



DEMINERALIZATION AND REMINERALISATION OF TOOTH ENAMEL: MODERN METHODS OF PREVENTING THE INITIAL STAGE OF CARIES

Kholmurodova Manzura

Alfraganus University Faculty of Dentistry and Pharmacy

1st year student of Dentistry

Akhtamova Irodakhon Akbarovna

Teacher of the Department of Dentistry, Alfraganus University

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22054483>

ARTICLE INFO

Received: 15th August 2026

Accepted: 20th August 2026

Online: 21st August 2026

KEYWORDS

Dental enamel, demineralization, remineralization, dental caries, fluoride, hydroxyapatite, nano-hydroxyapatite, CPP-ACP, white spot lesion, prevention.

ABSTRACT

Dental caries is one of the most common oral diseases and its development begins with mineral loss from dental hard tissues. In the initial stage, caries may manifest as a white spot lesion on the enamel surface. At this stage, the process can potentially be arrested or reversed by promoting remineralization and controlling demineralization. This article reviews the structure and mineral composition of dental enamel, mechanisms of demineralization and remineralization, and modern preventive approaches involving fluoride, hydroxyapatite, nano-hydroxyapatite and calcium-phosphate-based agents. Current evidence supports fluoride as an important component of caries prevention, while hydroxyapatite-based materials are being increasingly investigated as promising preventive and remineralizing agents. Early detection and non-invasive management of initial enamel lesions may help preserve natural tooth structure and reduce the need for restorative treatment.

TISH EMALINING DEMINERALIZATSIYASI VA REMINERALIZATSIYASI: KARIESNING BOSHLANG'ICH BOSQICHINI OLDINI OLISHNING ZAMONAVIY USULLARI

Xolmurodova Manzura

Alfraganus Universiteti Stomatologiya va Farmatsiya fakulteti

Stomatologiya yo'nalishi 1 – kurs talabasi

Axtamova Irodaxon Akbarovna

Alfraganus Universiteti Stomatologiya kafedra o'qituvchisi

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22054483>

ARTICLE INFO

Received: 12th August 2026

Accepted: 18th August 2026

Online: 19th August 2026

KEYWORDS

ABSTRACT

Tish kariyesi stomatologiyada eng ko'p uchraydigan kasalliklardan biri, uning rivojlanishi tish qattiq to'qimalarida mineral moddalarning yo'qolishi bilan

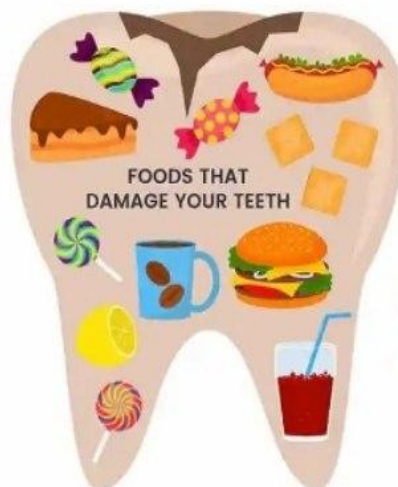


Tish emali, demineralizatsiya, remineralizatsiya, kariyes, ftorid, gidroksiapatit, nano-gidroksiapatit, CPP-ACP, oq dog', profilaktika.

boshlanadi. Kariyesning dastlabki bosqichida emal yuzasida oq yoki bo'rsimon dog' ko'rinishidagi o'zgarishlar paydo bo'la boshlaydi. Bu bosqichda patologik jarayon hali qaytarilishi mumkinligi sababli demineralizatsiya va remineralizatsiya o'rtasidagi muvozanatni saqlash kariyes profilaktikasining muhim yo'nalishi hisoblanadi. Mazkur maqolada tish emalining mineral tarkibi, demineralizatsiya mexanizmi, remineralizatsiyaning biologik asoslari hamda ftoridlar, gidroksiapatit, nano-gidroksiapatit va kalsiy-fosfat asosidagi preparatlarning zamonaviy imkoniyatlari haqida ma'lumotlar yoritilgan. Zamonaviy ilmiy ma'lumotlar tahlili shunaqaki, ftoridlar emalning remineralizatsiyasida muhim vosita ayrim holatlarda muqobil profilaktik vosita sifatida o'rganilmoqda. Erta kariyes o'choqlarini o'z vaqtida aniqlash va invaziv davolashni kechiktirish tish to'qimalarini maksimal darajada saqlashga imkon yaratadi.

Tish kariyesi og'iz bo'shlig'ida uchraydigan eng muhim patologik jarayonlardan hisoblanib, uning asosida tish qattiq to'qimalarining mineral komponentlari asta-sekin yo'qoladi. Kariyes bir zumda paydo bo'lmaydi. U mikroorganizmlar tomonidan uglevodlarning fermentatsiyasi natijasida kislotalar ishlab chiqarilishi va ushbu kislotalarning emal mineral tuzilmasiga ta'sir qilishi natijasida bosqichma-bosqich rivojlanadi. Kariyesning eng dastlabki klinik belgilaridan biri oq dog'li o'choqdir. Bunday o'choqda emal yuzasi nisbatan saqlangan bo'lsa-da, uning ostki qatlamlarida mineral yo'qotilishi yuz

beradi. Shuning uchun dastlabki kariyesni aniqlash stomatolog uchun muhim ahamiyatga ega. Ilmiy tadqiqotlarda emal demineralizatsiyasi va remineralizatsiyasi dinamik jarayon sifatida qaraladi. Agar tishga minerallar yo'qotilishi minerallarni qayta birikishidan ko'p bo'lsa, kariyes rivojlanadi. Yoki, remineralizatsiya jarayoni ustun bo'lsa, boshlang'ich o'choqning rivojlanishi to'xtashi yoki qisman tiklanishi mumkin. Shuning uchun zamonaviy stomatologiyada kariyesni kavak hosil bo'lgandan keyin plombalash emas, balki uning dastlabki bosqichida aniqlash va remineralizatsion davolashga katta e'tibor berilmoqda.



Emal inson organizmidagi eng qattiq to'qimadir. U asosan noorganik mineral komponentlardan tashkil topib, asosiy mineral tuzilma gidroksiapatit kristallaridan iborat. Gidroksiapatitning asosiy kimyoviy formulasi: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ Emal tarkibida mineral komponentlar bilan bir qatorda suv va oz miqdorda organik moddalar mavjud. Ilmiy manbalarda emalning taxminan 96% qismi noorganik komponentlardan iboratligi qayd etilgan. Emal kristallari bir-biriga zich joylashgan bo'lsa-da, ular butunlay erimaydigan tuzilma emas. Og'iz bo'shlig'idagi pH pasayganda gidroksiapatit kristallari kislota ta'sirida eriy boshlaydi. Ayniqsa quyidagi omillar emalning mineral muvozanatiga ta'sir qiladi: og'iz bo'shlig'i pH darajasi, dental biofilm, fermentatsiyalanuvchi uglevodlar, so'lakning mineral tarkibi, fluoridlar miqdori, kalsiy va fosfat ionlari mavjudligi, og'iz gigiyenasi, ovqatlanish chastotasi.

Demineralizatsiya — tish qattiq to'qimalaridan kalsiy va fosfatdek mineral komponentlarning chiqib ketish jarayonidir. Dental biofilmdagi

kariyesogen mikroorganizmlar shakar va boshqa fermentatsiyalanuvchi uglevodlardan foydalanib organik kislotalar hosil qiladi. Natijada biofilm ostidagi muhitning pH darajasi pasayadi. pH kritik darajaga tushganda emal tarkibidagi gidroksiapatit kristallari eriy boshlaydi: $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2 + \text{H}^+ \rightarrow$ mineral komponentlarning erishi natijada kalsiy va fosfat ionlari emaldan chiqib so'ngra og'iz suyuqligiga o'tadi. Jarayon uzoq davom etsa, emalning mikrog'ovakligi ortadi. Dastlab emal yuzasida ko'zga tashlanadigan kavak bo'lmasligi mumkin. Ammo yorug'likning emal ichida tarqalishi o'zgargani sababli klinik jihatdan oq yoki bo'rsimon dog' paydo bo'ladi. Bu holat boshlang'ich kariyes yoki oq dog'li o'choq deb nomlanadi. Muhim jihati boshlang'ich kariyesda hali katta miqdorda sog'lom tish to'qimasi saqlanadi. Shu sababli bu bosqichda invaziv preparatsiyasiz davolash imkoniyati mavjud. Remineralizatsiya — emalning qisman yo'qotilgan mineral komponentlarini qayta tiklash jarayonidir. Og'iz bo'shlig'idagi so'lak



remineralizatsiyaning tabiiy manbai hisoblanadi. So'lak tarkibidagi: kalsiy; fosfat; ftorid ionlari emal yuzasiga yetkaziladi. Agar og'iz bo'shlig'idagi sharoit qulay bo'lsa, ushbu ionlar qisman demineralizatsiyalangan emal kristallari tarkibiga qayta joylashadi. Remineralizatsiya jarayonida ftorid alohida ahamiyatga ega. Ftorid ionlari mineral kristallarning kislotalarga chidamliligini oshiradi va mineral qayta birikishini rag'batlantiradi. Sistematik sharhlar ftorid saqllovchi remineralizatsion vositalarning boshlang'ich emal o'zgarishlariga ijobiy ta'sirini ko'rsatgan. Demineralizatsiya va remineralizatsiya doimiy ravishda sodir bo'lib turadigan fiziologik jarayonlardir. Kariyes esa ushbu muvozanat uzoq vaqt davomida demineralizatsiya foydasiga siljiganida rivojlanadi. Ftorid stomatologiyada kariyes profilaktikasi uchun eng ko'p o'rganilgan vositalardan biridir. Ftoridning asosiy ta'sirlari quyidagilardan iborat: emal remineralizatsiyasini rag'batlantirish; demineralizatsiya tezligini kamaytirish; hosil bo'layotgan mineral tuzilmalarning kislota ta'siriga chidamliligini oshirish; kariyesogen bakteriyalarning kislota hosil qilish faoliyatini kamaytirish. Ftoridning ta'siri ayniqsa og'iz bo'shlig'ida past konsentratsiyalarda doimiy mavjud bo'lganda muhim hisoblanadi. Ftoridli tish pastalari kariyes profilaktikasining asosiy vositalaridan biri bo'lib qolmoqda. Biroq ftorid miqdori va qo'llash usuli yosh, kariyes xavfi va individual klinik holatga qarab tanlanishi kerak. So'nggi yillarda gidroksiapatit asosidagi materiallar stomatologik profilaktikada katta qiziqish uyg'otmoqda.

Gidroksiapatit tish emalining asosiy mineral komponentiga kimyoviy jihatdan o'xshash bo'lganligi sababli biomimetik material sifatida qaraladi. Ayniqsa nano-gidroksiapatit (n-HA) zarrachalarining kichik o'lchami ularning emal yuzasi va mikrog'ovak tuzilmalar bilan o'zaro ta'sirini kuchaytirishi mumkin. 2024-yilda e'lon qilingan sistematik sharh va meta-tahlilda nano-gidroksiapatitning oq dog'li o'choqlarga ta'siri baholangan. Tadqiqotlar emalning mikroqattiqligi, remineralizatsiya darajasi, mineral tarkibi va rang o'zgarishlarini o'rgangan. Shuningdek, 2024-yilgi boshqa sistematik sharhda nano-gidroksiapatit va ftorid kombinatsiyasi boshlang'ich emal shikastlanishlarida istiqbolli natijalar ko'rsatgani aniqlangan. Biroq mavjud tadqiqotlar soni kamligi va metodologik farqlar sababli ushbu kombinatsiyani universal standart sifatida tavsiya qilish uchun dalillar hali yetarli emas. Bu holat ilmiy nuqtayi nazardan muhim: yangi materiallar istiqbolli bo'lsa-da, ularni ftorid o'rnini to'liq bosuvchi vosita sifatida baholash uchun yanada sifatli klinik tadqiqotlar talab qilinadi. Remineralizatsiyada kalsiy va fosfat ionlarining mavjudligi muhim ahamiyatga ega. Shu sababli kalsiy-fosfat asosidagi preparatlar ham o'rganilmoqda. Ulardan biri CPP-ACP — casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate tizimidir. CPP-ACP og'iz bo'shlig'ida kalsiy va fosfat ionlarini barqarorlashtirishga yordam beradi. Natijada emal yuzasida remineralizatsiya uchun zarur bo'lgan mineral komponentlarning mavjudligi oshishi mumkin. Sistematik sharhlarda CPP-ACP, bioaktiv shisha va boshqa



remineralizatsion materiallarning boshlang'ich kariyes o'choqlariga ta'siri o'rganilgan. Biroq tadqiqotlar natijalari bir xil emas va dalillar sifati materialga, klinik protokolga va tadqiqot dizayniga qarab farq qiladi. Shuning uchun CPP-ACPni ftoridning to'liq o'rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki ayrim klinik vaziyatlarda qo'shimcha remineralizatsion yondashuv sifatida ko'rib chiqish maqsadga muvofiq. Boshlang'ich kariyesni davolashda asosiy maqsad patologik jarayonni to'xtatish va tabiiy tish to'qimasini saqlab qolishdir. Klinik yondashuv quyidagi bosqichlarni o'z ichiga olishi mumkin:

1. Erta diagnostika. Oq dog'li o'choqlarni aniqlash.
2. Kariyes xavfini baholash. Og'iz gigiyenasi, ovqatlanish, kariyes tarixi va boshqa xavf omillarini aniqlash.
3. Biofilmni nazorat qilish. Tishlarni to'g'ri va muntazam tozalash.
4. Ratsionni nazorat qilish. Ayniqsa fermentatsiyalanuvchi uglevodlarni tez-tez iste'molini kamaytirish.
5. Remineralizatsion vositalardan foydalanish. Klinik holatga qarab ftorid yoki boshqa remineralizatsion preparatlar tavsiya qilinishi mumkin.
6. Dinamik kuzatuv. Oq dog'ning o'lchami, rangi va yuzasidagi o'zgarishlarni nazorat qilish. Agar boshlang'ich o'choq faol bo'lib qolsa va mineral yo'qotilishi davom etsa, jarayon emalning strukturaviy buzilishiga va keyinchalik kavak hosil bo'lishiga olib keladi.

2024–2025-yillardagi tadqiqotlar gidroksiapatit asosidagi mahsulotlar kariyes profilaktikasida foydali bo'lishi mumkinligini ko'rsatmoqda. Shu bilan birga, klinik tadqiqotlarda gidroksiapatit

va ftoridli vositalar o'rtasidagi farqlar ayrim ko'rsatkichlarda statistik jihatdan ahamiyatsiz bo'lgan. 10. Muhokama Tish kariyesining dastlabki bosqichini tushunish stomatologiya talabasi uchun muhim nazariy va amaliy bilimlardan biridir. Chunki kariyes faqat tishning qattiq to'qimasida hosil bo'lgan kavak emas, balki demineralizatsiya va remineralizatsiya o'rtasidagi uzoq davom etuvchi biologik muvozanat buzilishining natijasidir. Klassik yondashuvda kariyes o'chog'i kavak hosil qilgandan keyin plombalash orqali davolangan. Zamonaviy minimal invaziv stomatologiya esa imkon qadar sog'lom tish to'qimasini saqlab qolishni maqsad qiladi. Shu nuqtayi nazardan, boshlang'ich oq dog'li o'choqlarni aniqlash va remineralizatsiya qilish katta klinik ahamiyatga ega. Ftorid hozirgi kunda kariyes profilaktikasining asosiy ilmiy asoslangan vositalaridan biri bo'lib qolmoqda. Gidroksiapatit va nano-gidroksiapatit esa biomimetik xususiyatlari sababli zamonaviy stomatologiyada istiqbolli yo'nalish sifatida qaralmoqda. 2024-yilgi meta-tahlil gidroksiapatitli og'iz parvarishi mahsulotlarining kariyesni kamaytirishga oid klinik dalillari kengayib borayotganini ko'rsatgan. Biroq yangi remineralizatsion materiallarning samaradorligini baholashda tadqiqot dizayni, kuzatuv muddati, bemor yoshi, kariyes xavfi va preparat konsentratsiyasini hisobga olish zarur.

Xulosa:

Tish emalining demineralizatsiyasi kariyes rivojlanishining dastlabki bosqichlaridan biridir. Ushbu jarayon o'z vaqtida aniqlanib, remineralizatsiya



uchun qulay sharoit yaratilsa, boshlang'ich kariyes o'chog'ining rivojlanishini to'xtatish mumkin. So'lak, kalsiy, fosfat va ftorid ionlari emal mineral muvozanatini saqlashda muhim biologik ahamiyatga ega. Ftoridlar hozirgi kunda kariyes profilaktikasi va boshlang'ich emal lezyonlarini boshqarishda eng ko'p ilmiy asoslangan vositalardan biri hisoblanadi. Gidroksiapatit va nano-gidroksiapatit kabi biomimetik materiallar esa emalni remineralizatsiya qilish uchun istiqbolli imkoniyatlarni namoyish etmoqda. Biroq ularning ftoridga nisbatan ustunligi

bo'yicha mavjud dalillar hali bir xil emas. 2025-yilda chop etilgan sistematik meta-tahlilda gidroksiapatitli va ftoridli tish pastalari boshlang'ich kariyesning rivojlanishi bo'yicha ayrim asosiy ko'rsatkichlarda sezilarli farq ko'rsatmagan. Xulosa qilib aytganda zamonaviy stomatologiyada eng maqbul yondashuv — kariyesni erta aniqlash, dental biofilmni nazorat qilish, ovqatlanish omillarini boshqarish, so'lakning himoya xususiyatlarini qo'llab-quvvatlash va ilmiy asoslangan remineralizatsion usullardan individual ravishda foydalanishdir.

References:

1. Rizayev, J. A. (2019). Aholi o'rtasida stomatologik kasalliklar profilaktikasi va og'iz bo'shlig'i salomatligini baholash mezonlari. Toshkent: "Yangi asr avlodi" nashriyoti.
2. Bekjanova, O. V., & Shukurova, U. A. (2021). Og'iz bo'shlig'i shilliq qavatining kasalliklari: O'quv qo'llanma. Toshkent: Toshkent davlat stomatologiya instituti nashriyoti.