანი ხსნარით, რითიც ვაფასებდით დაზიანების ხარისხს შეღებვის ინტენსივობის მიხედვით.

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

ესენციურ და პირობითად ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა დისბალანსის გავლენის დასადგენად სომატურ და სტომატოლოგიურ დაავადებებზე გამოკვლეული იქნა 3-12 წლის ასაკის 48 ბავშვი, 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 სპექტრული 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. თითოეული პაციენტისათვის იხსნებოდა ანკეტა და ივსებოდა სპეციალური ფორმა. ბიოლოგიური მასალის ქიმიური ანალიზი წარმოებდა სამედიცინო კვლევის ცენტრში - ლაბორატორია „ბიოელემენტში“.

თმის ღერში ესენციურ და პირობითად ესენციურ ელემენტთა თვისობრივი და რაოდენობრივი კვლევისათვის ვიყენებდით რენტგენულ-ფლოორესცენტულ 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-ფლოორესცენტული სპექტრომეტრით. თმის ნიმუშს ვიღებდით კეფის მიდამოდან არაუმეტეს ერთი სანტიმეტრის დაშორებით და 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) ერთმონეტიანი შემცველობას.

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, Rb, Zn, Ni, Mn, Sr) შემცველობა.

გამოკვლევულ კონტინგენტში (48 ბავშვი) ესენციურ და პირობით ესენციურ მაკრო - და მიკროელემენტთა

დისბალანსის გავლენის შესაფასებლად მოზარდის 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.

კვლევის შედეგების მათემატიკურ-სტატისტიკური დამუშავება განხორციელდა პროგრამების პაკეტის SPSS 21-ის (IBM SPSS statistics for Windows, version 21.0 Armonk, NY:IBMCorp) გამოყენებით.

კვლევის შედეგების განხილვა

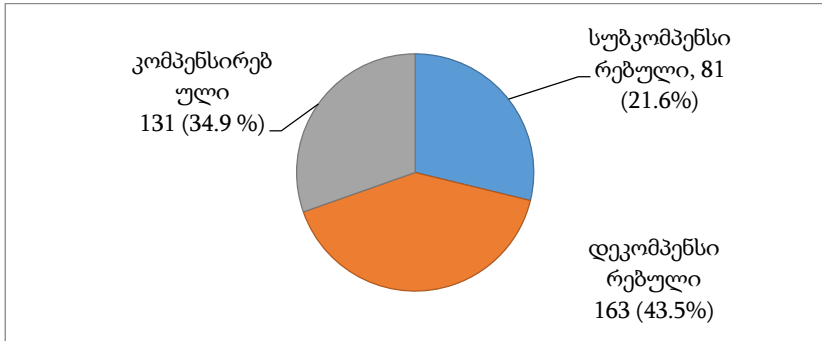
ქ. ბათუმის სახელმწიფო საბავშვო ბაღებსა და საჯარო სკოლებში (3-12 წლის ასაკის 375 ბავშვი) ჩატარებულმა გამოკვლევებმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა დროებითი და მუდმივი კბილების კარიესის გავრცელებისა და ინტენსიურობის ძირითადი მაჩვენებლები ასაკისა და სქესის გათვალისწინებით. გამოკვლევის თანახმად, კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა ყველა ასაკობრივ ჯგუფში იყო მაღალი და საშუალოდ შეადგენდა, შესაბამისად 88,5% და 5.89 ± 4.42 (კბა+კბ). (ცხრილი 1).

სქესი	რაოდენობა	კარიესის გავრცელება (%)	კარიესის ინტენსიურობა; საშ., (სტ. გად)				
			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 1. 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 ± 4.3 , ხოლო დაბჟენილი - 0.56 ± 1.64 ($p < 0,01$).

კარიესი გამოვლინდა 332 (88.5%) შემთხვევაში. კარიესის აქტივობის ხარისხის მიხედვით გამოკვლეულები შემდეგნაირად განაწილდა: კომპენსირებული 131 (34.9%), სუბკომპენსირებული 81 (21.6%), დეკომპენსირებული 163 (43.5%) (დიაგრამა 1).



დიაგრამა 1. გამოკვლეულთა განაწილება კარიესის აქტივობის ხარისხის მიხედვით

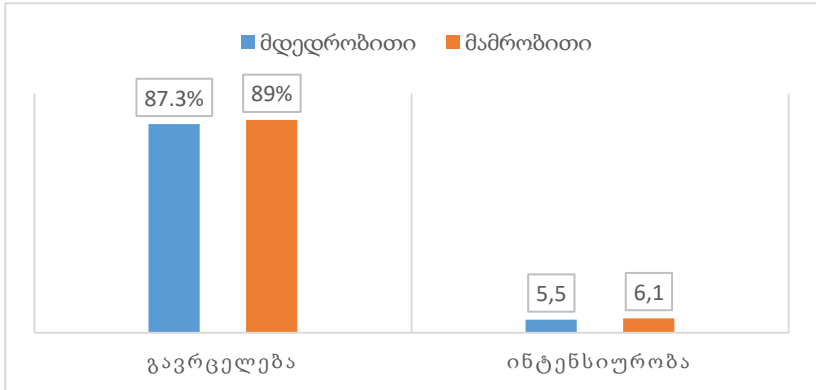
კარიესის გავრცელება არ იყო სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირში გამოკვლეულთა სქესთან. თუმცა, კარიესი სარწმუნოდ უფრო ხშირად გამოვლინდა უფროს ასაკობრივ ჯგუფში (Pearson Chi-Square 14.2; df -2; p=0.001) (ცხრილი 2).

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 2. კარიესის გავრცელება ასაკობრივი კატეგორიების მიხედვით

ამასთანავე, უნდა აღინიშნოს, რომ არ გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო კავშირი კარიესის კომპენსაციასა და გამოკვლეულთა ასაკობრივ ჯგუფებს შორის.

მეორე მხრივ, გამოვლინდა სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება კბილის კარიესის მაჩვენებლებისა გამოკვლეულთა სქესის მიხედვით, რაც ასახულია დიაგრამა 2-ში (დიაგრამა 2).



დიაგრამა 2. კბილის კარიესის გავრცელებისა და ინტენსიურობის მაჩვენებლები სქესის მიხედვით

მიღებული შედეგები მიუთითებს აჭარის რეგიონში, კერძოდ, ქ. ბათუმში სტომატოლოგიური განათლების დაბალ დონეზე, პროფილაქტიკური პროგრამების არარსებობასა და დროული მკურნალობის უგულვებელყოფაზე.

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).

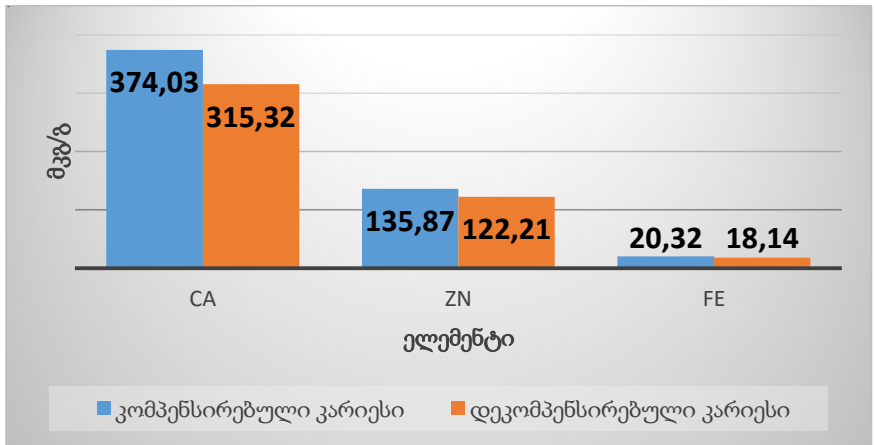
ცნობილია რომ, თმის ღერის მრავალელემენტური ანალიზი საშუალებას იძლევა შეფასდეს აღნიშნულ სუბსტრატში არამარტო ქიმიურ ელემენტთა აბსოლუტური შემცველობა - როგორც ორგანიზმში მათი ცვლის გამოხატულება, არამედ გამოავლინოს ელემენტთაშორისი ურთიერთკავშირი, რაც წარმოადგენს ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობის შეფასების ინტეგრირებულ ტესტს და ავლენს ცხოვრების პირობებისადმი ადაპტაციის უნარს (ცხრილი 3).

მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა თმაში	სქესი	საშუალო	სტ. გადახრა
Ca	მდედრობითი	356.7	106.5
	მამრობითი	334.6	122.2
Zn	მდედრობითი	129.3	44.3
	მამრობითი	126.4	34.4
K	მდედრობითი	134.8	254.8
	მამრობითი	94.8	52.5
Fe	მდედრობითი	70.2	257.9
	მამრობითი	19.9	6.8
Cu	მდედრობითი	11.6	5.8
	მამრობითი	10.4	2.6
Se	მდედრობითი	0.36	0.22
	მამრობითი	0.29	0.13
Mn	მდედრობითი	0.76	0.41
	მამრობითი	0.75	0.42
Cr	მდედრობითი	2.74	2.37
	მამრობითი	2.41	1.47
S	მდედრობითი	2.39	7.47
	მამრობითი	2.49	9.91
Br	მდედრობითი	3.02	2.99
	მამრობითი	4.99	3.87
Cl	მდედრობითი	3.31	3.6
	მამრობითი	8.69	2.18
Co	მდედრობითი	0.49	0.34
	მამრობითი	0.35	0.38
Ag	მდედრობითი	0.14	0.24
	მამრობითი	0.21	0.29
V	მდედრობითი	0.13	0.18
	მამრობითი	0.09	0.08
Ni	მდედრობითი	0.74	0.67
	მამრობითი	0.65	0.54
Rb	მდედრობითი	1.02	0.94
	მამრობითი	0.73	0.54
Mo	მდედრობითი	0.13	0.11
	მამრობითი	0.15	0.14
Sr	მდედრობითი	1.39	0.97
	მამრობითი	1.11	0.84
Ti	მდედრობითი	0.87	0.2
	მამრობითი	0.83	1.23

ცხრილი 3. გამოკვლეულთა თმის ღერში მაკრო- და მიკროელემენტთა შემცველობა ($p < 0.05$).

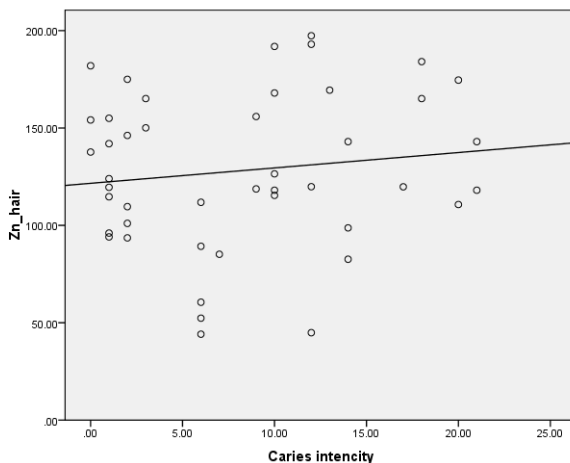
ასაკის აბსოლუტური ციფრების სტატისტიკურად მნიშვნელოვანი ასოცირება გამოვლინდა თმაში თუთიის (Zn) (Spearman's rho 0.543; $p < 0.001$), სპილენძის (Cu) (Spearman's rho 0.438 $p = 0.003$), გოგირდის (S) (Spearman's rho 0.375 $p = 0.011$), ბრომისა (Br) (Spearman's rho -0.384; $p = 0.009$) და ტიტანის (Ti) (Spearman's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

თმის ღერში ძირითადი მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობის მონაცემების კბილის მაგარ ქსოვილთა მინერალიზაციის ხარისხთან შეჯერების შედეგად გამოვლინდა კორელაციის ყველაზე მაღალი კოეფიციენტი თმაში კალციუმს, რკინას, თუთიას 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 $374,0325 \pm 121,02241$ მკგ/გ; Fe - $18,1444 \pm 5,16935$ მკგ/გ და $20,3238 \pm 7,71902$ მკგ/გ; Zn - $122,2142 \pm 44,61694$ მკგ/გ და $135,8673 \pm 29,22045$ მკგ/გ. ჩვენი აზრით, სწორედ აღნიშნულ ელემენტთა მნიშვნელოვნად დაბალმა შემცველობამ განაპირობა კბილის მაგარ ქსოვილთა ინტენსიური დემინერალიზაცია (დიაგრამა 3).



დიაგრამა 3. Ca, Zn და Fe შემცველობა თმის ღერში კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით

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 (დიაგრამა 4).



დიაგრამა 4. კორელაცია თმაში თუთიის (Zn) შემცველობასა და კბილის კარიესის ინტენსივობას შორის

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.

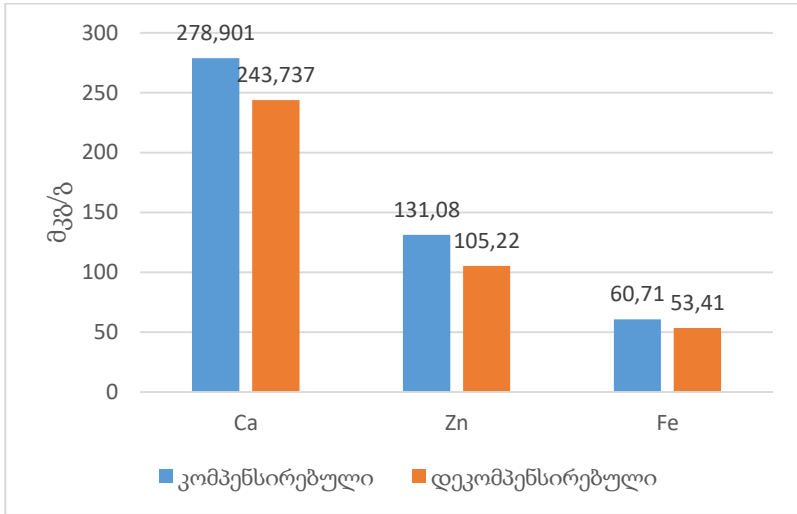
კბილის კარიესის ინტენსივობის ხარისხსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში ქიმიურ ელემენტთა შემადგენლობის შედარებითმა ანალიზმა გვიჩვენა სტატისტიკურად სარწმუნო განსხვავება კარიესის კომპენსაციის მიხედვით (ცხრილი 4).

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 4. კბილის მაგარ ქსოვილებში ელემენტთა შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით ($p < 0.05$)

ჩატარებული ანალიზის შედეგების მიხედვით, იმ ბავშვებისა და მოზარდების 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 პირობითად 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 5) .



დიაგრამა 5. კბილის მაგარ ქსოვილებში Ca, Zn, Fe შემცველობა კარიესის კომპენსაციის ხარისხის მიხედვით

როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული, 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. 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. ჩვენი მონაცემებით, კალციუმის დეფიციტის დაფიქსირებისას (თმის ღერსა და კბილის მაგარ ქსოვილებში) ბავშვებში აღინიშნებოდა ძვლის მინერალიზაციის დარღვევა 52% (25 ბავშვი), იმუნიტეტის დაქვეითება 72% (34 ბავშვი), რაც ხშირ ავადობას განაპირობებდა.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ რკინა ადამიანის ორგანიზმისათვის მეტად მნიშვნელოვან ელემენტს წარმოადგენს, განსაკუთრებით ჟანგბადის მიმოცვლის პროცესში, ამიტომ მისი ნაკლებობა იწვევს ანემიას. რკინის დეფიციტი უარყოფითად მოქმედებს ბავშვის ფიზიკურ და გონებრივ განვითარებასა და იმუნურ სისტემაზე, განაპირობებს სანერწყვე ჯირკვლების ფუნქციის და მისი ბუფერული აქტივობის დაქვეითებას. ჩვენი კვლევით დადგინდა, რომ რკინის დეფიციტის შემთხვევაში ბავშვთა 35%-ში (17 ბავშვი) აღინიშნებოდა რკინადეფიციტური ანემია, 28,9%-ში (14 ბავშვი) თავბრუსხვევა, მცირეწლოვან ბავშვებში ფსიქომოტორულ განვითარებაში ჩამორჩენა, ჭირვეულობა, ფრჩხილების მსხვრევადობა.

თუთია ორგანიზმის ფუნქციონირებისათვის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი როლი იმუნური სისტემის განვითარებისათვის, მინერალური ქსოვილების (ძვალი, კბილი მაგარი ქსოვილი) ფორმირებისათვის, ასევე

მონაწილეობს ფერმენტული სისტემის აქტივაციასა და მეტაბოლურ პროცესებში. გამოკვლეული კონტინგენტის იმ ნაწილში, ვისაც თუთიის მინიმალური ან დეფიციტური შემცველობა დაუფიქსირდათ ჩვენს მიერ გამოკვლეულ 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 ბივარიაციული კორელაციური ანალიზის შედეგად გამოვლინდა გარკვეული მონაცემების სტატისტიკურად სარწმუნო კორელაცია, კერძოდ, მნიშვნელოვანი უარყოფითი კორელაცია თმაში კალიუმის შემცველობასა და კბილის მყარ ნივთიერებაში 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 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 მყარ ნივთიერებაში იმავე ან სხვა მაკრო- და მიკროელემენტის შემცველობის საიმედო პრედიქტორად. შესაბამისად, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა კბილის მყარ ნივთიერებაში 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

1. გამოკვლეული კონტიგენტის ყველა ასაკობრივ ჯგუფში კბილის კარიესის გავრცელება და ინტენსივობა იყო მაღალი და შეადგენდა საშუალოდ 88,5 % და 5,89+4,49, შესაბამისად ($p < 0,001$). ამასთანავე, კარიესის 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. გამოკვლეულთა 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 კონტიგენტში, 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 მყარ ნივთიერებაში იმავე ან სხვა მაკრო- და მიკროელემენტის შემცველობის საიმედო პრედიქტორად. შესაბამისად, მაკრო- და მიკროელემენტების შემცველობა კბილის მყარ ნივთიერებაში 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 სპექტრომეტრიის 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.

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, Georgian Med News. 2021 May; (314):82-86. <https://europepmc.org/article/med/34248032>
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.

Ivane Javakhishvili Tbilisi State University

Faculty of Medicine

Clinical and Transnational Medicine

Maia Beridze

The influence of essential and conditionally essential macro- and microelements on dental and general health of child' s body and monitoring their composition

PhD thesis

Vladimer Margvelashvili

Professor, MD, PhD.

Tamar ShiShniashvili

Professor, MD, PhD.

Tbilisi

2021

Actuality

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. A new area of biomedical research – microelementology is actively developing 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 widespread use of research and analysis of chemical elements in medical science and practice has received a great response, and a new direction has been created in the form of medical elementology, which is currently being intensively developed. The chemical and analytical basis of the latter is the determination (from macro to ultra-micro) of the content of chemical elements in the body in a wide range.

The basic mass of the human body is made up of macroelements, but microelements are chemical elements that are present in the body in very small quantities, but play an important role in metabolic processes. In fact, in the human body Mendeleev's periodic table is fully represented, and each of our cells is a small laboratory where chemical reactions are constantly taking place, vital nutrients are synthesized. Even if one of the elements needed for synthesis is lacking, a chain of chemical reactions breaks down, which can lead to disruption of any system or organ in the future. For example, iodine deficiency causes thyroid pathology, calcium and phosphorus are involved in the formation of bone tissue, and zinc affects the production of insulin

and sex hormones. Magnesium is responsible for the production of energy, enzymes and the functioning of the nervous system. Sodium, potassium and chlorine are part of the body's fluid, while sulfur is an important substance for joints, connective tissues and skin, and so on.

Over the past 50 years, a variety of data on the elemental composition of various biological tissues and fluids have been collected on the basis of international scientific studies which has made it possible to use various biological substrates as an indicator of assessing the state of health and functionality of an organism. These substrates are: blood, hair, nail, dental hard tissues, etc. The high priority among these biological materials is given to hair and dental hard tissues, since the hair is easy to assemble. The method is non-invasive, represents solid material and provides information about both the current and past status. The high priority of dental hard tissues is due to the ability to fully determine the composition of chemical elements that remain throughout their existence .

It is noteworthy that children are most sensitive to diseases caused by an imbalance in mineral metabolism. The high sensitivity of a growing organism is caused by the features of anatomical and physiological development, critical periods of the development of organs and systems, peculiarities of metabolic processes, the presence of a labile immune system, etc.

Above mentioned, it is very important to determine the composition of essential and conditionally essential macro and microelements in the body, due to their imbalance, especially in childhood, causes various disorders and changes in both somatic and dental conditions.

The Aim of the study:

The aim of the research was to study the influence of essential and conditionally essential macro- and microelements on children's dental and general health and to monitor them according to the spectral analysis of hair and dental hard tissues.

To achieve this goal, the following tasks were set:

1. To determine the quality of mineralization of dental hard tissues in a contingent of children aged 3-12 living in Batumi;

2. To study the prevalence and intensity of dental caries using the indexes provided by WHO.

3. To determine the content of essential and conditionally essential chemical elements in the enamel and dentin of temporary and permanent (extracted) teeth by X-ray fluorescence spectrometry.

4. To determine the content of essential and conditionally essential chemical elements in the hair follicles (as a biosubstrate) of the examined children by X-ray fluorescence spectrometry in different forms of caries intensity.

5. To study the characteristics of the prevalence and intensity of dental caries in the examined contingent according to the composition of essential and conditionally essential macro- and microelements.

6. To determine the content of chemical elements in the hair shaft and dental hard tissue to monitor the general condition of the examinees (in control and main groups).

Scientific Research novelty:

For the first time:

1. The Influence of the content of essential and conditionally essential macro- and microelements on the mineralization of temporary and permanent teeth in the dental hard tissues has been studied and evaluated;
2. A correlation between the content of chemical elements and the quality of mineralization of the dental hard tissues in hair follicles has been established;
3. The influence of essential and conditionally essential macro- and micronutrient's content on the child's dental health in hair follicles, tooth enamel and dentin has been studied;
4. Monitoring of the general health of the child according to the content of chemical elements in biosubstrates (in the hair shaft and hard tooth tissue) has been carried out;
5. The characteristics of the prevalence and intensity of dental caries according to the content of essential macro- and microelements in the examined contingent has been studied;
6. According to the content of chemical elements in biostructures, criteria for dental and general health assessment have been provided on the basis of which it will be possible to monitor it, as well as to plan preventive and curative measures timely;

The practical value of the paper

- To assess the general and dental health of the child by determining the content of chemical elements in the hair shaft-essential and conditionally essential macro and microelements, to

evaluate the risk factors for the development of pathologies, for their timely prevention and treatment;

- To evaluate the quality of mineralization of dental hard tissues and, accordingly, to develop appropriate mineralization therapy based on the spectral analysis of dental hard tissues (enamel, dentin);
- To monitor the influence of essential and conditionally essential macro- and microelements on the general and dental health of a person based on the data of spectral analysis of hair follicles and dental hard tissues.

Materials and Methods:

In order to study the influence of essential and conditionally essential macro - and microelements on the dental and general health of children, 375 children from Batumi (Georgia) pre and public schools aged 3 to 12 years were randomly examined. They were divided into three age groups: 108 preschoolers aged 3-6 (28.8%), 153 students aged 7-9 (40.8%) and 114 children aged 10-12 (30.4%). Besides, they were split into a gender - 189 females (50.4%) and 186 males (49.9%). It should be noted that the average age for the female participants was 8.3, for the males was 7.5 - the difference was statistically significant ($p = 0.002$).

The children were examined with a disposable mouth mirrors and dental explorer probe. All dental examinations were conducted by one pediatric dentist and one assistant by the natural light in the medical room of the preschools, as well as public schools. The results of the survey were recorded in our

survey cards. The Approval to conduct the study was received from the appropriate pre and public school authorities.

Monitoring of the examined children was carried out using standard indices provided by the World Health Organization. We determined the prevalence of caries (%) and its experience (dmft/DMFT).

It should be noted that we have adjusted the dft index for children with temporary occlusion which, according to the WHO, is assessed only for the sum of carious and decayed teeth, since it is believed that tooth loss may be related to physiological changes. In our opinion, in young children (under 7 years of age), the loss of teeth (especially molars) couldn't be related to physiological processes, so we used the dmft index at this age as well.

To assess the initial caries, or spot caries, we used the vital colouring method with a 2% - solution of methylene blue, thus assessing the degree of damage according to the colouring intensity.

It is noteworthy that in order to standardize dental diseases, we conducted research only in state pre- and public schools, where there is more or less similar social stratum.

To determine the effect of the imbalance of macro and microelements on somatic and dental diseases according to the caries status (mild and severe) 48 children aged 3-12 were chosen from the examined 375 children. For the purpose of the study children 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. Hair samples and extracted teeth were used to evaluate elemental

composition. The examination was conducted after the written forms of consent of all the participants' parents.

To assess the state of macro and microelement composition in the body, hair samples from the occipital area were used, and it amounted to 0.1-0.3 grams. We used X-ray fluorescent spectroscopy - MBW 081 / 12-4502-00 to study the qualitative and quantitative composition of chemical elements in the hair in accordance with the methodology of the International Atomic Agency (hair washing method proposed by the international Atomic Energy Agency – IAEA 1978) (5). The analysis was carried out using a new generation analyzer Elvax, energy dispersive x-ray fluorescent spectroscopy. After preparing the hair under study, we determined instantaneous composition of essential macro- (Ca, K, S, Cl) and microelements (Zn, Fe, Cu, Se, Mn, Cr, Br, Co, Ag, V, Ni, Rb, Mo, Sr, Ti).

Determination of essential macro(Ca) and microelements (Fe, Cu, Rb, Zn, Ni, Mn, Sr) in dental enamel and dentin was carried out using the same method, x-ray fluorescent spectroscopy.

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

The study was carried out in the period from June 2018 – June 2019. Ethical approval was obtained from the Bioethics Committee at the National Centre for Disease Control and Public Health, Tbilisi, Georgia (approval number #2018-032).

The obtained data were statistically processed and analyzed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS), version 21 (IBM SPSS statistics for Windows, version 21.0 Armonk, NY :IBM Corp).

Results and discussion:

Surveys conducted in Batumi in pre- and public schools (375 children aged 3-12 years) allowed us to determine the main indicators of the prevalence and intensity of dental caries of temporary and permanent teeth by age and gender. According to the study, the prevalence and intensity of dental caries in all age groups was high and average value was 88.5% and 5.89 ± 4.42 (dmft+DFT). (Table 1).

Age	Caries prevalence n; (%);	Mean±SD				P
		Decayed	Missing	Filled	DMFT	
3 -6	86(79.6)	4,0 ± 3,8	0,4 ± 1,1	0,1 ± 0,3	6,1 ± 5,76	0.00
		6,7 ± 6,4	0,3 ± 0,86	0,14 ± 4.16		
7 - 9	137(89.5)	5,8 ± 4,0	0,7 ± 0,6	0,0 ± 0	6,23 ± 4.16	0.00
		5,6 ± 3,8	0,4 ± 0,2	0,2 ± 0,1		
10 - 12	109(95.6)	4,3 ± 3,3	1,1 ± 1,8	0,1 ± 0,2	5,23 ± 3,06	0.00
		4,7 ± 2,4	0,3 ± 0,8	0,0 ± 0		

Table 1. Prevalence and intensity of caries and mean caries indices by age and gender among examined children (n=375)

Evaluation of caries experience (dmft/DMFT) among the caries indices (decayed, missing and filled teeth) showed the number of caries decayed teeth had the highest component both with girls and boys. The mean value of carious teeth was 5.29 ± 4.3 and of filled teeth was 0.56 ± 1.64 ($P < 0.01$).

Caries was detected in 332 (88.5%) cases. 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).

These results indicate a low level of dental awareness, neglect of prevention programs and timely treatment in Batumi, Georgia.

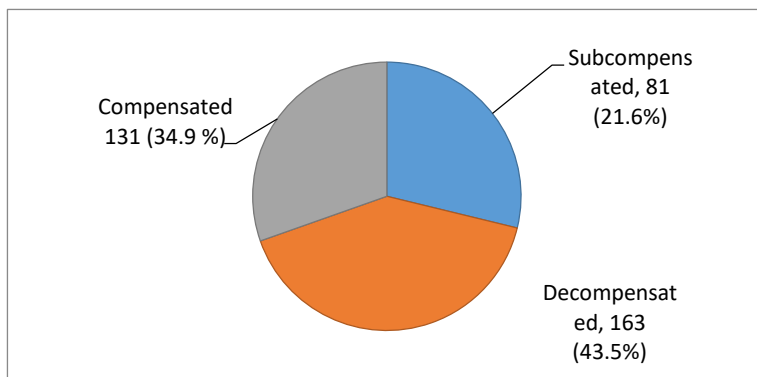


Diagram 1. Distribution of examinees according to the caries activity

The prevalence of caries among the examined children according to gender was not statistically significant, but the prevalence of caries in age groups was statistically significant (Pearson Chi-Square 14.2; df -2; p=0.001) (Table 2).

Age group	The prevalence of caries n, (%)	P Mean
3-6 year	86 (79.6)	0.001
7-9 year	137 (89.5)	0.001
10-12 year	109 (95.6)	0.001

Table 2. the prevalence of caries according to age groups

In addition, it should be noted that no statistically significant relationship was found between caries compensation and the age groups of the examinees.

On the other hand, a statistically significant difference was found between the indexes of dental caries according to the sex of the examinees, as shown in Figure 2 (Figure 2).

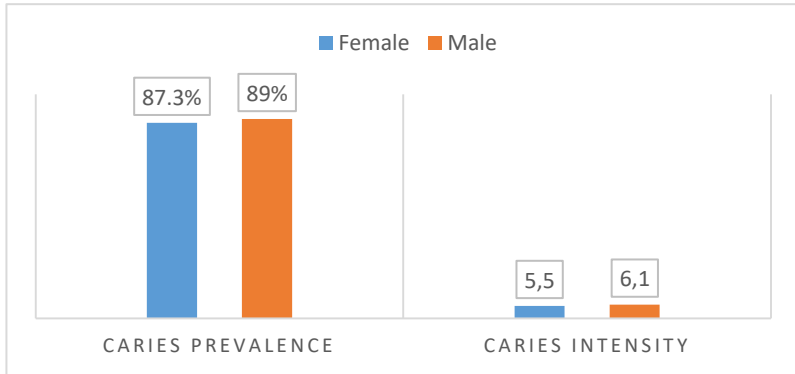


Figure 2. The prevalence and the experience of caries according to sex

These results indicate a low level of dental awareness, neglect of prevention programs and timely treatment in Batumi, Georgia.

As already mentioned, the determination of essential and conditionally essential macro and microelements in dental hard tissues and hair plays an important role in monitoring human health and assessing the risks of developing dental diseases; The composition of the essential macro and microelements in these substrates gives us a complete picture of the metabolic processes and the quality of the mineral composition in the human body.

For the purpose of the study, was carried out spectral analysis of hair and dental hard tissues in 48 children aged 3-12 to

determine general and dental health. 4 macro – (Ca, K, S, Cl) and 15 microelements (Zn, Fe, Cu, Se, Mn, Cr, Br, Co, Ag, V, Rb, Mo, Sr, Ti) were investigated in hair, And in the dental hard tissues - one macro (Ca) and six microelements (Rb, Zn, Ni, Mn, Sr, Fe).

It is known that multi-element analysis of the hair allows to assess not only the absolute content of chemical elements in the substrate - as an expression of their metabolism in the body, but also to reveal the interrelationships, which is an integrated test for assessing human health.

The composition of macro- and microelements in hair	Gender	Mean	St. deviation
Ca	Female	356.7	106.5
	Male	334.6	122.2
Zn	Female	129.3	44.3
	Male	126.4	34.4
K	Female	134.8	254.8
	Male	94.8	52.5
Fe	Female	70.2	257.9
	Male	19.9	6.8
Cu	Female	11.6	5.8
	Male	10.4	2.6
Se	Female	0.36	0.22
	Male	0.29	0.13
Mn	Female	0.76	0.41
	Male	0.75	0.42
Cr	Female	2.74	2.37
	Male	2.41	1.47
S	Female	2.39	7.47
	Male	2.49	9.91
Br	Female	3.02	2.99

	Male	4.99	3.87
Cl	Female	3.31	3.6
	Male	8.69	2.18
Co	Female	0.49	0.34
	Male	0.35	0.38
Ag	Female	0.14	0.24
	Male	0.21	0.29
V	Female	0.13	0.18
	Male	0.09	0.08
Ni	Female	0.74	0.67
	Male	0.65	0.54
Rb	Female	1.02	0.94
	Male	0.73	0.54
Mo	Female	0.13	0.11
	Male	0.15	0.14
Sr	Female	1.39	0.97
	Male	1.11	0.84
Ti	Female	0.87	0.2
	Male	0.83	1.23

Table 3. The composition of macro- and microelements in the hair follicles of the examinees ($p < 0.05$).

Statistically significant correlations were found between absolute age figures and zinc (Zn) (Spearman's rho 0.543; $p < 0.001$), copper (Cu) (Spearman's rho 0.438 $p = 0.003$), sulfur (S) (Spearman's rho 0.375 $p = 0.011$), bromine (Br) (Spearman's rho - 0.384; $p = 0.009$) and titanium in hair (Ti) (Spearman's rho -0.388 $p = 0.009$).

The comparative analysis of the quality of mineralization of the dental hard tissue and composition of chemical elements in hair showed a statistically significant difference depending on the caries status. In particular, it was found that the average

composition of Ca, Zn and Fe in the hair was the lower limit of the norm (approximately 20-25%) according to spectral analysis among the examined children and the composition of these elements was even lower among those children who had a severe caries compared to children with compensated caries. This compiles Ca 315.3223 ± 83.18693 mcg/g and $374,0325 \pm 121,02241$ mcg/g; Fe - $18,1444 \pm 5,16935$ mcg/g and $20,3238 \pm 7,71902$ mcg/g; Zn - $122,2142 \pm 44,61694$ mcg/g and $135,8673 \pm 29,22045$ mcg/g. In our opinion, it is the significantly low composition of these elements that has led to the intensive demineralization of dental hard tissues (Figure 3).

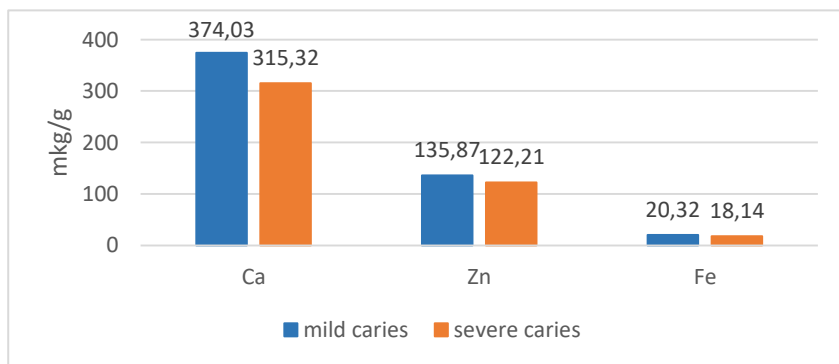


Figure 3. Composition of Ca, Zn and Fe in hair according to the status of caries

The content of zinc (Zn) in biosubstrates is especially noteworthy as it is one of the most important elements for the normal functioning of the body. Moreover, if its deficiency leads to demineralization of the dental hard tissues, also its excess reduces the penetration of the enamel and prevents the remineralization processes (Figure 4).

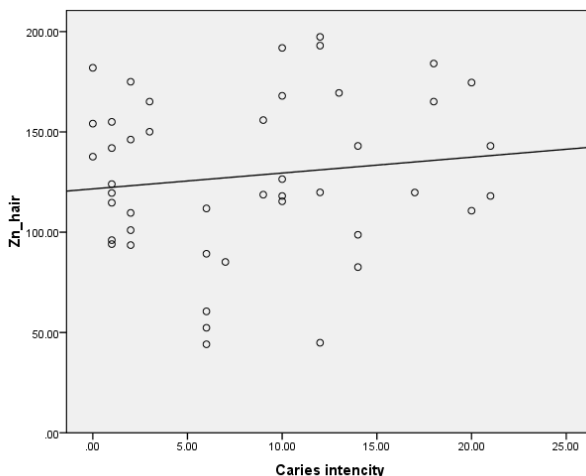


Figure 4. Correlation between the composition of zinc (Zn) in hair and dental caries intensity

Dental tissues (enamel, dentin) detect metabolic changes in the body with chronic accuracy, so the determination of essential and conditionally essential chemical elements in the dental hard tissues expands the limits of the possibility of using teeth for monitoring. Moreover, accumulated chemical elements in the dental tissues will be preserved for a lifetime.

The study of the properties and structure of biominerals, which form the various components of the tooth, is of great interest in biomineralogy and medicine. This is due to the fact that tooth enamel and dentin are the most mineralized biological tissues and therefore it is convenient to develop new biomineralogical approaches to study the functioning of mineralized biological systems and diseases.

According to the results of the research, it was possible to study and compare the average values of the composition of

chemical elements in the tissues in the case of different degrees of mineralization of the dental hard tissues.

The comparative analysis of the quality of dental experience and composition of chemical elements in dental hard tissues showed a statistically significant difference depending on the caries status (Table 4).

Caries status	Microelements	Mean	Std.Deviation
Mild caries	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
Severe caries	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

Table 4. The composition of macro and microelements in dental hard tissues according to the caries status ($p < 0.05$).

According to the results of the analysis, in the contingent of children with a compensated form of caries, the composition of elements was determined within the norm, namely, calcium was 278901 mkg /g, zinc - 131,0887 mkg/g, rubidium - 0,5150 mkg/g, iron - 60,7088 mkg/g etc. In the case of decompensated caries, the data on essential and conditionally essential chemicals were reduced in the dental hard tissues, especially this concerned calcium (243737.9094 mkg / g), zinc (105.22 mkg/g), iron (53.4189

mkg/g). However, the relatively high composition of strontium at 86.0791 mkg/g may be considered as an exception, which, in our opinion, was due to the well-known fact that strontium is characterized by the accumulation of excessive amount in the growing organism when bone tissue is actively forming.

A particularly significant correlation was found between the form of dental caries compensation and the composition of calcium, zinc, and iron in dental hard tissue (Figure 5).

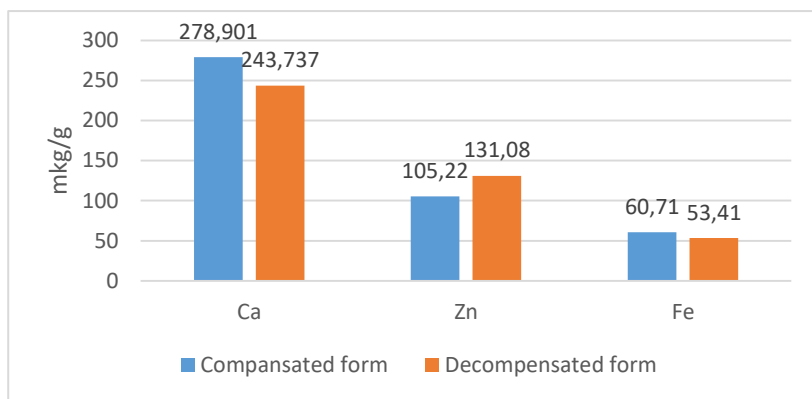


Figure 5. Composition of Ca, Zn and Fe in dental hard tissue according to the status of caries

Currently, the insufficient amount of essential macro and microelements and their imbalanced use is a constant negative factor influencing health, development, organs and systemogenesis of all age groups in many countries of the world. First and foremost, it affects health, physical and mental development of the growing generation. The mentioned factor has also been identified in our studies and certain health problems were found in children with important macro and microelement deficiency, namely, calcium, since calcium is the main component

of the bones and dental hard tissues. Although calcium is presented in other tissues and cells in small quantities, unlike calcified tissues, it plays an important role in vital processes - it is involved in blood coagulation, transmission of nerve impulses, muscle functioning, and also stimulates the production of hormones in the body.

According to our data, it was found out that in children with calcium deficiency (in hair and dental hard tissues), bone mineralization disorder 52% (25 children) and weakening of the immunity 72% (34 children) which led to frequent morbidity.

It should be emphasized that iron is an important element in the human body. It plays a major role in many metabolic processes, especially, in redox reactions, immune processes and DNA synthesis. Iron also participates in the development of the central neurological system, autoimmune system, endocrine system and cardiovascular system. It is a main component of hemoglobin and myoglobin. Accordingly, iron deficiency is the most widespread nutritional and health problem all over the world and infants and young children are in the highest risk group, because of their rapid growth. Iron deficiency negatively affects the physical and mental development of the child and the immune system, increases the risk of behavioral disturbances, leads to dysfunction of the salivary glands and reduces buffering activity and causes anemia.

Our studies found that in the case of iron deficiency, 35% (17 children) of children had iron deficiency anemia, 28,9% (14 children) had dizziness, poor physical growth, weak immune system and in fewer cases in young children there was psychomotor developmental delay, stubbornness, and nail brittleness.

Zinc is an essential trace element for the functioning of the human body. It plays an important role in the development of the immune system, formation of mineral tissues (bone, dental hard tissue), participating in RNA, DNA and proteins synthesis, and it is also involved in the activation of the enzyme system and metabolic processes.

Our study revealed that the examined children, who had a minimal or deficient composition of zinc in the studied substrates, were characterized by frequent catarrh of the upper respiratory tract, some with viral diseases, growth retardation or lack of appetite and the rest of them had brittle nails. This was caused by the weak immune system.

According to our data, we could not obtain statistically reliable data on other macro and microelements. Therefore, we have not mentioned it in this paper.

Bivariate correlation analysis of macro- and microelements revealed a statistically reliable correlation of some data, namely a significant negative correlation between the potassium composition in hair and the iron composition in dental hard tissue (Spearman's ρ -0.584; $p < 0.001$). Also, a significant positive correlation was observed between titanium (Ti) composition in hair and iron (Fe) composition in dental hard tissue (Spearman's ρ 0.567; $p < 0.001$).

It should be noted that the correlation power varies from weak to medium according to the correlation coefficients. The maximum correlation coefficient is 0.611, which means that the content of a specific substance in the hair describes a maximum of 36% of the variation in the content of the same (or other) substance in the tooth substance, while the remaining 64% of the

variation is due to some other factor. In view of the above, determining the concentration of macro- and microelements in the hair can not be considered as a reliable predictor of the content of the same or another macro- and microelements in the dental hard tissue. Accordingly, the composition of macro- and microelements in dental hard tissue should be determined directly in the sample taken from the tooth material.

The study of the composition of the essential and conditionally essential macro and microelements in the 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.

Conclusions

1. The prevalence and intensity of dental caries in all age groups of the studied contingent was high and averaged 88.5% and $5.89 + 4.49$ (dmft+DFT), respectively ($p < 0.001$). In addition, the highest rates of caries prevalence and intensity were observed among children aged 7-9 years.
2. The activity of the carious process was determined by the peculiarities of its detection. In particular, more of the intensity components came from untreated teeth (according to the DMFT index). In addition, the compensated form of caries was observed in 34.9%, the subcompensated form in 21.6%, and the decompensated form in 43.5%.
3. Among examined children's hair, mainly comparing the macro- and microelements data with the quality of mineralization of the dental hard tissues, a high correlation coefficient was found between the composition of zinc and iron in the hair and the intensity of tooth decay.
4. In the contingent of children with decompensated caries, some reduction (on average 42.5%) of essential and conditionally essential elements in dental hard tissues was observed.
5. The composition of zinc (Spearman's rho -0.367 ; $P = 0.018$) and iron (Spearman's rho -0.612 ; $p < 0.001$) in dental hard tissue was found to be statistically significantly negatively correlated with an absolute rate of age.
6. Determining the concentration of macro- and microelements in hair can't be considered as a reliable predictor of the composition of the same or another macro- and microelement in dental hard tissue. Accordingly, the composition of macro-

and microelements in dental hard tissue should be determined directly in the sample taken from the tooth material.

7. Examination of the composition of essential and conditionally essential macro- and microelements in dental hard tissues and in hair revealed:
 - A) High correlation coefficient both with the quality of mineralization of the dental hard tissues and with the general health of the growing body.
 - B) The relationship between the metabolic processes taking place in the body and the quality of mineral composition.

Practical recommendations

1. Analysis of hair and dental tissues by X-ray fluorescence spectrometry should be used for optimal and targeted prevention of caries development in children.
2. Determining the composition of essential and conditionally essential macro- and microelements in the body, especially in case of their imbalance, may determine the general and dental health of the child and, consequently, timely treatment and prophylactic measures must be planned.

List of Publications:

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, Georgian Med News. 2021 May; 314):82-86. <https://europepmc.org/article/med/34248032>
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.