

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG‘LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TOSHKENT DAVLAT TIBBIYOT UNIVERSITETI**

**«TASDIQLAYMAN»
MUVOFIQLASHTIRUVCHI EKSPERTLAR KENGASHI RAISI
TIBBIYOT FANLARI DOKTORI, PROFESSOR**

_____ **SH.K. ATADJANOV**
«__» _____ **2026 y.**

MELKUMYAN T.V., MUSASHAYXOVA SH.K., DADAMOVA A.D.

**“TISHLARNI RESTAVRATSIYA JARAYONIDA HAVO-ABRAZIV
TAYYORLASH”**

(MONOGRAFIYA)

Toshkent-2026

SHLAB CHIQUVCHI MUASSASA: Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Patrisa Lumumba nomidagi RUDN universiteti Tibbiyot institute

Tuzuvchilar:

- Melkumyan T.V.** – Toshkent davlat tibbiyot universiteti gospital terapevtik stomatologiya kafedrası professori, tibbiyot fanlari doktori, professor; Patrisa Lumumba nomidagi RUDN universiteti Tibbiyot institutining terapevtik stomatologiya kafedrası professori
- Musashaykhova Sh.K.** – Toshkent davlat tibbiyot universiteti terapevtik stomatologiya propedevtikasi kafedrası assistenti, PhD
- Dadamova A.D.** – Toshkent davlat tibbiyot universiteti gospital terapevtik stomatologiya kafedrası katta o'qituvchisi, oliy toifali shifokor

Taqrizchi:

- Daminova Sh.B.** – Toshkent davlat tibbiyot universiteti, Stomatologik kasalliklar profilaktikasi kafedrası mudiri, t.f.d., professor
- G'afforov S.A.** – Tibbiyot xodimlarining kasbiy malakasini rivojlantirish markazi, Stomatologiya, bolalar stomatologiya va ortodontiya kafedrası mudiri tibbiyot fanlari doktori, professor

MONOGRAFIYA TOSHKENT DAVLAT TIBBIYOT UNIVERSITETI MUAMMOLI KOMISSIYASI YIG'ILISHIDA TASDIQLANGAN

«__» _____ 2026 Y. **BAYONNOMA №** ____

MONOGRAFIYA TOSHKENT DAVLAT TIBBIYOT UNIVERSITETI ILMIY KENGASHIDA TASDIQLANGAN

«__» _____ 2026 Y. **BAYONNOMA №** ____

ILMIY KOTIB, TIBBIYOT FANLARI DOKTORI, PROFESSOR

ISMAILOVA G.A.

MUNDARIJA

SHARTLI BELGILAR RO‘YXATI	4
KIRISH	6
I-BOB. TISHLAR KARIYESINI DAVOLASHDA EMAL VA DENTINNI HAVO-ABRAZIV ISHLOV BERISHNING SAMARADORLIGINI O‘RGANISH MAQSADI VA ASOSLARI	9
II-BOB. STOMATOLOGIK AMALIYOTDA QO‘LLANILADIGAN KOMPOZIT MATERIALLAR VA ADGEZIV TIZIMLAR SHARHI	18
2.1. Kompozitlarning sinflari va evolyutsiyasi	19
2.2. Adgeziv tizimlar: zamonaviy paradigma	29
III-BOB. KOMPOZIT MATERIALLAR BILAN RESTAVRATSIYA QILISHDA TISHLARNI HAVO-ABRAZIV ARALASHMALAR YORDAMIDA PREPARATSIYA QILISH USULLARI	39
3.1. Havo-abraziv preparatsiya usulining minimal invaziv stomatologiyadagi o‘rni va ahamiyati	39
3.2. Substratda yuz beradigan o‘zgarishlar: morfologiya, adgeziya, uzoq muddatlilik	44
IV-BOB. TADQIQOT MATERIALLARINI BAHOLASHNING LABORATOR VA KLINIK USULLARI	48
4.1. Laborator va klinik tadqiqotlar protokoli	48
4.2. Inson tishlari emali va dentini yuzalarining skanerlovchi elektron mikroskopiya, profilometriya va element tahlili.....	48
4.3. Kompozit materialning emal va dentinga siljish deformatsiyasi usuli (SBS – Shear Bond Strength) orqali adgeziya kuchini aniqlash	50
4.4. Bajarilgan kompozit restavratsiyalar sifatini klinik baholash	56
4.5. Tishlar sezuvchanligini vizual analog shkala (VAS) bo‘yicha aniqlash	60
V-BOB. CHARXLASH USULLARINI LABORATOR BAHOLASH VA ULARNING ADGEZIV YUZALARGA TA’SIRI	61
5.1. Mashinaviy charxlash, alyuminiy oksidi, natriy gidrokarbonati va eritritol asosidagi kukunlar bilan havo-abraziv ishlov berish, shuningdek kislota bilan travmalashning emal yuzasi g‘adir-budurligi ko‘rsatkichlariga ta’siri	61
5.2. Alyuminiy oksidi, natriy gidrokarbonati va eritritol asosidagi kukunlar bilan havo-abraziv ishlov berilgandan so‘ng dentin yuzasining mikrorelyefi	66
5.3. Turli kukunlar bilan havo-abraziv ishlov berilgandan keyin tish yuzasining element tarkibi tahlili	72
VI-BOB. TURLI TAYYORLASH USULLARIDAN SO‘NG KLINIK BAHOLASH VA ADGEZIV SAMARADORLIK	78

6.1. 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari qo‘llanilganda havo-abraziv ishlov berishning kompozit materialning emal va dentinga adgeziya kuchiga ta’siri	78
6.2. Tishning adgeziv yuzalari turli usullar bilan tayyorlangandan so‘ng bajarilgan kompozit restavratsiyalarning klinik holatini baholash	81
XULOSA	89
ADABIYOTLAR RO‘YXATI	92

SHARTLI BELGILAR RO‘YXATI

AT	– adgeziv tizim
ASH	– anatomik shakl
VOZ	– Butunjahon sog‘liqni saqlash tashkiloti
GTS	– gospital terapevtik stomatologiya
SD	– siljish deformatsiyasi
KM	– kompozit material
KPM	– kompozit plombalovchi material
KP	– kontakt punkti
CHY	– chekka yopishish (marginal germetiklik)
KR	– kariyes retsidivi
SEM	– skanerlovchi elektron mikroskopiya
TGSI	– Toshkent davlat stomatologiya instituti
TEM	– transmissiyali elektron mikroskop
BF2	– Bond Force 2
OS	– OptiBond Solo Plus
PU	– Peak Universal
Ra	– o‘rtacha mikrog‘adir-budirlik (Roughness average)
TE	– Total-Etch (total travmalash adgezivi)
SBS	– siljishdagi bog‘lanish mustahkamligi (Shear Bond Strength)
SBU	– Single Bond Universal
SE	– Self-Etch (o‘z-o‘zidan travmalovchi adgeziv)
SEM	– Scanning Electron Microscopy (skanerlovchi elektron mikroskopiya)
SiC	– kremniy karbidi asosidagi abraziv qog‘oz
VAS	– vizual analog shkala (Visual Analog Scale)
A/M	– alyuminiy oksidi / mashinaviy ishlov
B/M	– natriy gidrokarbonati / mashinaviy ishlov
E/M	– eritritol / mashinaviy ishlov
Al₂O₃	– alyuminiy oksidi

KIRISH

Kariesni davolash jarayonida yangi kompozit plombalash materiallari (KPM), adgeziv tizimlar (AT) va preparatsiya usullarining joriy etilishi kasallikning juda yuqori tarqalganligi (deyarli 100%) hamda tishlarni sifatli va estetik jihatdan mukammal tiklash zarurati bilan izohlanadi. Estetik restavratsiyalarning xizmat muddati, asosan, kompozit materialning dentin va emal bilan hosil qilgan adgeziv birikmasi sifatiga bog'liq bo'lib, og'iz bo'shlig'i sharoitida u bosqichma-bosqich degradatsiyaga uchraydi.

Kompozit materiallar adgeziv fiksatsiya, yuqori estetik ko'rsatkichlar, ta'mirlash imkoniyati va to'qimalarga ehtiyotkor munosabatni ta'minlovchi charxlash protokollari uyg'unligi tufayli terapevtik stomatologiyaning asosiy ishchi vositasi bo'lib qolmoqda. Ularning qo'llanilishi minimal invaziv stomatologiya (MIS) tamoyillariga to'liq mos keladi: kariyoz to'qimani selektiv olib tashlash, sog'lom qattiq to'qimalarni maksimal darajada saqlash, polimerizatsiya stressini kamaytirgan holda kavitetni germetik yopish hamda zarurat tug'ilganda restavratsiyani to'liq almashtirmasdan ta'mirlash imkoniyati.

Zamonaviy restavratsiyalarga qo'yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat: emal va dentinga barqaror hamda prognoz qilinadigan adgeziya; boshqariladigan polimerizatsion qisqarish va qisqarish stressi; yetarli fotopolimerizatsiya chuqurligi; rang o'zgarishiga va abraziv yeyilishga chidamlilik; klinik qo'llash qulayligi (tikotropiya, ish vaqti) hamda ta'mirlash imkoniyati.

Dentin bilan adgeziya tiklovchi stomatologiyada eng murakkab vazifalardan biri bo'lib qolmoqda. Bu uning organik matriks va mineral komponentdan tashkil topgan murakkab tuzilishi, shuningdek, intrapulpar bosim ta'sirida emal tomonga yo'nalgan oqim hosil qiluvchi dentin naychalari tizimidagi dentin suyuqligi mavjudligi bilan bog'liq. Ilmiy manbalarga ko'ra, emal va dentin bilan eng yuqori bog'lanish mustahkamligi selektiv kislotali ishlov berish texnikasida qo'llaniladigan universal adgeziv tizimlarda kuzatiladi.

Hozirgi kunda qattiq tish to'qimalariga mexanik ishlov berishda asosiy vosita sifatida olmosli va qattiq qotishmali borlar keng qo'llanilmoqda. Biroq muqobil charxlash usullarining, jumladan havo-abraziv texnologiyaning qo'llanish ko'rsatmalari kengayishi va klinik imkoniyatlari ortishi natijasida adabiyotlarda uning samaradorligi haqida ma'lumotlar paydo bo'lmoqda. Ayrim tadqiqotlarda havo-abraziv ishlov berish yuzaning mikrorelyefini yaxshilashi va adgeziv aloqa umumiy maydonini oshirishi qayd etilgan. Shu bilan birga, ko'pgina ilmiy ishlar natijalari o'zaro zid bo'lib, havo-abraziv usullarning amaliy qiymati borasida yagona fikr shakllanmagan. Yangi turdagi abraziv kukunlarning joriy etilishi esa mazkur masala yuzasidan munozaralarni yanada murakkablashtirmoqda.

Shu munosabat bilan kompozit materiallarning tishning qattiq to'qimalariga adgeziv birikmasi sifati va mustahkamligiga havo-abraziv tayyorlovning ta'sirini o'rganishga qaratilgan in vitro tadqiqotlar o'tkazish dolzarb hisoblanadi.

Masalan, ayrim tadqiqotlarda amorf kremniy oksidi saqlovchi havo-abraziv aralashmalardan foydalanish dentin yuzasida kremniy miqdorining ortishiga olib kelishi aniqlangan. Shundan kelib chiqib, tarkibida silan birikmalari mavjud bo'lgan adgeziv tizimlardan foydalanish kompozit material bilan dentin o'rtasida yanada mustahkam adgeziv bog'lanish hosil qilishi mumkinligi taxmin qilinadi.

Boshqa tomondan, dentin yuzasidagi "smear layer"ni olib tashlash va dentin naychalari og'izlarini ochish total kislotali ishlov beruvchi adgeziv tizimlari qo'llanganda tish va plomba o'rtasidagi bog'lanish ishonchliligiga ham ijobiy, ham salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Mamlakatimizda tibbiyot sohasini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Aholiga stomatologik yordam ko'rsatishni takomillashtirish, stomatologik kasalliklar va ularning asoratlarni kamaytirishga qaratilgan keng ko'lamli chora-tadbirlar quyidagi vazifalarni belgilab berdi: tibbiy yordam samaradorligi, sifati va ommabopligini oshirish, sog'lom turmush tarzini qo'llab-quvvatlash va kasalliklar profilaktikasini kuchaytirish, tibbiy standartlashtirish tizimini shakllantirish, yuqori texnologiyali diagnostika va davolash usullarini joriy etish hamda samarali dispanserizatsiya modellarini yo'lga qo'yish.

Mazkur tadqiqotning asosiy vazifasi — alyuminiy oksidi, natriy bikarbonati va eritritol asosidagi havo-abraziv aralashmalar bilan ishlov berilgan tish yuzalariga qo'llanilgan 5- va 7-avlod bir komponentli adgeziv tizimlar hamda kompozit materiallardan foydalanish orqali kariesni davolash sifatini oshirish va asoratlarning oldini olishdan iborat.

I-BOB. TISH KARIESINI DAVOLASHDA EMAL VA DENTINGA HAVO-ABRAZIV ISHLOV BERISH SAMARADORLIGINI O'RGANISH MAQSADI VA ASOSLASH

Havo-abraziv ishlov berish (airborne/air particle abrasion, APA) minimal invaziv stomatologiyaning muhim vositalaridan biri hisoblanadi. Ushbu usul emal va dentin yuzasida mikroretension relyef hosil qilish, yumshagan dentinni selektiv ravishda olib tashlash bilan birga sog'lom to'qimalarning katta qismini saqlab qolish hamda an'anaviy borlar yordamida keng charxlash zaruratini kamaytirish imkonini beradi. Zamonaviy ilmiy sharhlarda APA qo'llanilish sohasi keng ekani — emalni tayyorlash, kompozitlarni oldindan ishlov berish, kavitetlarni shakllantirish, kariyes o'choqlarini tozalash va boshqa klinik bosqichlarni qamrab olishi ta'kidlanadi. Bunda klinik natija qo'llaniladigan parametrlar — abraziv zarracha turi va o'lchami, ish bosimi, masofa hamda ekspozitsiya davomiyligiga sezilarli darajada bog'liq ekani qayd etiladi (Eram, 2024).

Eng ko'p o'rganilgan abraziv moddalar qatoriga 25–50 mkm o'lchamdagi alyuminiy oksidi (Al_2O_3) va natriy bikarbonati kiradi; so'nggi yillarda bioaktiv shishalar va boshqa muqobil abraziv materiallar ham faol tadqiq etilmoqda. Dentin yuzasiga nisbatan o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, 50 mkm Al_2O_3 bilan bajarilgan APA sog'lom dentinda kompozit sementlarning yopishish mustahkamligini, ayniqsa, inley va onleylarni fiksatsiya qilishdan oldin oshirishi mumkin. Biroq immediate dentin sealing (IDS) bajarilgandan keyin APA qo'llanishi aksincha adgeziya ko'rsatkichlarini pasaytirishi mumkinligi aniqlangan bo'lib, bu holat klinik protokollarda muhim cheklov sifatida e'tiborga olinadi (do Nascimento

Santos va hammualliflar, 2025; Ramos va hammualliflar, 2024; Spagnuolo va hammualliflar, 2021).

Chuqur kariyesni selektiv olib tashlash konsepsiyasi doirasida APA yumshoqroq, shovqini kam va ko'pincha bemor uchun qulayroq usul sifatida baholanadi. U kavitet periferiyasida joylashgan yumshagan to'qimalarni qattqlik nazorati ostida ehtiyotkorlik bilan yo'qotish va keyinchalik germetik yopish bosqichini amalga oshirish imkonini beradi. So'nggi yillardagi ilmiy sharhlar chuqur kariyoz shikastlanishlarni davolashda klinik protokollar selektiv yondashuv tomon siljiyotganini tasdiqlaydi; bunda havo-abraziv tayyorlov minimal invaziv sanatsiya va adgeziv jarayonni optimallashtirishga xizmat qiluvchi yordamchi bosqich sifatida qo'llanishi mumkin (Gheorghiu, 2025).

Tizimli sharhlar hamda klinik ma'lumotlar APA va kislota bilan ishlov berish kombinatsiyasi faqat kislotali ishlov berishga nisbatan fissura germetiklarining retensiyasini yaxshiroq ta'minlashini ko'rsatadi. Bu holat fissura kariyesi profilaktikasida hamda emalni kompozit restavratsiyalar uchun tayyorlash jarayonida ayniqsa dolzarb ahamiyat kasb etadi (Bhadule va hammualliflar, 2024).

Umumlashtirilgan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, kariesni olib tashlashning "muqobil" usullari (jumladan, bor qo'llanilmaydigan texnikalar) an'anaviy turbinali ishlov berishga nisbatan kamroq og'riqlilik va bemor uchun yaxshiroq davolash tajribasini ta'minlaydi. Bu holat ayniqsa pediatrik amaliyotda hamda stomatologik qo'rquv yoki xavotir yuqori bo'lgan bemorlarda muhim ahamiyat kasb etadi. APA ko'pincha aralashuvni yengilroq qabul qilinishini ta'minlovchi usullar qatorida tilga olinadi (Cardoso va hammualliflar, 2020).

Bir qator tadqiqotlarda Al_2O_3 asosidagi agressiv rejimlarda emal yuzasining "ortiqcha tayyorlanishi" ehtimoli qayd etilib, ish bosimi, masofa va ekspozitsiya vaqtini qat'iy nazorat qilish, shuningdek, aniq klinik ko'rsatmalar asosida qo'llash zarurligi ta'kidlanadi. Bundan tashqari, APA ning turli avlod adgeziv tizimlarga hamda IDS (immediate dentin sealing) protokoliga ta'siri alohida hisobga olinishi lozim (Ramos va hammualliflar, 2024).

Minimal invaziv kovaklarni charxlash konsepsiyasi va o'z-o'ziga tkislotali ishlov beruvchi (self-etch) adgeziv tizimlarning paydo bo'lishi operativ karies davolash falsafasini tubdan o'zgartirdi (Rusanov F.S. va boshq., 2015; Melkumyan T.V. va boshq., 2016; Gajva S.I., Demin Ya.D., 2017; Bekjanova O.E. va boshq., 2024; Hegde V.S., Khatavkar R.A., 2010; Banerjee A., Watson T.F., 2011; Van Meerbeek va boshq., 2011; Foxton R.M., 2020).

Qattiq tish to'qimalariga mexanik va kimyoviy ishlov berishning zamonaviy muqobil usullari emal va dentin yuzasining mikrostruktur xususiyatlarini inobatga olgan holda stomatologik aralashuvni amalga oshirish imkonini bermoqda (Murashkin A.S., 2018; Bornstein E.S., 2003; de Oliveira M.T., 2007; Iaria G., 2008; Anja B. va boshq., 2015; Taichen Lin, 2016; Lima V.P., 2021).

Klinik amaliyotga glitsin, eritritol, tregaloza va boshqa moddalarga asoslangan past abraziv kukunlarning joriy etilishi natijasida biofilmlarni va suritilgan qavat tarkibiy qismlarini qattiq tish to'qimalarining klinik jihatdan ahamiyatli shikastlanishsiz olib tashlash imkoniyati paydo bo'ldi (Volinskaya T.B., 2011; Zemskova T.S. va boshq., 2015; Polyanskaya L.N. va boshq., 2019; Moëne R. va boshq., 2010; Kruse A.B. va boshq., 2019; Kröger J.C. va boshq., 2020). Shu bilan birga, klinik vaziyatlarning xilma-xilligi va bajariladigan manipulyatsiyalarning murakkabligi sababli alyuminiy oksidi, natriy bikarbonati, kalsiy karbonati va boshqa qo'pol fraksiyali (coarse-grained) havo-abraziv aralashmalardan to'liq voz kechish imkoni yo'q (Malixina I.E. va boshq., 2018; Kofford K.R. va boshq., 2001; Barnes C.M. va boshq., 2014; Johnson King O. va boshq., 2016).

So'ngi yillarda nafaqat patogen mikroflora va suritilgan qavat tarkibiy qismlarini yo'qotish, balki karies jarayoni natijasida zaiflashgan emal va dentinning tezashtirilgan remineralizatsiyasiga ko'maklashuvchi bioaktiv qatlam hosil qilishga qaratilgan yondashuvlar ham rivojlanmoqda (Sauro S. va boshq., 2012; Spagnuolo G. va boshq., 2021).

Havo-abraziv ishlov berish substratni nazorat qilinadigan mikromodifikatsiya qilish usuli sifatida ko'rib chiqiladi: u sirt energiyasini oshiradi va adgeziv materiallar uchun mikroretension relyef yaratadi. Emalda APA kislota bilan to'ldirib,

mikromexanik tutashuvni kuchaytiradi; dentinda esa suritilgan qavatning qisman olib tashlanishi va dentin naychalari nazoratli ochilishi orqali monomerlar bilan namlanishni yaxshilaydi (Lima, 2021; Ramos, 2024; Bhadule, 2024).

Al_2O_3 uchun xavfsiz va samarali ish rejimi quyidagicha tavsiflanadi: zarracha o'lchami taxminan 50 mkm, bosim qariyb 4 bar, har bir sektor uchun 5 soniyagacha ekspozitsiya, masofa 5–10 mm, hujum burchagi dentin uchun $45\text{--}60^\circ$, emal uchun 90° . 5–10 soniyadan ortiq ishlov berish adgeziyani oshirmaydi, biroq emalning ortiqcha tayyorlanishiga olib kelishi mumkin (Kui, 2024; Ramos, 2024). Glitsin va eritritol uchun ish bosimi pastroq bo'lib, qattiq to'qimalarning ablyatsiyasi minimal darajada kuzatiladi (Liu, 2024).

Tizimli tahlillar “APA + kislotali ishlov” kombinatsiyasining izolyatsiyalangan kislotali ishlovga nisbatan germetiklar retensiyasi va mikrooqishlarga chidamlilik jihatidan ustunligini ko'rsatadi. Bu ayniqsa xavf guruhiga kiruvchi bolalarda va fissura sohasidagi restavratsiyalarda muhimdir (Bhadule, 2024).

“Sog'lom” dentinda taxminan 50 mkm Al_2O_3 zarrachalari bilan bajarilgan APA kompozit sementlar va adgezivlarning yopishish mustahkamligini oshirishi mumkin. Biroq APA ni IDS dan keyin qo'llash adgeziyani pasaytiradi; shu sababli APA ni IDS bajarilishidan oldin amalga oshirish yoki faqat restavratsion material yuzasini ishlov berish bilan cheklash tavsiya etiladi (do Nascimento Santos, 2025; Ozer, 2024; Ramos, 2024).

Bioaktiv shishalar Ca/PO_4 ionlarini ajratib chiqarish xususiyatiga ega bo'lib, dentin yuzasida oraliq kalsiy-fosfat qatlamini shakllantiradi. Natijada “adgeziv—dentin” interfeysining o'tkazuvchanligi kamayadi va birikmaning uzoq muddatli barqarorligi inert Al_2O_3 bilan solishtirganda yaxshilanadi (Spagnuolo, 2021; Park, 2025).

Glitsin va eritritol yuqori darajadagi klinik bardoshlilikni namoyon etadi, bioplyonkani nazorat qilish samaradorligi jihatidan taqqoslanadigan natija beradi hamda to'qimalarga minimal shikast yetkazadi. Eritritol bilan ishlov berish emalda o'rtacha

darajadagi sirt qo‘polligini oshiradi va dentinda qo‘l asboblariga nisbatan kamroq to‘qima yo‘qotilishiga olib keladi (Liu, 2024; Zi-le, 2025; Çekici, 2024).

Bor qo‘llanilmaydigan usullar, jumladan APA, yuqori tezlikdagi bormashina bilan ishlov berishga qaraganda kamroq og‘riqlilik va bemor uchun yaxshiroq davolash tajribasi bilan bog‘liq. Germetizatsiya protokoliga APA ni qo‘shish germetiklarning erta dekoheziyasi xavfini kamaytiradi (Cardoso, 2020; Bhadule, 2024).

APA aerosol hosil qiluvchi muolajalar turkumiga kiradi. Shu sababli kofferdamdan foydalanish, yuqori hajmli aspiratsiya (HVE) va zarurat bo‘lganda ekstraoral so‘rish tizimlarini qo‘llash tavsiya etiladi; bu choralar aerosol yuklamasini sezilarli darajada kamaytiradi (Kaufmann, 2020; He, 2022; Ghoneim, 2024).

Ra ko‘rsatkichining haddan tashqari ortishi bakterial kolonizatsiyani kuchaytirishi va ranglanish xavfini oshirishi mumkin. Shu bois APA ni qisqa muddatli emal travleniyesi bilan uyg‘unlashtirish hamda ish rejimlarini qat’iy nazorat qilish maqsadga muvofiqdir. Maqsad — ortiqcha mikroporozliksiz “funktional” qo‘pollikni hosil qilish (Operative Dentistry Group, 2020; Zheng, 2021).

Bilvosita (no‘to‘g‘ri) restavratsiyalarni sementlashdan oldin “sog‘lom” dentin va emalga, shuningdek restavratsion material yuzasiga qo‘llangan APA adgeziyani oshiradi. Ammo IDS bajarilgandan keyin dentinga APA qo‘llash tavsiya etilmaydi (do Nascimento Santos, 2025; Ozer, 2024).

Yumshagan to‘qimalarni selektiv olib tashlash jarayonida APA periferik sanatsiyaning ehtiyotkor usuli sifatida xizmat qiladi: u ayniqsa emal-dentin chegarasida substratni agressiv ablyatsiyasiz tozalash va mikroretensionni yaxshilash imkonini beradi (Gheorghiu, 2025).

Tavsiya etiladigan klinik yondashuvlar quyidagicha:

- Emal uchun: “APA (Al_2O_3 50 mkm; 4 bar; 5 s; 5–10 mm) + qisqa muddatli kislotali ishlov”;
- Bilvosita konstruksiyalarni fiksatsiyalashdan oldin dentin uchun: Al_2O_3 50 mkm bilan mo‘‘tadil APA yoki bioaktiv shisha;
- IDS dan keyin: dentin yuzasida APA dan voz kechish;

— Profilaktika, parodontologiya va devorlarni ehtiyotkor sanatsiya qilishda: eritritol yoki glitsin;

— Barcha APA muolajalari uchun: HVE, kofferdam va zaruratga ko'ra ekstraoral aspiratsiya tizimi (Lima, 2021; Ramos, 2024; Spagnuolo, 2021; Bhadule, 2024; Liu, 2024).

Respublikamizda havo-abraziv ishlov berish usuli mukozit va periimplantitlarni davolashda (Safarov M.T., 2009; Mukimov O.A., Olimov A.B., 2018; Melkumyan T.V. va boshq., 2022; Kamilov N.X., 2024), og'iz gigiyenasi jarayonlarida tish qoldiqlarini olib tashlashda hamda qattiq tish to'qimalarini charxlashda qo'llanilgan (Melkumyan T.V., Musashayxova Sh.K., 2021). Emal yuzasining skanerlovchi elektron mikroskopiya ko'rsatkichlari Irsaliev X.I. tadqiqotlarida (2001, 2002) o'rganilgan.

Plomba va tish o'rtasidagi birikmaning adgeziv mustahkamligini in vitro sharoitda faol va nafaol monomerlar qo'llanilganda tahlil qilish, qattiq tish to'qimalari alyuminiy oksidi, natriy bikarbonati va eritritol asosidagi havo-abraziv aralashmalar bilan ishlov berilgandan so'ng to'g'ridan-to'g'ri kompozit restavratsiyalarni bajarishning eng maqbul usulini asoslash va tanlash imkonini beradi.

Yuqorida keltirilgan omillar kariesni davolash muvaffaqiyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli yangi materiallarni klinik amaliyotga joriy etishdan avval, ularning qo'llanilish variantlarini inobatga olgan holda doklinik bosqichlarda batafsil o'rganish zarur hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishi VI — «Tibbiyot va farmakologiya» doirasida bajarilgan.

Tadqiqot Toshkent davlat stomatologiya instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining №011400198 — «Tishlar, parodont va og'iz bo'shlig'i shilliq qavati kasalliklarini diagnostika qilish, davolash va profilaktikasining ratsional usullarini

ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish» (2019–2024 yy.) mavzusi doirasida amalga oshirilgan.

Tadqiqotning maqsadi — kompozit materiallardan foydalangan holda tishlarni davolash jarayonida emal va dentinga havo-abraziv ishlov berish samaradorligini o'rganish va ilmiy asoslashdan iborat.

Tadqiqot vazifalari: Mashinaviy charxlash, alyuminiy oksidi, natriy bikarbonati va eritritol asosidagi kukunlar bilan havo-abraziv ishlov berish, shuningdek kislota bilan ishlov berishning emal yuzasi qo'polligi ko'rsatkichlariga ta'sirini baholash.

1. Mashinaviy va alyuminiy oksidi, natriy bikarbonati hamda eritritol asosidagi kukunlar bilan bajarilgan havo-abraziv ishlovdan so'ng dentin yuzasining mikrorelyefini o'rganish.
2. Turli kukunlar bilan havo-abraziv ishlov berilgandan keyin tish yuzasining element tarkibini tahlil qilish.
3. 5- va 7-avlod adgeziv tizimlardan foydalanganda havo-abraziv ishlov berilgan adgeziv yuzaning kompozit materialning emal va dentinga yopishish mustahkamligiga ta'sirini baholash.
4. Tishning adgeziv yuzalari turli usullar bilan tayyorlangandan so'ng bajarilgan kompozit restavratsiyalarning davolash sifati va klinik holatini baholash.

Tadqiqot obyekti sifatida 20–59 yoshdagi, hamroh (fon) patologiyalarsiz, o'rta darajadagi karies tashxisi bilan Toshkent davlat stomatologiya instituti terapevtik stomatologiya poliklinikasida ambulator davolangan 72 nafar bemor olindi. O'rta karies bilan davolangan tishlarning umumiy soni 173 tani tashkil etdi. Laboratoriya bosqichi adgeziya kuchini baholash uchun mo'ljallangan 170 ta tish namunasida hamda sirt mikrog'adir-budurligi va element tarkibini o'rganish uchun ajratilgan 16 ta namuna asosida bajarildi.

Tadqiqot predmeti — tishning adgeziv yuzalari turli usullar bilan tayyorlangandan so‘ng bajarilgan kompozit restavratsiyalar, shuningdek mikrog‘adir-budurlik, element tarkibi va kompozit materialning emal hamda dentinga yopishish mustahkamligini aniqlash uchun tayyorlangan tish namunalari hisoblanadi.

Mazkur ishni bajarishda klinik, laboratoriya va statistik tadqiqot usullari qo‘llanildi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

— birinchi marta aniqlanishicha, emalni olmosli borlar bilan an’anaviy charxlashni 27 mkm o‘lchamli Al_2O_3 kukuni bilan havo-abraziv ishlov berish bilan uyg‘unlashtirish emal yuzasining kislota bilan ishlovning samaraliroq amalga oshirishga va uning mikrog‘adir-budurligini 1,7 baravar oshirishga olib keladi;

— birinchi marta ko‘rsatildiki, 14 mkm eritritol asosidagi aralashma bilan dentinga havo-abraziv ishlov berish dentin naychalari og‘izlarining maksimal ochilishiga hamda sirt mikrog‘adir-budurligining 3,2 baravar ortishiga sabab bo‘ladi;

— an’anaviy va havo-abraziv ishlovdan keyin dentin yuzasidagi mikroelementlar miqdorida klinik ahamiyatga ega tebranishlar kuzatilmasligi bo‘yicha yangi dalillar olindi;

— birinchi marta isbotlandiki, eritritol asosidagi aralashma bilan dentinga havo-abraziv ishlov berish 5-avlod adgeziv tizimlardan foydalanish samaradorligini oshiradi, bunda dentinni kislota bilan travleniye qilish vaqtini 2 baravar qisqartirish mumkin;

— Al_2O_3 va natriy bikarbonati asosidagi aralashmalar bilan havo-abraziv ishlov berilgandan so‘ng, 5- va 7-avlod adgeziv tizimlar qo‘llanilganda kompozit plombalarning chekka moslashuvi yaxshilanishi haqida yangi dalillar qo‘lga kiritildi.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

— 27 mkm Al_2O_3 bilan emalga havo-abraziv ishlov berish va uni kislota bilan travleniye qilish kombinatsiyasi emal yuzasida eng yuqori mikrog‘adir-

budurlikni hosil qildi hamda kuzatuv davri davomida kompozit restavratsiyalarning eng yaxshi chekka moslashuvini ta'minladi;

— 14 mkm eritritol asosidagi aralashma bilan dentinga ishlov berish kislotali ishlov vaqtini 2 baravar qisqartirish imkonini berdi va total ishlov beruvchi adgeziv tizimlaridan foydalanganda restavratsiyadan keyingi sezuvchanlikni kamaytirishga yordam berdi;

— eritritol (14 mkm) bilan ishlov berilganda dentin naychalari og'izlarining maksimal ochilishi o'z-o'zini travlaydigan adgeziv tizimlar samaradorligini pasaytirishi hamda operatsiyadan keyingi sezuvchanlikni oshirishi mumkin;

— 40 mkm natriy bikarbonati bilan emal va dentinga havo-abraziv ishlov berish va kislota bilan kislotali ishlov berish ularning yuzasida kompozit material bilan ishonchli bog'lanish uchun optimal mikrog'adir-budurlikni shakllantirdi hamda 5- va 7-avlod adgeziv tizimlar qo'llanganda restavratsiyalar germetikligini saqlashga xizmat qildi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi zamonaviy, o'zaro to'ldiruvchi klinik, laboratoriya va statistik usullarni qo'llash bilan tasdiqlandi. Emal va dentin yuzasining mikrog'adir-budurligini aniqlash, element tarkibini tahlil qilish hamda kompozit materialning qattiq tish to'qimalariga yopishish kuchini baholash uchun ilg'or asboblardan foydalanildi. Tishlar Al_2O_3 , natriy bikarbonati va eritritol asosidagi aralashmalar bilan havo-abraziv ishlovdan o'tkazildi. Olingan natijalar va xulosalar vakolatli tuzilmalar tomonidan tasdiqlandi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati:

Ilmiy ahamiyati — tishning adgeziv yuzasida mikrog'adir-budurlik ko'rsatkichlari, element tarkibi hamda kompozit materiallarning emal va dentinga yopishish mustahkamligini chuqur o'rganish bilan belgilanadi. Emal va dentinga Al_2O_3 , natriy bikarbonati va eritritol asosidagi aralashmalar bilan havo-abraziv ishlov berish kompozit materiallar qo'llanilganda samarali ekanligini ko'rsatuvchi klinik ma'lumotlar olindi.

Amaliy ahamiyati — an'anaviy charxlashni turli havo-abraziv aralashmalar bilan kombinatsiyalashga asoslangan yangi yondashuvlarni ishlab chiqish va

sogʻliqni saqlash amaliyotiga joriy etishdan iborat. Bunda tishning adgeziv yuzasi mikrogʻadir-budurligi xususiyatlari hamda 5- va 7-avlod adgeziv tizimlarining xossalari hisobga olinadi.

Yuqoridagilar operatsiyadan keyingi sezuvchanlik xavfini kamaytirish, kompozit restavratsiyalarning xizmat muddatini uzaytirish, chekka moslashuv buzilishini va karies retsidivini oldini olish imkonini beradi.

Zamonaviy dalillarga asoslangan maʼlumotlar havo-abraziv ishlovni minimal invaziv karies davolash protokollariga kiritishni qoʻllab-quvvatlaydi. APA adgeziya va retensiyani oshiradi, bemor tajribasini yaxshilaydi va tish toʻqimalariga ehtiyotkor munosabatni taʼminlaydi. Uning samaradorligi tanlangan kukun turi, ish rejimi va klinik bosqichlar ketma-ketligidagi oʻrniga bogʻliq; toʻgʻri standartlashtirilganda usul xavfsiz va klinik jihatdan ahamiyatli ustunliklar beradi (Eram, 2024; do Nascimento Santos va boshq., 2025; Bhadule va boshq., 2024; Cardoso va boshq., 2020).

Mazkur monografiya kirish qismi, oltita bob, xulosa va foydalanilgan adabiyotlar roʻyxatidan ibora

II-BOB. STOMATOLOGIK AMALIYOTDA QOʻLLANILADIGAN KOMPOZIT MATERIALLAR VA ADGEZIV TIZIMLAR SHARHI

2.1. Kompozitlarning sinflari va evolyutsiyasi

Zamonaviy kompozitlar dimetakrilat asosidagi polimer matritsaga (Bis-GMA, TEGDMA, UDMA va ularning modifikatsiyalari) hamda gibrid toʻldirgich tizimlariga tayangan holda ishlab chiqiladi. Toʻldirgichlar nano-, nanogibrid, mikro oʻlchamli zarrachalar va oldindan gomogenlashtirilgan “nanoklaster” aglomeratlaridan iborat boʻlib, ular yemirilishga chidamlilik, elastiklik moduli, yorugʻlik oʻtkazuvchanligi va silliqqlanish xususiyatlari oʻrtasidagi optimal muvozanatni taʼminlash uchun tanlanadi. Soʻngi yillardagi materialshunoslik sharhlari kompozit mexanik xususiyatlaridagi yutuqlar koʻproq toʻldirgich arxitekturasini (zarrachalar hajmi, taqsimoti va silan qatlami bilan bogʻlanish sifati) bilan bogʻliq ekanini, bazaviy matritsaning tubdan oʻzgarishi bilan emasligini

ko'rsatadi. Shu sababli nanogibrid va an'anaviy gibrid kompozitlar o'rtasida klinik natijalar sezilarli darajada yaqinlashgan.

Oxirgi o'n yillikda resin-based composites (RBC) sezilarli evolyutsiyani boshdan kechirdi: klassik nanogibridlardan boshlab bulk-fill tizimlar, universal rangli materiallar, ion ajratuvchi ("bioaktiv"), antibakterial, o'z-o'zini tiklovchi kompozitlar, stress-modifikatorli formulalar va CAD/CAM bloklargacha rivojlandi. Ushbu taraqqiyotning asosiy omillari — polimerizatsion stressni kamaytirish, uzoq muddatli xizmat muddatini oshirish, antikariyes faollikni kuchaytirish, rang mosligini oldindan prognoz qilish va klinik manipulyatsiyalarni tezlashtirishdan iborat.

Kompozit matritsasi an'anaviy ravishda dimetakrilatlarga asoslanadi va tarixan Bis-GMA ustunlik qilgan. Biroq zamonaviy tendensiya UDMA va yuqori molekulyar massali dimetakrilatlar ulushini oshirish, TEGDMA ni kamaytirish yoki chiqarib tashlashga qaratilgan. Bu suv shimilishini va chiziqli qisqarishni pasaytiradi, o'lcham barqarorligini oshiradi hamda ayniqsa I–II klass kovaklarda, yuqori okklyuzion yuklama mavjud bo'lgan sharoitda, marginal germetiklik buzilishi xavfini kamaytiradi.

Fotoinitsiator tizimlari ham takomillashdi: ilgari asosan kamforxinon asosidagi monoinitsiator qo'llanilgan bo'lsa, hozirgi kunda TPO va asillgerman birikmalari qo'shilgan ko'p to'lqinli tizimlar joriy etilgan. Bunday tizimlar qisqaroq to'lqinli spektrda nurlanishni qabul qiladi va optik zichligi yuqori, ko'p to'ldirilgan kompozitlarda konversiya darajasini oshiradi. Natijada ekspozitsiya vaqti qisqaradi, polimerizatsiya chuqurligi va qotishning bir xilligi ortadi. Bu ayniqsa bir qatlamda 4–5 mm qalinlikda qo'llaniladigan bulk-fill materiallar uchun dolzarbdir.

"Matritsa–to'ldirgich" interfeysi kompozitning uzoq muddatli mexanik barqarorligida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Barqaror silan bog'lanish to'ldirgich zarrachalarining yuvilib chiqishini kamaytiradi va yorilishga chidamlilikni oshiradi. To'ldirgich yuzasini tiouretan oligomerlari bilan modifikatsiya qilish polimerizatsion stressni pasaytirishi hamda fazalar chegarasida toughening mexanizmi orqali yorilish tarqalishiga qarshilikni kuchaytirishi haqida ma'lumotlar mavjud.

To'ldirgichlar rivoji ikki asosiy yo'nalishda kechmoqda. Birinchisi — SiO_2 , bariy-alyumosilikat shisha, ZrO_2 kabi noorganik zarrachalarning o'lcham va morfologik taqsimotini optimallashtirish hamda oldindan polimerlashtirilgan to'ldirgichlardan foydalanish orqali ishlov berish qulayligini oshirish va qisqarishni kamaytirish. Ikkinchisi — funksional, ion ajratuvchi to'ldirgichlarni (S-PRG-shisha, nano-gidroksiapatit, amorf kalsiy-fosfat — NACP) qo'llash orqali materiallarga remineralizatsion potensial berish.

Kompozit restavratsiyalarning xizmat muddatiga ta'sir etuvchi ko'plab omillar orasida materialning o'z xususiyatlari, tishning adgeziv yuzasi ultrastrukturalari hamda shakllangan gibrid qatlam sifati muhim o'rin tutadi.

Bugungi kunda kompozitlar restavratsion materiallarning asosiy sinfi hisoblanadi. Ularning boshqa plombalash materiallariga nisbatan ustunliklari — yuqori estetik ko'rsatkichlar, yetarli mexanik mustahkamlik, klinik qo'llash texnologik qulayligi hamda minimal polimerizatsion qisqarishdir.

Kompozit plombalar to'ldiruvchi zarrachalarning o'lchami va turi bo'yicha quyidagicha tasniflanadi:

➤ **Nanogibridlar / mikrogibridlar.** Mustahkamlik, sayqallanish darajasi va universallik o'rtasida optimal muvozanatni ta'minlaydi; orqa (chaynash) hamda old (estetik) restavratsiyalar uchun asosiy material hisoblanadi.

➤ **Nanoto'ldirilgan kompozitlar.** Yuqori darajadagi yaltiroqlik va silliqlikni uzoq saqlash xususiyatiga ega; "smile zone"da nozik estetik qatlamlashni amalga oshirish imkonini beradi.

➤ **Suyuqlanuvchan kompozitlar (flowable).** Elastiklik moduli pastroq, oqimchanligi yuqori; layner sifatida, kichik kavitalar, nekarioz shikastlanishlar hamda chekka zonalarini ta'mirlashda qo'llanadi.

➤ **Yuqori to'ldirilgan (packable) kompozitlar.** Qattiqligi va yemirilishga chidamliligi oshirilgan bo'lib, asosan chaynash tishlari guruhida qo'llash uchun mo'ljallangan.

➤ **Bulk-fill kompozitlar.** Modifikatsiyalangan matritsa va initsiatorlar hamda pasaytirilgan elastiklik moduli hisobiga 4–5 mm gacha chuqurlikda bir bosqichda polimerizatsiyalanadi; klinik samaradorlikni saqlagan holda ish vaqtini qisqartiradi.

Ko‘plab ishlab chiqaruvchi kompaniyalar amalmagani o‘rnini bosa oladigan kompozit materiallarni taklif qilmoqda. Yangi avlod materiallarida to‘ldiruvchi turli o‘lchamdagi zarrachalar aralashmasidan iborat. Katta zarrachalar orasidagi bo‘shliqlar mayda zarrachalar bilan to‘ldirilishi hisobiga yuqori zichlik ta‘minlanadi. Bunday mikrostrukturaviy tuzilma materialga kondensatsiya jarayonida amalmagaga yaqin darajadagi zichlik va mexanik qarshilik xususiyatini beradi [60, 60–61-betlar].

Polimerizatsion stress — marginal germetiklikning buzilishini, operatsiyadan keyingi sezuvchanlik va restavratsiyalarning erta muvaffaqiyatsizligiga olib keluvchi asosiy omillardan biridir. Stressni kamaytirishga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar kimyoviy va texnologik yechimlar kombinatsiyasini o‘z ichiga oladi: modifikatsiyalangan matritsa va to‘ldiruvchiga ega bulk-fill kompozitlardan foydalanish, tiouretan oligomerlarini kiritish hamda addition-fragmentation chain transfer (AFCT) mexanizmlarini joriy etish [Veloso, 2019; Par, 2025; Lewis, 2024].

Bulk-fill materiallar klinik samaradorlik bo‘yicha inkremental texnika bilan taqqoslanadigan natijalarni ko‘rsatadi, shu bilan birga porsiyalar soni va manipulyatsiyalar kamayishi hisobiga har bir restavratsiya uchun o‘rtacha 2–4 daqiqa vaqtni tejaydi [Loguercio, 2023]. Meta-tahlillar 1–6 yil davomida restavratsiyalar yashovchanligi ko‘rsatkichlari o‘xshash ekanini tasdiqlaydi, agar fotopolimerizatsiya va adgeziv protokol to‘g‘ri bajarilgan bo‘lsa [Veloso, 2019; Elawsya, 2024]. Tiouretanlar polimer tarmog‘ining viskoelastik relaksatsiyasini kuchaytiradi, qotishning dastlabki bosqichida kuchlanishni qayta taqsimlash imkonini beradi va kompozitning yoriqqa chidamliligini oshiradi, bu mexanik sinovlar hamda mikrostrukturaviy kuzatuvlar bilan tasdiqlangan [Fugolin, 2021; Piccolli, 2024]. AFCT mexanizmlarini qo‘llash yanada bir xil polimer arxitekturasini shakllantirib,

ichki kuchlanishlarni kamaytiradi; dastlabki klinik kuzatuvlar ijobiy natijalarni ko'rsatmoqda, biroq uzoq muddatli monitoring talab etiladi [Par, 2025].

Stomatologik restavratsiyalarni tayyorlashda, avvalo, bajarilgan ish aniq obyektiv mezonlarga javob berishi zarur, shundan keyingina bemorning subyektiv estetik talablarini hisobga olish maqsadga muvofiqdir.

Tishni charxlash jarayoni restavratsiyaning funksional samaradorligi va uzoq muddatli xizmat qilishini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Stomatologiyada "minimal intervensiya" atamasi sog'lom tish to'qimalarini keng kovaklar shakllantirish maqsadida ortiqcha qurbon qilish mumkin emasligini anglatadi. "Oldini olish uchun kengaytirish" haqidagi eski konsepsiya qayta ko'rib chiqilmoqda, chunki hech bir sun'iy material tabiiy dentinni to'liq almashtira olmaydi [94, 106–112-betlar].

1896-yilda taklif etilgan G.V. Black tomonidan ishlab chiqilgan kariyoz kovaklar tasnifi dastlab amalmaga mo'ljallangan kovaklarni shakllantirish tamoyiliga asoslangan edi. Biroq so'ngi yillarda plombalovchi materiallar arsenali sezilarli darajada kengaydi. Kompozitlar bilan ishlashda asosiy e'tibor kovak shakliga emas, balki shikastlanishning lokalizatsiyasiga qaratiladi. Ushbu konsepsiya Xalqaro Stomatologiya Federatsiyasiga ko'rib chiqish uchun taqdim etilgan va bir qator mamlakatlarda amaliyotga joriy etilgan. Ikkala yondashuv tizimini to'liq anglash maqsadida u G.V. Black tasnifi bilan bir qatorda o'qitiladi.

Hozirgi vaqtda G.V. Black bo'yicha kovaklar tasnifidan to'liq voz kechish imkoni yo'q. Ushbu tizim uzoq yillar davomida universal mezon sifatida qo'llanilgan va hanuzgacha klinik amaliyotda uchraydigan ko'plab bemorlarda kariyoz kovaklar aynan shu tamoyillar asosida shakllantirilgan. Keng ko'lamli defektlarni tiklashda mazkur tasnif o'z ishonchliligini saqlab qoladi, chunki restavratsiyalarga qo'yiladigan talablar faqat zarur anatomik va optik ko'rsatkichlarni tiklash bilan cheklanmaydi, balki tishning saqlanib qolgan to'qimalarini himoya qilish funksiyasini ham o'z ichiga oladi.

Kompozit materiallarning joriy etilishi stomatologik amaliyotda restavratsiyalar uchun ko'rsatmalar doirasini sezilarli darajada kengaytirdi. Chaynash

guruhi tishlarini kompozitlar bilan to'g'ridan-to'g'ri plombalash keng e'tirof etilgan usulga aylandi. Stomatologik kompozitlar noorganik to'ldiruvchi va organik matritsadan iborat murakkab tizim hisoblanadi. To'ldiruvchi ulushi hajm bo'yicha kamida 30% ni tashkil etishi lozim; aks holda material kam to'ldirilgan polimer sifatida baholanadi [51, 60–71-betlar].

Bowen R.L. (1992) tasnifiga ko'ra, plombalovchi kompozit materiallar to'ldiruvchi zarrachalarining o'lchamiga qarab uch guruhga ajratiladi: makrofillar, mikrofillar va gibridlar.

Makrofillar. Ushbu sinfga mansub plombalovchi materiallar tarkibida 1–100 mkm o'lchamdagi noorganik to'ldiruvchi zarrachalar mavjud. Bunday kompozitlar yuqori mustahkamlikka ega, biroq sirtining sifati hatto sayqallangandan so'ng ham ideal darajaga yetmaydi. Natijada mikroorganizmlarning adgeziyasi osonlashadi va bu ikkilamchi kariyes rivojlanish xavfini oshiradi. Estetik restavratsiyalar uchun makrofillar mos emas, chunki ular rang barqarorligi va yuqori darajadagi polirovka xususiyatlariga ega emas.

Mikrofillar. Ushbu sinfga mansub kompozitlarda to'ldiruvchi zarrachalar o'lchami 1 mkm dan kichik. Mexanik mustahkamlik jihatidan ular makrofillardan biroz past turadi, biroq yuqori darajadagi polirovka xususiyatiga ega. Shu bois asosan frontal (old) tishlarni estetik tiklashda qo'llanadi.

Gibridlar. Mazkur turdagi kompozitlar o'tgan asrning 80-yillarida ishlab chiqilgan. Ularning tarkibiga turli o'lcham (0,004–50 mkm) va sifatdagi to'ldiruvchi zarrachalar kiradi. Bu sinf materiallari universal hisoblanadi va barcha tish guruhlarida restavratsiya o'tkazishda muvaffaqiyatli qo'llanishi mumkin.

Gibrid kompozitlarning asosiy xususiyatlari — yuqori mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik va elastiklikdir. Ushbu guruh plombalovchi materiallari tarkibidagi dentin germetigi izolyatsion prokladkadan foydalanmaslik imkonini beradi, chunki bunday prokladkalar restavratsiyaning rangi va shaffofligiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Gibrid kompozitlarning fizik ko'rsatkichlari old va orqa tishlarning anatomik shaklini tiklashda mustahkam restavratsiyalar tayyorlash imkonini yaratdi.

So'nggi meta-tahliliy ma'lumotlarga ko'ra, to'g'ridan-to'g'ri va bilvosita kompozit restavratsiyalarning 5 yillik yashovchanligi taxminan 85–95% ni tashkil etadi (protokolga qat'iy rioya qilinganda to'ldiruvchi subtiplar o'rtasida sezilarli farq kuzatilmaydi). Muvaffaqiyatsizlikning asosiy sabablari — sinishlar, ikkilamchi kariyes va chekka nuqsonlardir. Hal qiluvchi omillar sifatida bemorning individual xususiyatlari (kariyes xavfi, bruksizm), kovak dizayni hamda adgeziv protokol sifati qayd etiladi [Heintze & Rousson, 2022; Josić va boshq., 2023].

Kompozit material sifati ularning abraziv yeyilishga chidamliligi, siqilish va egilishdagi mustahkamligi, yaxshi polirovka qilinishi, rang barqarorligi va boshqa fizik-mexanik ko'rsatkichlari bilan belgilanadi.

Kompozitlar to'ldirilish darajasi va viskozligiga qarab quyidagi guruhlariga ajratiladi:

- ✚ **Oquvchi (flowable)** — to'ldiruvchisi kam, qattiqligi past va polimerizatsion qisqarishi yuqori bo'lgan materiallar;
- ✚ **Qadoqlanadigan (packable)** — yuqori darajada to'ldirilgan, mikroqattiqligi yuqori va polimerizatsion qisqarishi nisbatan past bo'lgan kompozitlar;
- ✚ **Universal to'ldirilgan fotopolimerlar** — yuqoridagi ko'rsatkichlari o'rtacha qiymatlarga ega bo'lgan materiallar.

Qadoqlanadigan kompozitlarning sirt mikroqattiqligi yuqoriligi va ularga xos bo'lgan nisbatan kichik hajmiy qisqarish ularning muhim ijobiy xususiyatlari hisoblanadi. Materialni oldindan qizdirish metodikasi esa yuqori darajada to'ldirilgan polimerlarning noqulay reologik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi, materialni tish devorlariga moslashtirish jarayonini osonlashtiradi hamda mikrosizib chiqish xavfini kamaytiradi [3, 102–104-betlar].

Tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha [22, 148–153-betlar], qadoqlangan materialni oldindan isitish qotgan polimerning mustahkamlik ko'rsatkichlarini 14% ga oshirgan. Ushbu vazifani bajarish uchun Toshkent davlat stomatologiya instituti hospital terapevtik stomatologiya kafedrasida ishlab chiqilgan metodika qo'llanilgan bo'lib, u UltraTester (Ultradent, AQSh) qurilmasida siljish

deformatsiyasi orqali plombalovchi materialning mexanik xossalarini baholash imkonini beradi [33, 48-bet].

“Inert” RBC materiallaridan funksional kompozitlarga o‘tish restavratsiya-tish chegarasida yuqori germetiklikni ta’minlash va yuqori kariyes xavfiga ega bemorlarda ikkilamchi kariyesning oldini olish istagi bilan bog‘liq. S-PRG to‘ldiruvchilari (giomer yondashuvi) ftoridlar, stronsiy hamda boshqa ionlarni ajratib chiqaradi, natijada buferlovchi va remineralizatsiyalovchi ta’sir ko‘rsatadi. Bu ayniqsa bo‘yin (servikal) sohada va gigiyena jihatdan murakkab hududlarda muhim ahamiyat kasb etadi [Manente, 2024; Toz-Akalin, 2024]. Klinik kuzatuvlarda an’anaviy kompozitlar bilan taqqoslanadigan yashovchanlik ko‘rsatkichlari qayd etilgan, shu bilan birga qo‘shni to‘qimalar demineralizatsiyasi havfining kamayishi ehtimoli ta’kidlanadi [Lowenstein, 2025; Hendam, 2025].

NACP va nano-gidroksiapatit mahalliy remineralizatsiyani kuchaytiradi hamda to‘ldiruvchining maqbul ulushi saqlangan sharoitda materialning mexanik ko‘rsatkichlariga jiddiy zarar yetkazmagan holda sirt mikroqattiqligi dinamikasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [Ibrahim, 2025; Islam, 2025]. Shu bilan birga, analitik sharhlar in vivo sharoitida “biofaollik”ni baholash mezonlarini standartlashtirish zarurligini va marketing bayonotlari bilan klinik ahamiyatga ega natijalarni aniq ajratish lozimligini ta’kidlaydi [Abozaid, 2025].

Kationli monomerlar (kvaterner ammoniy birikmalari — QAM/QAC, masalan DMAHDM) asosidagi kontakt-aktiv antibakterial kompozitlar material yuzasida va restavratsiya chetida hosil bo‘ladigan bioplyonkaning hayotiyiligini kamaytiradi [de Oliveira, 2021; Liang, 2024]. Antibakterial komponentlarni remineralizatsiyalovchi to‘ldiruvchilar bilan kombinatsiya qilish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi, chunki bu nazariy jihatdan bir vaqtning o‘zida bakterial omilga va mineral almashinuvga ta’sir ko‘rsatish imkonini beradi [Featherstone, 2022; Ibrahim, 2025]. Biroq qo‘shimchalarning optimal konsentratsiyasini tanlash muhim, chunki ortiqcha miqdor mustahkamlikning pasayishiga, polimerizatsiya jarayoniga salbiy ta’sirga hamda og‘iz bo‘shlig‘ida uzoq muddatli barqarorlikning kamayishiga olib kelishi mumkin [Dobrzyński, 2025].

O‘z-o‘zini tiklovchi kompozitlar ekspluatatsiya davomida yuzaga keladigan mikro-yoriqlarni bartaraf etish uchun mikrokapsulalar yoki qaytar (supramolekulyar) bog‘lanishlardan foydalanadi [Zhang, 2024]. Bunday tizimlar restavratsiya xizmat muddatini uzaytirish, qayta sayqallash va tuzatishlar ehtiyojini kamaytirish imkoniyatiga ega. Asosiy muammolar — “davolovchi” agentning fotopolimerizatsiya bilan mosligi, yuvilib ketishga chidamliligi hamda qattqlik va lokal relaksatsiya qobiliyati o‘rtasidagi muvozanatni saqlashdir [Zhang, 2024].

RBC optik xususiyatlarini optimallashtirish rang mosligini prognozli ta‘minlash va chekka maskirovkasini yaxshilashga qaratilgan. “One-shade” konsepsiyasi bir xil o‘lchamdagi sferik to‘ldiruvchilar orqali boshqariladigan yorug‘lik sochilishi va “strukturaviy rang hosil bo‘lishi” effektiga asoslanadi, bu esa rang palitrasini qisqartirish va logistika jarayonini soddalashtirish imkonini beradi [Bisharah, 2024; Tabatabaei, 2024]. Ammo tizimli sharhlar shuni ko‘rsatadiki, murakkab klinik vaziyatlarda (pigmentatsiya, yupqa devorlar, material qalinligidagi farqlar) ko‘p tonli tizimlar aniqroq rang mosligini ta‘minlaydi [Forabosco, 2025; Hijazi, 2025]. Natijaga qatlam qalinligi, taglikning rangi va optik zichligi hamda kavitet geometriyasi sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi [Fathpour, 2024].

Qisqa shisha tolalar bilan armirlash katta kovaklarda va endodontik davolangan tishlarda yoriqqa chidamlilikni, egilishga qarshilikni hamda kuchlanishlarning taqsimlanishini yaxshilaydi [Nezir, 2024]. Tolalarning uzunligi va hajmiy ulushini optimallashtirish orqali muayyan klinik vazifaga mos mexanik xususiyatlarni sozlash, yuqori yuk ko‘tarish qobiliyatiga ega “bulk-base” qatlamini shakllantirish mumkin [Tanner, 2018; Varghese, 2025]. Interfeys nuqsonlari va “tola–matritsa” chegarasida kuchlanish konsentratsiyasini oldini olish uchun adgeziv protokolga va qatlamma-qatlam kiritish ketma-ketligiga qat‘iy rioya etish zarur [Nezir, 2024].

Kompozit CAD/CAM bloklari hamda polimer-infiltratsiyalangan keramika tarmoqlari (PICN) o‘rtacha okklyuzion yuklama mavjud bo‘lgan hududlarda inley, onley va koronka restavratsiyalari uchun samarali yechim sifatida qo‘llanilmoqda.

Klinik kuzatuvlarda uch yillik yashovchanlik ko'rsatkichi taxminan 90% ni tashkil etishi, beshinchi yilga kelib esa bu ko'rsatkich ~84% gacha pasayishi qayd etilgan [Yuen, 2025; Abu Alhuda, 2024]. PICN tizimlari ko'pincha sof polimer bloklarga nisbatan biroz yuqoriroq yashovchanlik va chiplanish (skol) bo'yicha qulayroq profil namoyon etadi [Alanazi, 2025; ElGendy, 2025]. Sirtga ishlov berish protokollari (qum bilan ishlov berish, silanlash), mos adgeziv va sement tanlash, shuningdek kariyoz kovak va kulya-simon tuzilmalarni tayyorlash strategiyasi hal qiluvchi ahamiyatga ega [Duarte Jr, 2024; Tzimas, 2024].

Kompozitlarni kovak sinflari bo'yicha qo'llashda quyidagilarni inobatga olish zarur:

I sinf. Yuqori C-faktor mavjud; katta hajmli massadan qochish, inkremental texnikada ishlash lozim. Bulk-fill qo'llanganda qotish chuqurligi va yorug'lik ekspozitsiyasini qat'iy nazorat qilish, okklyuzion anatomiyani esa nanogibrid qatlam bilan tiklash tavsiya etiladi.

II sinf. Proksimal moslashuvi yaxshi bo'lgan matrisa tizimi, ajratuvchi klinlar va anatomik seksion halqalardan foydalanish muhim. Oxirgi qatlam polimerizatsiyasidan oldin kontakt punktini nazorat qilish zarur.

III–IV sinflar. Estetik stratifikatsiya tamoyili qo'llanadi: dentin bazaviy (opak) qatlami va emal qatlamlari. Silikon kalit yoki silikon shakllardan foydalanish maqsadga muvofiq; sinish chegarasini maskalash uchun yupqa emal fasetkasi shakllantiriladi.

V sinf va NCCL. Ko'pincha nam va sklerozlangan dentin kuzatiladi; selektiv emalni kislota bilan ishlov berish + o'z-o'zidan protrovkalanuvchi yoki universal adgezivdan foydalanish ma'qul. Suyuqlanuvchi kompozitni yupqa qatlamda qo'llash va "yumshoq" polimerizatsiya rejimi stressni kamaytiradi; chekkalarni silliqlash hamda yuqori polirovka pigmentatsiyani oldini oladi.

Mexanik ko'rsatkichlardan tashqari, yeyilishga chidamlilik, bioplyonka adgeziyasi va rang barqarorligi masalalari ham dolzarbdir. Tajribaviy ma'lumotlar ayrim kompozit bloklarda blyashka hosil bo'lishiga past moyillik mavjudligini ko'rsatadi, bu esa gigiyenik prognoz va rang o'zgarishiga bilvosita ta'sir ko'rsatishi mumkin [Tzimas, 2024].

Zamonaviy kimyo yutuqlari tish to'qimalari bilan yuqori bog'lanish kuchiga ega adgeziv tizimlarni yaratish imkonini berdi. Restavratsion ishlarda qo'llaniladigan adgeziv materiallar okklyuzion kuchlanishlarning taqsimlanishiga, emal va dentinga retensiyaga ta'sir ko'rsatadi. Shuningdek, ular pulpaga zarar yetkazuvchi mikroorganizmlar va kimyoviy moddalarning penetratsiyasini cheklashda muhim rol o'ynaydi.

Kompozit plombalovchi materiallar estetika, funksionallik va minimal invaziv stomatologiya (MIS) tamoyillarini uyg'unlashtirish imkonini beradi. Hozirgi kunda restavratsiyaning uzoq muddat xizmat qilishi "ideal" materialdan ko'ra ko'proq adgeziv strategiyani to'g'ri tanlash, polimerizatsion stressni nazorat qilish va texnikani mukammal bajarishga bog'liq — izolyatsiya va substratni tayyorlashdan tortib, fotopolimerizatsiya, finishing va okklyuziyani tekshirishgacha. Ushbu prinsiplarga rioya qilinganda kompozit restavratsiyalar yuqori yashovchanlik, oson ta'mirlash imkoniyati va bemor uchun iqtisodiy samaradorlikni namoyon etadi.

2.2. Adgeziv tizimlar: zamonaviy paradigma

So'nggi o'n yillikdagi kompozit materiallar endi oddiy "plomba" emas, balki sozlanadigan kimyo, optika, mexanika va biofunksiyaga ega platformalardir. Klinik jihatdan yetuk yo'nalishlar qatoriga stress-nazoratli bulk-fill tizimlari, yuqori kariyes xavfiga ega bemorlar uchun giomer/NACP yechimlari, katta kavitetlarda FRC-beyzing (tolali armirlash asoslari), shuningdek o'rtacha yuklama ostidagi ko'rsatmalarda CAD/CAM-kompozitlar kiradi. Istiqbolda — barqaror antibakterial matritsalar (QAM), o'z-o'zini tiklovchi tarmoqlar va yanada "aqlli" optik tizimlar.

Material tanlashda esa hal qiluvchi omillar adgeziv protokol, fotopolimerizatsiya sifati va kavitet dizayni bo‘lib, ular kompozit kimyosidan kam ahamiyatga ega emas.

Hozirgi kunda qo‘llanilayotgan adgeziv tizimlar yetti avlodga bo‘linadi; ular qotish mexanizmi, kimyoviy tarkibi va qo‘llash texnikasi bilan farqlanadi.

I avlod adgezivlari kompozit bilan past bog‘lanish kuchiga ega bo‘lib, yuqori gidrofilligi sababli dentin naychalari orqali namlik o‘tishini to‘liq to‘sib qo‘ya olmaydi.

II avlod adgezivlari dentin bilan bog‘lanish kuchini I avlodga nisbatan taxminan uch baravar oshirgan; bu ularning nisbatan gidrofob xususiyatlari kuchayganini ko‘rsatadi.

III avlod adgeziv tizimlari ikki komponentli bo‘lib, emal va dentin bilan bog‘lanishni ta‘minlaydi. Oldingi avlodlardan farqli ravishda operatsiyadan keyingi sezuvchanlik kamaygan va restavratsiya xizmat muddati uzaygan.

IV avlod adgezivlari ham ko‘p bosqichli (odatda uch bosqichli: total-etch + primer + bond) tizim bo‘lib, ayniqsa dentin bilan yuqori bog‘lanish kuchini beradi. Bu yutuq total protrovkalash va “nam bonding” texnikasi bilan bevosita bog‘liq. Mazkur avlod ko‘pincha “oltin standart” sifatida qaraladi, chunki u kompozit bilan tishning qattiq to‘qimalari o‘rtasida mustahkam va germetik birikma hosil qiladi. Kamchiligi — ko‘p bosqichlilik, bu esa klinik jarayonni sekinlashtiradi va texnik sezgirlikni oshiradi.

V avlod adgezivlari bir flakonli tizim bo‘lib, gidrofil primer va gidrofob bondni birlashtiradi (ikki bosqichli etch-and-rinse). Bunday kombinatsiya ma‘lum darajada kimyoviy beqarorlikka olib kelishi mumkin. Shunga qaramay, qo‘llash qulayligi va soddaligi tufayli ular keng tarqalgan.

VI avlod adgeziv tizimlari o‘z-o‘zidan protrovkalanuvchi (self-etch) tizimlarning ilk vakillari hisoblanadi. Ular total protrovkalash bosqichini talab qilmaydi, shu orqali dentin kollagen matritsasining kollaps xavfini kamaytiradi. Ko‘plab mualliflar ularni IV avlod tizimlarining self-etch analogi sifatida baholaydi.

VII avlod adgezivlari ham self-etch guruhiga mansub bo‘lib, yanada soddalashtirilgan va tezkor klinik qo‘llash imkonini beradi (bir bosqichli tizimlar). VI

va VII avlodning afzalligi — nafaqat mikromexanik retensiya, balki tarkibidagi takomillashtirilgan monomerlar hisobiga gidroksiapatit kristallari bilan kimyoviy bog‘ hosil qilish qobiliyatidir.

Etch-and-rinse tizimlarida kislota bilan ishlov berilgandan so‘ng hosil bo‘lgan bo‘shliqlarga monomerning yetarli diffuziyanmasligi natijasida kollagen tolalarining ochiq qolgan, to‘liq infiltratsiyanmagan zonalar paydo bo‘lishi mumkin. Shunga o‘xshash holat self-etch tizimlarida ham kuzatiladi, garchi protrovkalash va gibridizatsiya bir vaqtning o‘zida amalga oshirilsa ham. Bu fenomen ko‘pincha ortiqcha namlik bilan izohlanadi, chunki kislotali monomerlarning yuqori gidrofilligi substratda suvning saqlanib qolishiga olib keladi [74, 329–334-betlar].

Hozirgi vaqtda zamonaviy bonding tizimlarida muvaffaqiyatli qo‘llanilayotgan turli adgeziya mexanizmlari mavjud [123, 215–235-betlar]. «Etch-and-Rinse» turidagi adgezivlardan foydalanish alohida protrovkalash va yuvish bosqichlarini nazarda tutadi. Sirtni kislota bilan tayyorlash odatda 30–40% ortofosfat kislotasi yordamida amalga oshiriladi. Belgilangan vaqt o‘tgach, kislota suv bilan puxta yuvib tashlanadi, so‘ng primer va adgeziv surtiladi, natijada uch bosqichli qo‘llash protokoli shakllanadi. Ikki bosqichli, soddalashtirilgan «Etch-and-Rinse» tizimlarida esa primer va adgeziv bir vaqtda qo‘llanadi.

An’anaviy uch bosqichli «Etch-and-Rinse» adgezivlaridan farqli ravishda, soddalashtirilgan ikki bosqichli tizimlarda primer va adgeziv bir flakonda birlashtirilgan bo‘ladi. Bir ishlab chiqaruvchi tomonidan taqdim etilgan uch va ikki bosqichli «Etch-and-Rinse» tizimlari ko‘pincha erituvchi va monomer tarkibi jihatidan o‘xshash bo‘ladi. Mazkur sinf adgezivlarida eng muhim komponent erituvchi hisoblanganligi sababli, ularning tasnifi asosan erituvchi turiga ko‘ra amalga oshiriladi [119, 472–476-betlar].

Etanol asosidagi keng tarqalgan adgeziv tizimlarga OptiBond (Kerr) va Adper Single Bond (3M ESPE) kiradi.

Ushbu guruh erituvchining past uchuvchanligi sababli saqlash va qo‘llashda qulay hisoblanadi. Biroq atseton asosidagi tizimlar — masalan, One-Step (Bisco) va Prime & Bond NT (Dentsply De Trey) — bilan taqqoslaganda, etanol asosidagilar

kamroq ifodalangan gibril qatlam hosil qiladi. Atseton asosidagi adgezivlarning kamchiligi esa erituvchining yuqori uchuvchanligi tufayli ularning kimyoviy beqarorligidir.

Erituvchi sifatida suv qo'llaniladigan adgeziv tizimlarga Scotchbond I (3M ESPE) kiradi. Ular hosil qiladigan gibril qatlam gidrolitik jihatdan nisbatan beqarorligi bilan tavsiflanadi [55, 22–26-betlar].

Ikki bosqichli «Etch-and-Rinse» adgezivlarning umumiy muammosi — ochilgan kollagen tarmog'ini to'liq infiltratsiya qila olmasligi va erituvchining, ayniqsa suvning, past uchuvchanligi sababli qoldiq namlikning saqlanib qolishidir.

Bundan tashqari, pulpa tomirlari reaksiyasini o'rganish shuni ko'rsatdiki [12, 39–44-betlar], tarkibida atseton bo'lgan adgeziv tizimlar qo'llanganda darhol vazokonstriktor javob kuzatiladi. Atsetonsiz adgeziv tizimlar qo'llanganda esa pulpa tomirlarining funksional holatidagi o'zgarishlar minimal darajada bo'ladi.

«Self-etch» turidagi o'z-o'zidan protrovkalanuvchi adgezivlardan foydalanish yuvilmaydigan kislotali monomerga asoslanadi; u bir vaqtning o'zida dentinni protrovkalaydi va gibrilizatsiya qiladi. Ko'p bosqichli protokollarga xos texnik murakkabliklarni hisobga olganda, «Self-etch» tizimlari klinik nuqtai nazardan istiqbolli hisoblanadi. Bu usulda yuvish bosqichi mavjud emas, natijada vaqt tejaladi va texnik jihatdan sezgir manipulyatsiyalar bilan bog'liq xatoliklar xavfi sezilarli darajada kamayadi.

«Self-etch» turidagi adgeziv tizimlar ikki asosiy modifikatsiyaga ajratiladi: yumshoq va kuchli shakllar [122, 119–144-b.]. Kuchli o'z-o'zini travmalovchi adgezivlarning vodorod ko'rsatkichi juda past bo'lib ($\text{pH} < 1$), ular yuqori agressivlikka ega. Ushbu toifaga klinik amaliyotda keng qo'llaniladigan **Adper Prompt L-Pop (3M ESPE)** hamda **Absolut (Dentsply-Sankin)** kiradi.

Bog'lanish mexanizmi va dentinda yuz beradigan ultramorfologik o'zgarishlar jihatidan ular «Etch-and-Rinse» konsepsiyasiga mansub tizimlarga o'xshashdir, chunki tishning qattiq to'qimalarini 3–5 nm chuqurlikkacha demineralizatsiya qilish qobiliyatiga ega [48, 39–49-b.; 81, 401–408-b.].

Yumshoq oʻz-oʻzini travmalovchi adgezivlar ($\text{pH} > 2$) dentin yuzasini faqat qisman eritadi va gibril qatlam tarkibida sezilarli miqdorda gidroksiapatit kristallarini saqlab qoladi. Ushbu guruhning tipik vakillari **Clearfil Tri-S Bond (Kuraray Medical)** hamda **Reactmer Bond (Shofu)** hisoblanadi.

Faol monomer tarkibidagi karboksil va fosfat guruhlarini saqlanib qolgan gidroksiapatit bilan bevosita kimyoviy oʻzaro taʼsirga kirishishi mumkin [128, 454–458-b.]. Natijada ikki tomonlama bogʻlanish mexanizmi — mikromexanik va kimyoviy — shakllanadi. Bunday kombinatsiyalangan adgeziya restavratsiyaning uzoq muddatli barqarorligini taʼminlashda muhim ustunlik beradi. Mikromexanik komponent turli xil debonding stresslariga qarshilik koʻrsatadi, kimyoviy bogʻlanish esa gidrolitik parchalanishga chidamli aloqalarni hosil qilib, uzoq muddatli germetiklikni taʼminlaydi.

Shu bilan birga, ushbu tizimlar < 1 nm chuqurlikda demineralizatsiya chaqiradi va nisbatan yupqa gibril qatlam hosil qiladi. Bu esa asosiy kompozit polimerizatsiyasi jarayonida yuzaga keladigan polimerizatsion stress taʼsiriga nisbatan ularni sezgirroq qiladi.

Zamonaviy adgeziv tizimlarning eng muhim kamchiligi — ularning in vivo sharoitdagi cheklangan barqarorligidir [47, 12-b.]. Klinik muvaffaqiyatsizlikning asosiy koʻrinishlari plombaning tushib ketishi va chekka adaptatsiyaning buzilishidir [17, 7–11-b.; 44, 265–271-b.].

Demak, biomaterialning tish toʻqimalari bilan integratsiya sifatini yaxshilash kompozit restavratsiyalarning uzoq muddatli klinik xizmat muddatini taʼminlashning muhim omili hisoblanadi [102, 109–115-b.; 56, 637–643-b.].

Tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, kompozit material tarkibidagi noorganik toʻldiruvchi ulushi, monomer turi, yorugʻlik oqimining intensivligi va fotopolimerizatsiya usuli polimerizatsion qisqarish hajmiga sezilarli taʼsir koʻrsatadi [62, 44–70-b.].

Polimerizatsion qisqarish muammosini kamaytirish maqsadida bir qator yondashuvlar taklif etilgan [42, 200–206-b.]. Ulardan biri polimerizatsiya jarayonini dastlabki bosqichda kimyoviy reaksiya tezligini pasaytirish orqali sekinlashtirishga

asoslanadi [41, 636–638-b.]. Bosqichma-bosqich usulda kompozit avval past intensivlikdagi nur bilan, so‘ng yuqori intensivlikda polimerizatsiya qilinadi [121, 147–152-b.].

Mazkur metodikaning asosiy maqsadi — dogel fazada kompozitning oqim xususiyatlarini rag‘batlantirish orqali polimerizatsion stressni kamaytirishdir. Bu usul qisqarish hajmini ma’lum darajada pasaytiradi, biroq past intensivlikdagi nurlanish spektri kompozitni to‘liq polimerizatsiya qilish uchun yetarli energiyaga ega emas [77, 1215–1223-b.].

Shuningdek, 5-avlod bonding tizimi misolida mikrocho‘zilish sinovlari imkoniyatlari o‘rganilgan. Mazkur metod yuqori aniqlik bilan zamonaviy plombalovchi materiallarning adgeziv xususiyatlarini baholash, turli lokalizatsiyadagi kavitetlarda bog‘lanish kuchini aniqlash hamda yorilish turini identifikatsiya qilish imkonini beradi [90, 117–123-b.].

Stomatologik adgeziv tizimlar ishlash prinsipiga ko‘ra total protravkalash va o‘z-o‘zini protravkalash konsepsiyalariga bo‘linadi. Total protravkalashga asoslangan materiallar (IV va V avlod adgezivlari) smayr qatlamini hamda tishning mineral tuzilmasini demineralizatsiya qilish uchun fosfor kislotasini alohida qo‘llashni talab qiladi.

Dentin yuzasiga fosfor kislotasi qo‘llangandan so‘ng, suritilgan qavat to‘liq bartaraf etiladi, uning ostidagi dentin esa demineralizatsiyaga uchrab, kollagen tolalari ekspozitsiyalanadi. Ochiqlangan kollagen keyinchalik smola asosidagi monomerlar bilan infiltratsiyalanib, “gibrid qatlam” deb ataluvchi strukturani shakllantiradi. Klinik amaliyotda odatda 30–40% konsentratsiyadagi fosfor kislotasi optimal deb hisoblanadi [2, 6–7-b.; 16, 31–76-b.; 98, 758–767-b.; 100, 1–16-b.; 35, 272–278-b.; 59, 41–53-b.].

O‘z-o‘zini protravkalovchi adgeziv tizimlarda kislotali praymer qo‘llanadi; u tishning mineral komponentlarini qisman demineralizatsiya qiladi va bir vaqtning o‘zida dentinga penetratsiya qiladi. Praymerning nisbatan yuqori pH ko‘rsatkichi sababli smayr qatlam to‘liq emas, balki qisman eriydi. Natijada uning qoldiqlari gibrid qatlam tarkibiga inkorporatsiyalanib, “gibridlangan smayr qatlam” hosil qiladi.

In vitro tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, o'z-o'zini travmalovchi adgezivlarning bog'lanish mustahkamligini turli modifikatsion yondashuvlar orqali oshirish mumkin [7, 78–81-b.; 49, 317–324-b.; 89, 1147–1153-b.; 104, 246–254-b.]. Ushbu tizimlarda adgeziya samaradorligi ko'p jihatdan suritilgan qavat tarkibi va morfologik xususiyatlariga bog'liq. Uning qalinligi va zichligi dentin yuzasini tayyorlash usuliga — kesish tezligi, abraziv zarrachalar o'lchami va boshqa omillarga — bevosita aloqador.

Smayr qatlam qoldiqlari ko'pincha dentin naychalari og'izchalarini berkitib, “probkalar” hosil qiladi va dentinning o'tkazuvchanligini taxminan 86% ga kamaytiradi. Biroq uning mikroporoz tuzilishi tufayli naychalar ichidagi suyuqlik ma'lum darajada diffuziyalanishi mumkin. Asosan suritilgan qavat gidroksiapatit va kollagendan iborat bo'lib, ular tish preparatsiyasi jarayonida hosil bo'ladigan ishqalanish va issiqlik ta'sirida denaturatsiyaga uchraydi [61, 3–10-b.].

Fosfor kislotasi joriy etilishidan avvalgi avlod adgezivlari suritilgan qavat bilan qoplangan yuzaga bevosita bog'lanardi. In vitro sharoitda ularning bog'lanish kuchi 5 MPa dan past bo'lgan, bu esa klinik sharoitda oson ajralishga olib kelishi mumkin edi. Ajralgan namunalar ko'pincha suritilgan qavat ichida kohezion buzilish sifatida tasniflangan, chunki gidrofob adgeziv smola qoldiq zonaga yetarlicha singa olmagan.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, “etch-and-rinse” tipidagi tizimlar qo'llanganda dentin kollagenining uzoq muddatli degradatsiyasi o'z-o'zini travmalovchi adgezivlarga nisbatan kuchliroq namoyon bo'ladi. Bu holat fosfor kislotasining agressiv demineralizatsion ta'siri bilan izohlanadi, natijada ko'proq kollagen fibrillalar ochiladi. Shunga ko'ra, kollagenolitik faollikka ega endogen fermentlar — matriks metalloproteinazalar (MMP) — faollashib, vaqt o'tishi bilan ochilgan kollagenni degradatsiyaga uchratadi [64, 843–848-b.; 88, 82–86-b.].

Fosfor kislotasining kamchiliklarini hisobga olib, muqobil protravkalovchi vositalar ishlab chiqilgan: **Multi Etchant (Yamakin, Osaka, Yaponiya)**, **Shofu Enamel Conditioner (Shofu, Kioto, Yaponiya)** hamda sirkoniy oksinitrat asosidagi eksperimental konditsioner (**Ivoclar Vivadent, Shaan, Lixtenshteyn**). Sirkoniy

oksinitratli konditsionerning MMP faolligini ingibitsiya qilishi ham eksperimental ravishda ko'rsatilgan. Biroq ushbu yangi travmalovchi vositalarning suritilgan qavatning turli modifikatsiyalariga ta'sirini baholash uchun qo'shimcha tadqiqotlar talab etiladi [110, 77–85-b.; 86].

Fosfor kislotasi bilan ishlov berish vaqtini qisqartirish dentin kollageni degradatsiyasini kamaytirishga qaratilgan navbatdagi yondashuv sifatida taklif etilgan. Demineralizatsiya chuqurligi travmalash davomiyligiga bog'liq deb taxmin qilingan bo'lsa-da, ishlov berish vaqtini 5 soniyagacha kamaytirish dentin bilan bog'lanish mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatmagan. Aksincha, birlamchi dentinda protravkalash vaqtini 50% ga qisqartirish bog'lanish ko'rsatkichlarining sezilarli yaxshilanishiga olib kelgan [101, 19–26-b.; 126, 293–299-b.].

Shuningdek, dentinni 3 soniya davomida fosfor kislotasi bilan ishlov berish universal adgezivlarning bog'lanish mustahkamligi va uzoq muddatli barqarorligini oshirishi aniqlangan. Protravkalash vaqtini qisqartirish bog'lanish degradatsiyasiga salbiy ta'sirni kamaytirishi mumkinligi ta'kidlangan bo'lsa-da, MMP faolligiga ta'sirini aniqlash uchun qo'shimcha izlanishlar zarur [108, 355–362-b.; 116, 210–218-b.].

O'z-o'zini protravkalovchi tizimlarda bog'lanish natijasiga ta'sir etuvchi asosiy omillar — suritilgan qavat xususiyatlari va adgezivning travmalash potensialidir [109, 467–475-b.]. Ko'plab tadqiqotlarda turli asboblarda yordamida hosil qilingan suritilgan qavat ta'siri baholangan, biroq ko'pincha smayr qatlamsiz nazorat guruhi kiritilmagan. Shu sababli smayr qatlamning dentin adgeziyasiga real ta'siri yetarlicha baholanmagan bo'lishi mumkin.

2000-yilda Tay va hamkorlari dentinda mikroyorilishlar hosil qilish texnikasini taklif qilib, smayr qatlamsiz va suritilgan qavat bilan qoplangan dentinda o'z-o'zini protravkalovchi adgezivning bog'lanish mustahkamligini solishtirgan. Natijalar shuni ko'rsatdiki, ikki bosqichli o'z-o'zini travmalovchi adgeziv — Clearfil SE Bond — kremniy karbidi (SiC) qog'ozi bilan hosil qilingan suritilgan qavat mavjudligiga bog'liq holda bog'lanish kuchini o'zgartirmagan [118, 83–98-b.].

O'tkazilgan tadqiqotlarda [114, 317–324-b.] siniq (frakturalangan) dentindagi bog'lanish mustahkamligi olmos bor bilan ishlov berilgan dentindagi ko'rsatkichlar bilan qiyoslangan. Aniqlanishicha, turli instrumentlar yordamida hosil qilingan smayr qatlamlar o'z-o'zini protravkalovchi adgezivlar bilan adgeziyaga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

O'z-o'zini protravkalovchi adgezivlar pH ko'rsatkichiga ko'ra quyidagicha tasniflanadi:

- ✓ kuchli ($\text{pH} \leq 1$),
- ✓ o'rtacha kuchli ($\text{pH} 1-2$),
- ✓ yumshoq ($\text{pH} \approx 2$),
- ✓ o'ta yumshoq ($\text{pH} > 2,5$).

Past pH ga ega tizimlar yuqori travmalash potensialiga egaligi bilan ajralib turadi [73, 129–136-b.; 75, 1160–1164-b.; 53, 978–985-b.].

Universal adgezivlar konseptual jihatdan avvalgi avlod tizimlariga yaqin bo'lib, ayrim texnologik takomillashtirishlar bilan farqlanadi. Ularning asosiy funksional monomeri — 10-MDP (10-metakriloiloksidetsil digidrogenfosfat) — boshqa monomerlarga nisbatan yuqori gidrofoblik xususiyatiga ega. Mazkur sinf adgezivlarining pH ko'rsatkichi 1,5–3,2 oralig'ida bo'lib, aksariyat hollarda yumshoq va o'ta yumshoq guruhga mansub hisoblanadi [54, 317–323-b.; 63, 497–505-b.].

Dentin yuzasini tayyorlash odatda olmos borlar hamda kremniy karbidi (SiC) asosidagi abraziv qog'oz yordamida amalga oshiriladi. Quruq yoki nam silliqlash usullari, asosan, laboratoriya sharoitida smayr qatlamni standartlashtirish va adgeziya mustahkamligini sinashdan avval yuzaga ma'lum darajada qo'pollik berish maqsadida qo'llanadi.

Adabiyotlarda lazer yordamida yuzani tayyorlash ijobiy natija berishi qayd etilgan bo'lsa-da, keyingi tadqiqotlar dentinda mikroyorilishlar paydo bo'lishi va adgeziyaning pasayishini ko'rsatgan [96, 2121–2131-b.].

Karioz kovakni charxlash va yuzaga mikroretentiv qo'pollik hosil qilish uchun havo-abraziv ishlov berish usuli ham qo'llanadi [127, 360–366-b.; 67, 241–248-b.]. Qo'pol yuzaning shakllanishi adgeziv smolaning bog'lanish yuzasini

kengaytirib, adgezion ko'rsatkichlarni yaxshilaydi. Havo-abraziv ishlov berishda ko'pincha alyuminiy oksidi zarrachalari qo'llanadi [43, 556–563-b.].

Ayrim tadqiqotlarda [99, 196–208-b.] universal adgezivlarning dentin bilan bog'lanish mustahkamligi alyuminiy oksidi bilan ishlov berilgandan so'ng kamayishi qayd etilgan. Mualliflar bu salbiy holatni qum purkash natijasida smayr qatlamning zichlashishi va adgeziv smolaning penetratsiyasiga to'sqinlik qilishi bilan izohlaydilar.

Biroq yaqinda o'tkazilgan tizimli tahlil natijalariga ko'ra, alyuminiy oksidining abraziv ta'siri dentin bilan bog'lanish mustahkamligiga salbiy ta'sir ko'rsatmasligi aniqlangan. Aksincha, zarracha o'lchami 30 mkm dan katta va havo bosimi 5 bar dan yuqori bo'lgan sharoitda ishlov berish adgeziya ko'rsatkichlarini yaxshilashi tavsiya etiladi.

Ambulator qabul jarayonida abraziv zarrachalarning operatsion maydonga sochilishi deyarli muqarrar. Shu sababli rezina izolyatsiya vositalari (koferdam, OptraDam) qo'llanilishi shart, bemor hamda stomatologik personal esa ko'zlarni himoya qiluvchi maxsus ko'zoynaklar bilan ta'minlanishi lozim [4, 86–88-b.; 30, 92–98-b.; 103, 360–364-b.].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, abraziv zarracha o'lchami ortgan sari hosil bo'ladigan smayr qatlam qalinligi ham oshadi. O'rtacha ko'rsatkichlar SiC asosidagi silliqlashda 0,9–2,6 mkm, olmos bor bilan ishlov berilganda esa 1,0–2,8 mkm oralig'ida qayd etilgan.

Suritigan qavatning zichligi ham tish yuzasini tayyorlash usuliga bevosita bog'liq. Olmos borlardan foydalanilganda, odatda, nisbatan zich va kompakt smayr qatlam hosil bo'ladi. Aksincha, kremniy karbidi (SiC) asosidagi abraziv qog'oz qo'llanilgandan so'ng bo'shroq va kamroq zich tuzilishga ega smayr qatlam aniqlangan [25, 23–25-b.; 107, 24–31-b.].

Skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida suritilgan qavatning zichligi dentin naychalari og'izchalarining nechta qismi obturatsiyalanganini hisoblash orqali baholanadi [112, 317–323-b.]. So'nggi yillardagi tadqiqotlarda [106, 59–66-b.] transmissiyaviy elektron mikroskopiya (TEM) usuli qo'llanib, smayr

qatlamning uzunlamas kesimdagi ultrastrukturaviy xususiyatlari o'rganilgan. Mazkur metod qatlam zichligini va uning kislotali funksional monomerlar bilan o'zaro ta'sirini to'g'ridan-to'g'ri vizualizatsiya qilish imkonini beradi.

Adgezivlar klinik amaliyotda ikki asosiy usulda qo'llanadi: aktiv aplikatsiya yoki ko'p martalik surtish. Aktiv usulda adgeziv tish yuzasiga ma'lum bosim bilan ishqalab singdiriladi, natijada suritilgan qavat tezroq eriydi va modifikatsiyalanadi [105, 357–365-b.]. Shunga qaramay, ayrim tadqiqotlarda ishqalash kuchining turlicha bo'lishi bog'lanish mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmagani qayd etilgan [61, 139–145-b.].

Biroq aktiv texnikaning boshqa afzalliklari mavjud: 10-MDP monomeri bilan kimyoviy o'zaro ta'sirning kuchayishi, erituvchining samaraliroq bug'lanishi [85, 1060–1070-b.], bog'lanish mustahkamligining oshishi [92, 188–199-b.] hamda smola infiltratsiyasining chuqurlashuvi [120, 197–204-b.].

Adgezivni ko'p martalik qo'llash dentin yuzasining to'liq va bir xil qoplanishini ta'minlaydi. Tadqiqotlar ikki marta aplikatsiya qilish — qatlamlar orasida fotopolimerizatsiya bilan yoki polimerizatsiyasiz — ma'lum ustunliklarga ega ekanini ko'rsatgan [45, 59–66-b.].

Ishlab chiqaruvchi tomonidan ko'rsatilgan aplikatsiya vaqti smola monomeri bilan dentin substrati o'rtasida samarali o'zaro ta'sirni ta'minlash uchun minimal talab hisoblanadi. Ayrim universal adgeziv ishlab chiqaruvchilar aplikatsiya vaqtini qisqartirish mumkinligini ta'kidlasalar-da, ko'pchilik ilmiy ma'lumotlar adgezivni dentin yuzasida uzoqroq ushlab turish uning notekislik va mikroretentiv hududlarga chuqurroq infiltratsiyasini ta'minlashini ko'rsatadi. Bu esa kompozit material bilan tishning qattiq to'qimalari chegarasida maksimal darajada gibrid qatlam shakllanishiga, ishonchli germetiklikka hamda restavratsiyaning uzoq muddatli klinik barqarorligiga xizmat qiladi [71, 54–63-b.].

Shunday qilib, biomaterialning tish to'qimalari bilan yuqori darajadagi integratsiyasini ta'minlash kompozit restavratsiyalarning uzoq muddatli klinik samaradorligining asosiy sharti hisoblanadi. Amaldagi ko'pgina zamonaviy adgeziv

materiallar o'z sinfiga qaramasdan amaliy stomatologiyada yetarlicha yuqori natijadorlik bilan qo'llanilmoqda [15, 117–122-b.].

III BOB. TISHLARNI KOMPOZIT MATERIALLAR BILAN RESTAVRATSIYA QILISHDA HAVO–ABRAZIV ARALASHMALAR YORDAMIDA CHARXLASH USULLARI

3.1. Havo-abrazivcharxlashning minimal invaziv stomatologiyadagi o'rni va ahamiyati

Minimal invaziv stomatologiya (MIS) organ-saqlovchi aralashuv tamoyillariga asoslanadi: zararlangan to'qimalarni selektiv olib tashlash, intakt strukturalarni maksimal darajada asrash hamda muolajalar travmatikligini kamaytirish. Klinik amaliyotda bu yondashuv yumshagan dentinni maqsadli ekskavatsiya qilish, kavitetni imkon qadar konservativ shakllantirish, adgeziv materiallarga ustuvorlik berish va restavratsiya bo'yicha bosqichma-bosqich qaror qabul qilishda namoyon bo'ladi. Havo-abraziv ishlov berish (air particle/airborne-particle abrasion, APA) mazkur konsepsiyaga mos keluvchi usul bo'lib, vibratsiyasiz va past shovqinli mikropreparatsiya hamda kompozitlar va sementlar uchun yuzani konditsionerlash imkonini beradi (Eram va hammuall., 2024; Kui va hammuall., 2024).

Zamonaviy APA texnologiyasi siqilgan havo oqimi yordamida abraziv zarrachalarni (ko'pincha 27–50 mkm o'lchamdagi alyuminiy oksidi) emal yoki dentin yuzasiga yo'naltiradi. Zarrachalar yuzadan mikroqatlamni selektiv tarzda olib tashlab, nazorat qilinadigan qo'polikka ega mikroretension relyef hosil qiladi va an'anaviy aylanuvchi instrumentlarga xos bo'lgan ifodalangan "smayr" qatlamni deyarli shakllantirmaydi. Bu holat adgeziv tizimlar praymerlari va monomerlarining samarali namlanishi hamda infiltratsiyasiga ko'maklashadi (Lima va hammuall., 2021; Ramos va hammuall., 2024). Bosim, fraksiya va ekspozitsiya vaqti to'g'ri tanlanganda, APA yuzaning takrorlanuvchi topografiyasini ta'minlaydi, ortiqcha qizish va mikroyorilishlarsiz (Lima va hammuall., 2021; Kui va hammuall., 2024).

Alyuminiy oksidi (Al_2O_3). Qattiqligi, zarracha morfologiyasi va klinik boshqaruvchanligi uyg'unligi sababli Al_2O_3 "oltin standart" sifatida e'tirof etiladi. U emal va dentinda samarali mikroretensiya hosil qiladi hamda keramika va kompozit yuzalarini adgeziv sementlashdan avval ishlov berishda keng qo'llanadi (Eram va hammuall., 2024; Ramos va hammuall., 2024).

Bioaktiv shisha va kompozit abrazivlar. So'nggi o'n yillikda, xususan 45S5 tarkibli bioaktiv shishalar va ularning modifikatsiyalari faol o'rganilmoqda. Ular mikroretension profil yaratish bilan birga kaltsiy va fosfat ionlarini ajratib, remineralizatsion potensialni kuchaytirishi hamda inert zarrachalarga nisbatan sitotoksiklikni kamaytirishi mumkin. In vitro tadqiqotlar bioaktiv shishalar bilan konditsionerlashda adgeziya ko'rsatkichlari, biouyg'unlik va odontogen markerlar ekspressiyasi yaxshilanishini, shuningdek demineralizatsiya profilaktikasi istiqbollari ko'rsatgan (Spagnuolo va hammuall., 2021; Karaoulani va hammuall., 2022; Salma va hammuall., 2022; Chen va hammuall., 2022).

Parametrlarni tizimlashtirish natijalari dentin uchun taxminan 50 mkm zarracha o'lchami, 60 psi (≈ 4 bar) bosim va bir hududga 5 soniya atrofida qisqa ekspozitsiya klinik jihatdan maqbul ekanini ko'rsatadi. Bunday rejim matritsani ortiqcha eroziyasiz aniq mikroqo'pollik hosil qiladi; ekspozitsiyani oshirish qo'shimcha afzallik bermaydi. Agressiv APA'dan so'ng o'z-o'zini travmalovchi adgezivlarni qo'llash ayrim hollarda "etch-and-rinse" protokoli bilan solishtirganda bog'lanish mustahkamligini pasaytirishi mumkin (Kui va hammuall., 2024).

2015–2024 yillarga oid metodik sharhlar va meta-tahlillar APA, odatda, smolalarning dentin bilan bog'lanish kuchini kamaytirmasligini tasdiqlaydi. Ijobiy effekt zarracha o'lchami, bosim va protravkalash/prayming protokollari muayyan kombinatsiyasida namoyon bo'ladi. Biroq mustahkamlikning ortishi universal emas — u adgeziv turi, substrat holati (eroziyalangan yoki intakt dentin) hamda oldingi bosqichlar, jumladan immediate dentin sealing texnikasiga bog'liq (Lima va hammuall., 2021; Ramos va hammuall., 2024). Emalda APA orqali yaratilgan mikroqo'pollik retension potensial jihatidan kislota bilan konditsionerlashga yaqin bo'lishi mumkin, ammo ko'pincha yuzaning energetikasini oshirish va namlanishni

yaxshilash maqsadida an'anaviy protravkalashga qo'shimcha sifatida qo'llanadi (Lima va hammuall., 2021; Eram va hammuall., 2024).

Klinik-laborator taqqoslovchi tadqiqotlar APA kariesni olib tashlash samaradorligi bo'yicha aylanuvchi usullar bilan taqqoslanadigan natija berishini, biroq travmatizatsiya darajasi pastroq va bemor uchun qulayroq ekanini ko'rsatadi. Ayniqsa pediatrik amaliyotda va tish yorib chiqish davridagi yuzaki zararlanishlarda bu ustunlik yaqqol namoyon bo'ladi. Mikrokonussimon kompyuter tomografiya hamda spektral tahlil ma'lumotlariga ko'ra, MIS usullaridan (jumladan APA) so'ng dentin naychalari ochiq, smayr qatlamsiz va adgeziv uchun bir tekis substrat shakllanadi (Vusurumarthi va hammuall., 2020; Al-Sagheer va hammuall., 2024).

Shunday qilib, APA ni adgeziv protokol oldidan qo'llash emal va dentinni samarali tozalaydi, biofilm va kontaminantlarni bartaraf etadi hamda kompozit ostida ifloslanish inklyuziyalari xavfini kamaytiradi. Biroq uning maksimal samaradorligi protravkalash va prayming bosqichlari bilan to'g'ri integratsiya qilingandagina ta'minlanadi, bu esa restavratsiyalarning uzoq muddatli barqarorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi (Lima va hammuall., 2021; Kui va hammuall., 2024).

Keramika/kompozit yuzalari va dentinni sementlashdan oldin dastlabki APA qo'llash mexanik retensiyani kuchaytirishi mumkin. Biroq agar immediate dentin sealing (**IDS**) allaqachon bajarilgan bo'lsa, qayta va agressiv APA bog'lanish mustahkamligini pasaytirishi ehtimoli mavjud; shu sababli protokol individual klinik vaziyatga moslashtirilishi lozim (Ramos va hammuall., 2024).

Bioaktiv shishalarni abraziv sifatida qo'llash bir vaqtning o'zida mikroishlov va remineralizatsion ta'sir ko'rsatish imkonini beradi — oq dog'lardan boshlab boshlang'ich eroziyagacha bo'lgan holatlarda. Bu yondashuv dastlabki zararlanishlarni boshqarish bo'yicha zamonaviy minimal invaziv strategiyaga mos keladi (Spagnuolo va hammuall., 2021; Karaoulani va hammuall., 2022; Chen va hammuall., 2022).

Kariesni olib tashlashda MIS algoritmlari zararlanish chuqurligi va pulpa ekspozitsiyasi xavfiga qarab “umuman olib tashlamaslik”, “selektiv olib tashlash” va “bosqichma-bosqich ekskavatsiya” strategiyalarini o'z ichiga oladi. APA ushbu

yondashuvlarni to'ldiruvchi, ayniqsa yakuniy tozalash va adgezivga tayyorlash bosqichida qo'llaniladigan ehtiyotkor mexanik vosita sifatida namoyon bo'ladi (Al-Kaff va hammuall., 2025; Spear Clinical Review, 2025).

Qo'l ekskavatorlari, minimal diametrli borlar, kimyoviy-mexanik gellar va lazerlar bilan taqqoslanganda, APA odatda quyidagi afzalliklarni ko'rsatadi:

1. Vibratsion yuklamaning pastligi;
2. Akustik noqulaylikning minimal darajasi;
3. Mikroqatlamni nazoratli olib tashlash;
4. Kovak devorlarining yuqori tozaligi (mikromorfologik baholash bo'yicha);
5. Yuzaki zararlanishlarda vaqt tejalishi.

Shu bilan birga, chuqur kariesda kimyoviy-mexanik gellar ayrim hollarda ma'qulroq bo'lishi mumkin (Elmarakby va hammuall., 2025; Vusurumarthi va hammuall., 2020).

APA'ning asosiy xavfi aerosol hosil bo'lishi va mayda zarrachalarning inhalatsiyasi bilan bog'liq. Zamonaviy qurilmalarda izolyatsiya, yuqori samarali aspiratsiya va koferdam qo'llanishi ekspozitsiyani sezilarli kamaytiradi. Retrogard zarralar qaytishini kamaytirish uchun fokuslangan oqimli nasadkalar, minimal yetarli bosim va qisqa ekspozitsiya hamda kuchli aspiratsiya tavsiya etiladi. Pediatrik amaliyotda uchlik pozitsiyasini aniq nazorat qilish muhim (Eram va hammuall., 2024; Kui va hammuall., 2024).

Bioaktiv abrazivlar ayrim tadqiqotlarda kamroq sitotoksiklik va potensial remineralizatsion effekt ko'rsatgan, bu ayniqsa pulpa yaqinidagi yuzalarni ishlov berishda xavfsizlik profilini yaxshilaydi (Spagnuolo va hammuall., 2021; Chen va hammuall., 2022).

Barcha klinik ssenariylar APA'dan bir xil foyda ko'rmaydi. Keng hajmli ikkilamchi karieslarda va katta miqdorda to'qima olib tashlash zarur bo'lganda, aylanuvchi instrumentlar tezroq va samaraliroq bo'lishi mumkin. IDS'dan keyingi agressiv APA sementlash mustahkamligini kamaytirishi mumkin. Yuqori namlik, chuqur kovak va kirish qiyin bo'lgan hududlarda oqim geometriyasini nazorat qilish

murakkablashadi (Ramos va hammuall., 2024). Estetik zonadagi restavratsiyalarda APA odatda emalni kislota bilan selektiv protravkalash bilan kombinatsiyada qo'llanadi (Lima va hammuall., 2021).

MIS doirasida APA uchun tavsiya etiladigan klinik protocol

1. Operatsion maydonni izolyatsiya qilish va yuqori quvvatli aspiratsiya;
2. Biofilm va yuzaki kontaminantlarni bartaraf etish;
3. Havo-abraziv ishlov: zarrachalar ≈ 50 mkm, bosim ≈ 60 psi (≈ 4 bar), masofa 1–2 mm, burchak $45\text{--}60^\circ$, ekspozitsiya 3–5 soniya;
4. Yuzani chayish va ortiqcha quritmasdan mat ko'rinishga keltirish;
5. Adgeziv protokol: emalni selektiv fosfor kislotasi bilan protravkalash; dentin uchun ishlab chiqaruvchi ko'rsatmalariga muvofiq (agressiv APA'dan so'ng self-etch tizimlar ehtiyotkorlik bilan qo'llanadi);
6. Fotopolimerizatsiya va kompozitni qatlamma-qatlam kiritish;
7. Finirovka va okklyuzion nazorat (Kui va hammuall., 2024; Lima va hammuall., 2021; Eram va hammuall., 2024).

So'nggi o'n yillikda mexanik mikroretensiyadan bioaktiv yuzani modifikatsiya qilishga o'tish kuzatilmoqda. Kaltsiy-fosfat tizimlari va ionlar (masalan, stronsiy yoki fluor) qo'shilgan shisha abrazivlar mikroretensiyani remineralizatsion va desensitizatsion effekt bilan birlashtirishga qaratilgan. Bibliometrik va sharh tadqiqotlari bioaktiv abrazivlar hamda ularning adgeziv tizimlar bilan kombinatsiyasiga bag'ishlangan ilmiy ishlar sonining oshib borayotganini qayd etadi (Spagnuolo va hammuall., 2021; Salma va hammuall., 2022; Chen va hammuall., 2022).

Klinik tavsiyalar va zamonaviy gidlarga asoslangan sharhlar APA'ni MIS doirasida — ayniqsa ehtiyotkor ekskavatsiya, adgeziv restavratsiyaga tayyorlash va boshlang'ich emal zararlanishlarini profilaktik boshqarishda — samarali opsiya sifatida baholaydi (Al-Kaff va hammuall., 2025; Spear Clinical Review, 2025). Strategiya tanlash (selektiv yoki bosqichma-bosqich olib tashlash) zararlanish chuqurligi, pulpa xavfi va kovakni germetik yopish imkoniyatiga bog'liq.

Zamonaviy yondashuv yuzaki qattqlikka asoslangan selektiv ekskavatsiyani va pulpa vitalitetini saqlashni maqsad qiladi. Gheorghiu (2025) ma'lumotlariga ko'ra, selektiv olib tashlash pulpa ochilish xavfini kamaytiradi va remineralizatsiya biologiyasiga mos keladi. Bu jarayonda APA — substratni sanitatsiya qilish va adgeziyaga optimallashtirishning ehtiyotkor bosqichi sifatida qo'llanadi.

Ramos va hammuall. (2024) ta'kidlashicha, APA'ning dentin bilan bog'lanish kuchiga ta'siri abraziv turi va ish rejimiga bog'liq: universal adgezivlar bilan qo'llanganda odatda salbiy ta'sir kuzatilmaydi, bioaktiv shisha qo'llanganda esa ijobiy effekt ehtimoli mavjud. "Etch-and-rinse" protokoli abrazivlangan dentin uchun afzal hisoblanadi.

Metodik ketma-ketlik quyidagicha tavsiya etiladi: qisqa APA (Al_2O_3 30–50 mkm) → chayish va nam-mat holatgacha quritish → emalni 15–20 soniya selektiv protravkalash → universal adgezivni ≥ 20 –30 soniya aktiv ishqalash va erituvchini to'liq bug'latish → kompozit kiritish (Doshi va hammuall., 2023).

Havo-abraziv charxlash kompozit restavratsiyalarda samarali va biologik jihatdan tejoychi usuldir. Zarrachalar 30–50 mkm, o'rtacha bosim va qisqa ekspozitsiya qo'llanilganda hamda to'g'ri adgeziv ketma-ketlik saqlanganda APA dentin bilan bog'lanish mustahkamligini pasaytirmaydi, balki ko'pincha retensiyani yaxshilaydi. Bioaktiv shisha abrazivlar xavfsizlik va remineralizatsiya salohiyati jihatidan istiqbolli hisoblanadi.

Natijaning uzoq muddatli barqarorligi faqat APA parametrlariga emas, balki kavitet dizayni, bemor omillari va adgeziv protokol intizomiga ham bog'liq. Zamonaviy MIS doirasida APA profilaktika, dastlabki terapiya va adgeziv restavratsiyalar o'rtasida samarali "texnologik ko'prik" vazifasini bajaradi.

3.2. Substratda yuz beradigan o'zgarishlar: morfologiya, adgeziya va uzoq muddatli barqarorlik

APA smayr qatlamni bartaraf etadi, dentin naychalari og'izchalarini ochadi va adgeziya uchun faol yuzani kengaytiradi. Spagnuolo va hammuall. (2021) ma'lumotlariga ko'ra, bioaktiv shishalar bilan bajarilgan APA gibrid qatlamning

fermentativ degradatsiyasini kamaytirishi hamda hujayraviy biologiyani buzmasligi mumkin, bu esa bog‘lanishning uzoq muddatli barqarorligini bilvosita qo‘llab-quvvatlaydi.

Universal adgezivlar bo‘yicha tizimli yangilangan tahlillar (Doshi va hammuall., 2023) ularning turli strategiyalarda 2–5 yil davomida klinik jihatdan ishonchli natija berishini ko‘rsatadi. Bunda qo‘llash texnikasi — aktiv ishqalash, erituvchini to‘liq bug‘latish — brend omilidan kam ahamiyatga ega emas.

Haddan tashqari agressiv rejimlar (yirik fraksiya, yuqori bosim, uzoq ekspozitsiya, kichik masofa) emalni “ortiqcha tayyorlash”ga olib kelib, chuqur relyef hosil qilishi mumkin. Eram (2024) va klinik kuzatuvlarga ko‘ra, bu holat chekka bo‘yoqlanish va giperesteziya xavfini oshiradi. Optimal yondashuv — qisqa o‘tishlar, yuzaga taxminan 90° burchak, 2–5 mm masofa, kuchli aspiratsiya va yumshoq to‘qimalarni himoyalash.

Shu bilan birga, alternativ karies olib tashlash usullari bo‘yicha ayrim klinik sharhlar ularni samaradorlik va vaqt nuqtai nazaridan klassik bor bilan charxlashdan ustun qo‘ymaydi (Senthilkumar, 2020). Biroq ko‘plab bemorlarda, ayniqsa charxlashda, APA ko‘proq qulay va yaxshi ko‘chiriladi (Cardoso, 2020).

Karies profilaktikasining asosiy choralaridan biri — tish yuzasidan yumshoq va qattiq tish qoplamalarini olib tashlashdir. Tish yuzasidagi biofilm ostida kechadigan jarayonlar, uning mikrobiologik tarkibi va ratsion bilan bog‘liq omillar muhim ahamiyatga ega. Maqsadli gigiyenik profilaktika karies uchrashish chastotasini sezilarli kamaytiradi [87, 93–100-b.].

Professional tozalash tish blyashkasining shakllanish intensivligini kamaytiradi. Uning o‘tkazilish chastotasi individual omillarga qarab ikki haftadan bir necha oygacha farqlanishi mumkin [70, 564–576-b.]. Adabiyotlarga ko‘ra, stomatologik patologiyalar profilaktikasining muvaffaqiyati 50% dan ortiq hollarda muntazam professional tozalashga bog‘liq [79, 351–356-b.; 97, 328–334-b.].

Tish qoplamalarini olib tashlashda qo‘l instrumentlari (ekskavatorlar, kuretalar, skeylerlar) va ultratovush apparatlari keng qo‘llanadi. Ultratovushli skeylerlar tezkor va qulay bo‘lib, irrigatsion suyuqliklardan foydalanish imkonini

beradi. Biroq ayrim tadqiqotlarda ultratovush ishlovi keramik restavratsiyalar, kompozit plomba yuzalari va ildiz sirtiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkinligi qayd etilgan [117, 1–16-b.].

Cho'tkalar va rezina kallaklar bilan ishlov berish bemor uchun yoqimliroq bo'lsa-da, subgingival hududni to'liq tozalash imkonini bermaydi.

So'nggi yillarda professional gigiyenada havo-abraziv tizimlar keng qo'llanilmoqda [93, 371–376-b.; 84, 446-b.]. Ular abrazivlik darajasiga ko'ra:

- Suvsiz havo-abraziv tizimlar;
- Suvli, kam abraziv “air-polishing” tizimlariga bo'linadi.

Texnologik rivojlanish kam abraziv, suv bilan aralash ishlaydigan tizimlarning paydo bo'lishiga olib keldi. Klinik amaliyotda xendiblasterlar va maxsus polirovka kukunlari yordamida havo-abraziv polirovka keng qo'llanadi [65, 435–451-b.; 95, 883–889-b.; 46, 104–109-b.].

Qurilmalarda ikki kanal mavjud bo'lib, biri suv, ikkinchisi havo-kukun aralashmasini yetkazadi; uchlikda ular birlashadi. Uskunalar mustaqil apparat yoki stomatologik qurilma nasadkasi ko'rinishida ishlab chiqariladi.

Taxminan 40 yil davomida Shveytsariyaning EMS (Electro Medical Systems) kompaniyasi havo-abraziv polirovka texnologiyalarini rivojlantirishda yetakchi bo'lib kelmoqda. Air Flow usuli suv va kukun aralashmasini yuqori bosimli havo yordamida tish yuzasiga yo'naltirishga asoslangan [27].

Dastlab Air Flow emalni polirovka qilish, pigmentlangan qoplamalarni olib tashlash, fissuralarni germetizatsiya qilish yoki breketlarni fiksatsiya qilishdan oldin yuzani tayyorlash uchun mo'ljallangan edi.

Afzalliklari:

- ✚ Tezkorlik;
- ✚ Interdental hududlarga kirish imkoniyati;
- ✚ Oqartiruvchi va bakteritsid ta'sir;
- ✚ Qattiq qoplamalar shakllanishini kamaytirish.

Biroq usul bilan zich supra- va subgingival toshlarni to'liq olib tashlab bo'lmaydi. Shu sababli avval skeyler yoki ultratovush bilan qattiq qoplamalar olib tashlanadi, so'ng Air Flow qo'llanadi.

Avvallari Air Flow 18 yoshgacha tavsiya etilmagan, chunki kukunlarning asosiy qismi yuqori abrazivlikka ega natriy gidrokarbonatdan (NaHCO_3) iborat edi va emal yo'qotilishiga olib kelishi mumkin edi [26, 125-b.].

SEM tadqiqotlari natriy gidrokarbonat asosidagi ishlovdan so'ng emal yuzasi travmalangan sirtga o'xshash ko'rinishga ega bo'lishini ko'rsatgan [39, 46–49-b.].

Kalsiy karbonat asosidagi kukunlarda esa emal yuzasida ultratuzilmaviy o'zgarishlar aniqlanmagan. Mikrokristallarning yuqori polirovka qobiliyati emal abrazion yo'qotilishini kamaytiradi.

EMS tomonidan ishlab chiqilgan Air Flow PLUS kukuni (≈ 14 mkm zarracha) past abraziv, toksik bo'lmagan va kattalar hamda bolalar stomatologiyasida qo'llash uchun mos hisoblanadi [8, 24-b.; 52, 125–136-b.].

3M ESPE kompaniyasining Clinpro™ Prophy Powder mahsuloti 99% glitsin asosida bo'lib, zarrachalarning 90% dan ortig'i < 63 mkm. Past abrazivlikka ega va subgingival qoplamalarni olib tashlash uchun qo'llanishi mumkin.

Hozirgi kunda eng ko'p o'rganilgan abrazivlar: Alyuminiy oksidi; Natriy gidrokarbonat; Glitsin; Eritritol; Kalsiy karbonat va boshqalar.

Suvli kukun aralashmalarining past abrazivligi asosan zarracha o'lchamining kichikligi va qattiqligining pastligi bilan bog'liq. Ularning mustahkamligi ko'pincha zarra strukturasidagi kremniy dioksid karkasiga bog'liq.

TGSI Gospital terapevtik stomatologiya kafedrasida turli havo-abraziv aralashmalarining kompozit materiallarning tish qattiq to'qimalariga adgeziv kuchiga ta'siri o'rganilmoqda. Shuningdek, 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari bilan fotopolimer kompozitlarni qo'llashda klinik samaradorlik baholanmoqda [20, 451–455-b.].

Bundan tashqari, havo-abraziv ishlovning parodont kasalliklari [5, 72–76-b.], mukozit va periimplantitlarni davolashdagi qo'llanilishi ham o'rganilmoqda [13, 60-b.].

Havo-abraziv texnologiyalar zamonaviy stomatologiyada ikki yo‘nalishda muhim o‘rin egallaydi:

1. Minimal invaziv charxlash va adgeziv tayyorlov;
2. Professional gigiyena va biofilmni boshqarish.

To‘g‘ri parametrlar va individual klinik yondashuv qo‘llanilganda, APA adgeziyani saqlaydi yoki yaxshilaydi, bioaktiv abrazivlar esa biologik xavfsizlik va remineralizatsion salohiyatni oshiradi. Restavratsiyaning uzoq muddatli muvaffaqiyati esa nafaqat abraziv texnologiyaga, balki adgeziv protokol intizomi va bemorning gigiyenik holatiga ham bog‘liq.

IV-BOB. TADQIQOT MATERIALLARINI LABORATORIYA VA KLINIK BAHOLASH USULLARI

4.1. Laboratoriya va klinik tadqiqotlar protokoli

Qo‘yilgan vazifalarni amalga oshirish maqsadida o‘rta darajadagi karies tashxisi qo‘yilgan, fon patologiyasiz 20–59 yosh oralig‘idagi 72 nafar bemor ko‘rikdan o‘tkazildi va davolandi. Bemorlar Toshkent davlat stomatologiya instituti terapevtik stomatologiya poliklinikasida ambulator sharoitda davolanishgan. Bemorlarning o‘rtacha yoshi 37 yoshni tashkil etdi. Jinsiy taqsimot teng bo‘lib, 36 nafar (50%) ayol va 36 nafar (50%) erkakni tashkil etdi.

O‘rta karies tashxisi subyektiv (shikoyatlar, anamnez) va obyektiv (klinik ko‘rik, zondlash, perkussiya) ma‘lumotlar asosida qo‘yildi. Davolangan o‘rta kariesli tishlar umumiy soni 173 tani tashkil etdi.

Laboratoriya bosqichida 170 ta tish namunasi adgeziya kuchini aniqlash uchun, 16 ta qo‘shimcha namuna esa sirt mikrosherohligi va element tarkibini o‘rganish uchun ajratildi.

Bemorlar yosh va jins bo‘yicha JSST (1989) tomonidan tasdiqlangan klassifikatsion yosh sxemasiga muvofiq guruhlariga ajratildi [32, 61-b.].

4.2. Inson tishlari emali va dentini yuzalarining skanerlovchi elektron mikroskopiya, profilometriyasi hamda element tahlili

Tish namunalarining yuzalari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va element tarkibini aniqlash usullari yordamida Oliy texnologiyalar markazida (OTM) tadqiq qilindi. Tadqiqotlar **SEM EVO MA 10 (Carl Zeiss)** mikroskopida, energiya-dispers rentgen spektrometri **EDS Aztec Energy Advanced X-Act (Oxford Instruments)** bilan jihozlangan holda bajarildi.

Mazkur bosqich uchun qo'shimcha 16 ta namuna tayyorlandi, har bir tanlangan sirt ishlov berish usuli uchun 4 tadan namuna ajratildi.

Har bir namunaning emal va dentin yuzasida: Profilometriya orqali sirt mikrorelyefi; O'rtacha arifmetik mikrosheroqlik ko'rsatkichi (Ra); Energiya-dispers tahlil yordamida kimyoviy elementlarning nisbiy miqdori aniqlandi.

Har bir namunada o'lchovlar 10 ta sektor bo'yicha amalga oshirildi. Olingan natijalar statistik tahlil qilinib, mikrosheroqlikning o'rtacha qiymatlari (Ra) hamda kimyoviy elementlarning nisbiy tarkibi hisoblab chiqildi.

Ushbu metodik yondashuv turli sirt ishlov berish usullarining emal va dentin morfologiyasi, mikrostruktura o'zgarishlari hamda mineral tarkibiga ta'sirini kompleks baholash imkonini berdi.



4.2.1-rasm. Skanerlovchi elektron mikroskop — SEM EVO MA 10 (Carl Zeiss)



4.2.2-rasm. Emal va dentin yuzasining mikrorelyefini o‘rganish maqsadida oltin bilan qoplangan tish namunalari

4.3. Kompozit materialning tish emali va dentiniga adgeziya kuchini siljish deformatsiyasi usuli (SBS – Shear Bond Strength) orqali aniqlash

Toshkent davlat stomatologiya instituti gospital terapevtik stomatologiya kafedrasida huzuridagi funksional diagnostika va eksperimental tadqiqotlar laboratoriyasida yopishtirilgan interfeyslarning adgeziv mustahkamligi **Ultradent Products Inc.** kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan **UltraTester** qurilmasi yordamida baholandi (2.3.1-rasm). Sinovlar sun'iy qaritish (termotsikllash yoki mexanik yuklama simulyatsiyasiz) sharoitida o'tkazildi.

Tadqiqot materiali sifatida ortodontik ko'rsatmalar bo'yicha olib tashlangan inson tishlari qo'llanildi (2.3.2-rasm). Namunalarda adgeziv protokol bajarilib, standart shakldagi kompozit bloklar hosil qilingach, ular sinov moslamasiga o'rnatildi.

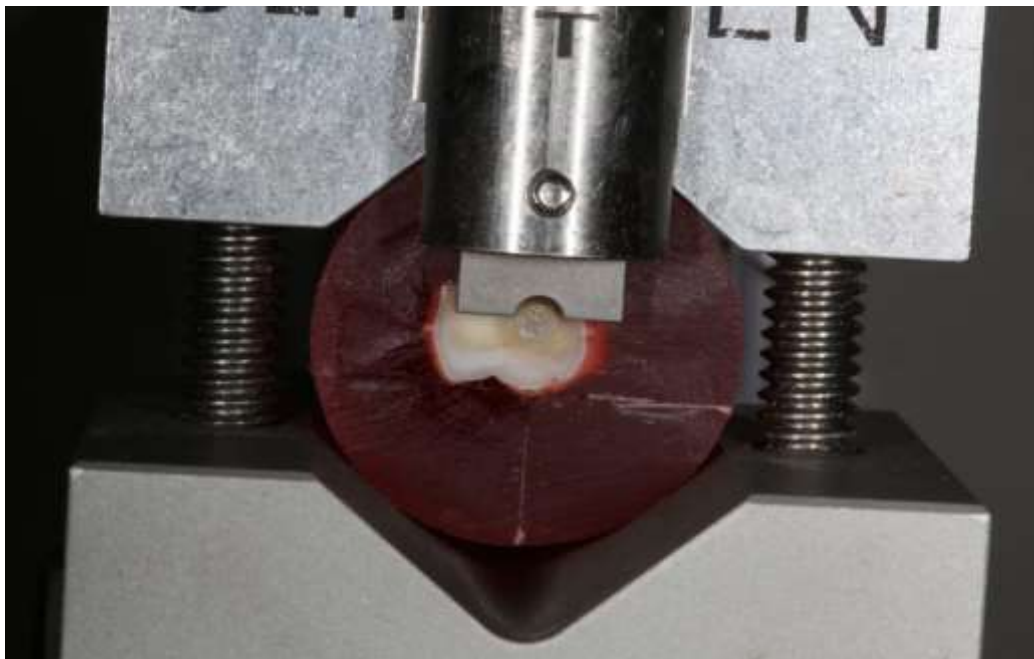
Sinov parametrlari quyidagicha belgilandi:

- Test qisqichining vertikal siljish tezligi — **1 mm/min**;
- Yuklama adgeziv interfeysga siljish yo'nalishida berildi;
- Ulanish uzilgan paytdagi maksimal kuch ko'rsatkichi **funtlarda**

(lb) qayd etildi.

Qayd etilgan maksimal qiymatlar keyinchalik bog'lanish yuzasi maydoniga nisbatan qayta hisoblanib, adgeziv mustahkamlik ko'rsatkichi (MPa) aniqlanadi.

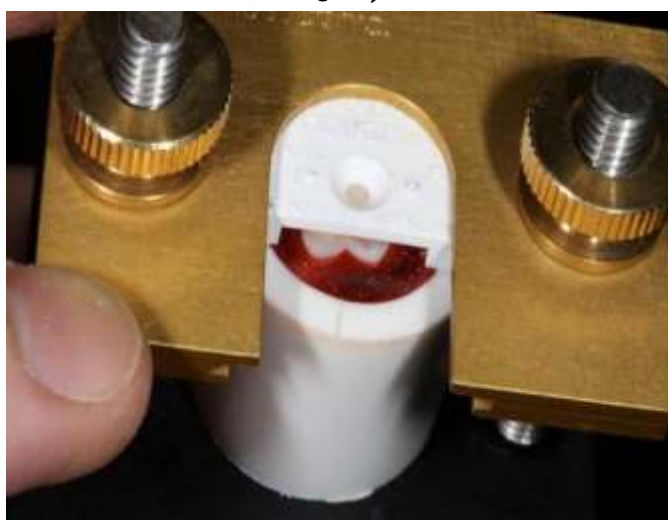
Mazkur metod kompozit materialning emal va dentin bilan hosil qilgan bog'lanishining mexanik barqarorligini miqdoriy baholash hamda turli sirt ishlov berish protokollarini taqqoslash imkonini beradi.



4.3.1-rasm. Adgeziya kuchini aniqlash uchun UltraTester qurilmasi (Ultradent Products Inc., AQSh)



a



b

4.3.2-rasm. UltraTester metodikasiga muvofiq tayyorlangan tish namunalari:

- (a) — standartlashtirilgan ishchi yuzaga ega preparatlangan tish namunasi;**
(b) — sinov moslamasiga oʻrnatilgan, kompozit silindr shakllantirilgan namuna.

Tadqiqotda kompozit material sifatida **Kerr Corporation** tomonidan ishlab chiqarilgan «XRV Herculite» (Italiya ishlab chiqarish liniyasi) qoʻllanildi (4.3.3-rasm). Ushbu material mikro-gibrid kompozitlar sinfiga mansub boʻlib, yuqori mexanik mustahkamlik va yaxshi polirovka xususiyatlari bilan tavsiflanadi.

Adgeziv smolani surtish va polimerizatsiya qilish ishlab chiqaruvchi ko'rsatmalariga qat'iy rioya etgan holda amalga oshirildi. Bu bosqichda aplikatsiya vaqti, aktiv ishqalash texnikasi hamda erituvchini to'liq bug'latish muhim ahamiyat kasb etdi.

Fotopolimerizatsiya **Ultradent Products Inc.** kompaniyasining VALO yorug'lik polimerizatsiya lampasi yordamida, standart (oddiy) rejimda bajarildi (4.3.4-rasm).

VALO qurilmasi keng spektrli LED nurlanish manbai bo'lib, kamforxinon va boshqa fotoinitsiatorlarni samarali faollashtirish imkonini beradi. Nurlanish intensivligi va ekspozitsiya vaqti ishlab chiqaruvchi tavsiyalariga muvofiq tanlandi, bu esa kompozit qatlamning optimal darajada polimerizatsiyasini ta'minladi.



4.3.3-rasm. «XRV Herculite» kompozit materiali



4.3.4-rasm. Fotopolimerizatsiya lampasi VALO (Ultradent)

Adgeziv protokol bir komponentli tizimlar yordamida bajarildi. Tadqiqotda quyidagi materiallar qo‘llanildi:

5-avlod adgeziv tizimlari (etch-and-rinse konsepsiyasi):

- **OptiBond Solo Plus (OS)** — Kerr Corporation (Italiya ishlab chiqarish liniyasi)
- **Peak Universal (PU)** — Ultradent Products Inc. (AQSh)

Mazkur tizimlarda dentin va emal oldindan fosfor kislotasi bilan travmalanib, yuviladi va quritiladi, so‘ngra adgeziv surtiladi.

7-avlod (universal/self-etch konsepsiyasi) adgeziv tizimlari:

- **Single Bond Universal (SBU)** — 3M ESPE (AQSh)
- **Bond Force 2 (BF2)** — Tokuyama Dental (Yaponiya)

Ushbu universal tizimlar o‘z-o‘zini travmalovchi yoki selektiv protravkalash protokoli bilan qo‘llanishi mumkin bo‘lib, tarkibida funksional monomerlar (jumladan 10-MDP) mavjudligi bilan tavsiflanadi.

Barcha materiallar ishlab chiqaruvchi tavsiyalariga qat’iy rioya etgan holda qo‘llanildi. Aplikatsiya vaqti, aktiv ishqalash texnikasi va erituvchini to‘liq bug‘latish bosqichlari standartlashtirildi, bu esa turli adgeziv tizimlar samaradorligini obyektiv taqqoslash imkonini berdi.



a



b

4.3.5-rasm. V avlod bir komponentli adgeziv tizimlar:
(a) — OptiBond Solo Plus — Kerr Corporation
(b) — Peak Universal Bond — Ultradent Products Inc.



a



b

4.3.6-rasm. VII avlod bir komponentli adgeziv tizimlar:
(a) — Single Bond Universal — 3M ESPE
(b) — Bond Force 2 — Tokuyama Dental

Adgeziv yuzalarni havo-abraziv ishlov berish maqsadida tadqiqotda quyidagi kukunlar qoʻllanildi: 27 mkm alyuminiy oksidi — KaVo Dental (Biberax, Germaniya); 40 mkm natriy gidrokarbonat (bikarbonat) — Air-Flow Classic Comfort; 14 mkm eritritol — Air-Flow Plus;

Oxirgi ikki material EMS (Electro Medical Systems) (Nyon, Shveytsariya) tomonidan ishlab chiqarilgan (4.3.7-rasm).

Alyuminiy oksidi yuqori qattiqlikka ega bo'lib, emal va dentinda aniq mikroretension relyef hosil qilish imkonini beradi. Natriy gidrokarbonat o'rtacha abrazivlik darajasiga ega bo'lib, asosan yuzaki biofilm va pigmentlangan qoplamalarni olib tashlashda qo'llanadi. Eritritol asosidagi kukun esa past abrazivligi (≈ 14 mkm) bilan ajralib turadi va yuzaga minimal invaziv ta'sir ko'rsatadi.

Turli zarracha o'lchami va qattiqlik darajasi emal hamda dentin yuzasining mikrorelyefi, sirt energiyasi va keyingi adgeziv infiltratsiya jarayoniga turlicha ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu bois, ushbu kukunlarning qo'llanilishi adgeziv mustahkamlik ko'rsatkichlarini qiyosiy baholash imkonini berdi.



a

b

c

4.3.7-rasm. Havo-abraziv ishlov uchun abraziv kukunlar:

- (a) — alyuminiy oksidi asosidagi kukun (≈ 27 mkm);
- (b) — natriy gidrokarbonat asosidagi kukun (≈ 40 mkm);
- (c) — eritritol asosidagi kukun (≈ 14 mkm).

Kompozit materialning tish dentini bilan adgeziv birikish mustahkamligi 170 ta tish namunasida, UltraTester (Ultradent Shear Bond Strength Test) metodikasiga muvofiq tayyorlangan namunalar asosida aniqlandi.

Adgeziv yuzalarni havo-abraziv ishlov berish texnikasi 0,25 MPa bosim ostida uzluksiz abraziv zarrachalar oqimini 30 soniya davomida yo'naltirishdan iborat

bo'ldi. Charxlash 3–5 mm masofadan, asbob yuzaga nisbatan 45° burchak ostida joylashtirilgan holda amalga oshirildi (4.3.8-rasm).

Shundan so'ng tish yuzalari 30 soniya davomida havo-suv spreyi bilan yaxshilab yuvildi va keyin adgeziv protokol bajarishga kirishildi.

A-podguruh namunalarda adgeziv sifatida Single Bond Universal (3M ESPE, AQSh), B-podguruh namunalarda esa Bond Force 2 (Tokuyama, Yaponiya) qo'llanildi.



4.3.8-rasm. Tish yuzasini asbob 45° qiyalik burchagi ostida havo-abraziv ishlov berish

4.4. Bajarilgan kompozit restavratsiyalar sifatining klinik baholanishi

Birlamchi va keyingi klinik ko'riklar, tashxis qo'yish, tadqiqot guruhlarini shakllantirish hamda davolash natijalarini qayd etish bosqichlarida X.P. Kamilov (2004) tomonidan taklif etilgan bajarilgan restavratsiyalar holatini klinik baholash shkalasi qo'llanildi [12, 39–44-b.]. Mazkur shkala restavratsiyalar sifatini klinik stratifikatsiya qilishning asosiy vositasi sifatida, shuningdek profilaktik aralashuv,

lokal ta'mirlash yoki plomba materialini almashtirish zaruratini aniqlashda qo'llanildi.

Uzoq muddatli natijalar davolashdan so'ng o'rtacha 24 oy davomida baholandi; nazorat tashriflari 6, 12 va 24 oylarda (tashkiliy omillarni hisobga olgan holda ± 1 oy diapazonda) o'tkazildi. Har bir tashrifda quyidagilar bajarildi: standart yoritish sharoitida ($\approx 10\,000\text{--}12\,000$ lyuks) ko'rik; operatsion maydonni quruq izolyatsiya qilish (holatga qarab paxta valiklari yoki koferdam); ≤ 20 g nazoratli bosim bilan zond yordamida vizual-taktil baholash; proksimal kontakti tekshirish uchun tish ipidan foydalanish; keyinchalik "ko'r" (blind) qayta ko'rib chiqish imkoniyati uchun referens liniyka bilan makrofotoprotokol yuritish.

Tish sezuvchanlik darajasi vizual analog shkala (VAS) yordamida aniqlandi. 10 sm uzunlikdagi gorizontal chiziqda "0 — yo'q" va "10 — chidab bo'lmas" chegaralari belgilandi. Standart stimulyatsiyadan (taktil va havo oqimi) so'ng bemor chiziqda belgi qo'ydi, masofa santimetrda o'lchandi. Talqin quyidagicha olib borildi: 0–1 sm — klinik jihatdan ahamiyatsiz; 1–3 sm — yengil; 3–6 sm — o'rtacha; 6–10 sm — yaqqol giperesteziya.

Dinamik tahlilda klinik ahamiyatli o'zgarish chegarasi boshlang'ich ko'rsatkichga nisbatan ≥ 2 sm oshish deb belgilandi.

Tadqiqot maqsadi va prospektiv kuzatuv davomiyligini hisobga olgan holda restavratsiya sifatining klinik bahosi asosan erta nosozliklarga sezgir bo'lgan ikki mezon asosida shakllantirildi: chekka moslashuv ($KpII$) — germetiklik va mikroinfiltratsiyaning integral ko'rsatkichi; restavratsiya chetida karies retsidivi (RK) — klinik muvaffaqiyatsizlikni aks ettiruvchi biologik natija.

Kuzatuv davrida o'rganilgan restavratsiyalarda anatomik shakl (ASh) va kontakt punkti (KP) sifati bo'yicha klinik ahamiyatli buzilishlar aniqlanmadi. Shunga qaramay, takrorlanish va tadqiqotlararo taqqoslanish imkonini saqlash maqsadida ularning reglamentlangan ta'riflari va aralashuv chegaralari protokolda saqlab qolindi.

Har bir mezon to‘rt ballik shkala bo‘yicha baholandi, bunda yuqori ball restavratsiyaning yaxshiroq klinik holatini bildiradi.

4 ball — “mukammal”

KpP (chekka moslashuv):

Restavratsiya va tish o‘rtasida silliq o‘tish; zond bilan aniqlanadigan pog‘ona yo‘q; zond “ilinmaydi”; chekka bo‘ylab bo‘yalish, tirqish yoki osilib turgan chet aniqlanmaydi.

RK (karies retsidivi):

Ikkilamchi kariesning klinik va rentgenologik belgilari mavjud emas; proksimal sohalarda soya yoki radiolyutsent o‘zgarish kuzatilmaydi.

ASh (anatomik shakl):

Boshlang‘ich makro- va mikrorelyef anatomiyasi to‘liq saqlangan.

KP (kontakt punkti):

Tish ipi silliq, uzluksiz o‘tadi; ilinib qolmaydi; papilla travmatizatsiyasi kuzatilmaydi; okklyuzion barqarorlik to‘g‘ri.

3 ball — “ahamiyatsiz og‘ishlar”

KpP:

Mahalliy rang o‘zgarishi yoki mikroqo‘pollik mavjud, ammo zond bilan aniqlanadigan tirqish yo‘q; pog‘ona ≤ 50 mkm, zondni ushlab qolmaydi; klinik va rentgenologik infiltratsiya belgilari aniqlanmaydi.

RK:

Shubhali o‘zgarish yo‘q; chekka pigmentatsiya zondlashda matlik yoki yumshoqlik bilan kechmaydi.

ASh/KP:

Relyefning yengil tekislanishi yoki ipning deyarli sezilmaydigan ilinishi, ammo klinik oqibatlarsiz.

Taktika:

Profilaktik polirovka yoki chekka germetizatsiyasi, dinamik kuzatuv.

2 ball — “profilaktik maqsadda almashtirish tavsiya etiladi”

KpP:

Zond bilan aniqlanadigan tirqish yoki >50 mkm pog‘ona; chekka uzilishlari zondni ushlab qoladi; yaqqol karies belgilarsiz mahalliy marginal infiltratsiya; blyashka retensiyasini kuchaytiruvchi osilib turgan chet.

RK:

Chekka bo‘ylab emal/dentinning boshlang‘ich o‘zgarishlariga shubha (matlik, yengil yumshoqlik), biroq rentgenologik kavita tasdiqlanmagan.

ASh/KP:

Kontakt zaiflashgan yoki beqaror; giper-kontakt papilla travmasi bilan kechadi.

Taktika:

Progressiyani oldini olish maqsadida maqsadli ta‘mirlash yoki restavratsiyani almashtirish ko‘rsatiladi.

1 ball — “zudlik bilan almashtirish talab etiladi”**KpP:**

Aniq tirqish, podnutrenie, chekka fraktura va ostki to‘qimalarning ekspozitsiyasi; perimetr bo‘ylab chekka buzilishi.

RK:

Klinik va/yoki rentgenologik tasdiqlangan ikkilamchi karies (jumladan, emal-dentin chegarasidan tashqariga chiqadigan proksimal radiolyutsent o‘zgarish).

ASh/KP:

Kontakt yo‘qolgan, oziq-ovqat tiqilib qoladi, parodontal to‘qimalar shikastlanadi; pulpar asoratlar xavfi mavjud.

Taktika:

Ko‘rsatmalarni qayta ko‘rib chiqish va muqobil texnikani tanlash bilan restavratsiyani зудlik bilan almashtirish.

4.5. Tish sezuvchanlik darajasini vizual analog shkala (VAS) bo‘yicha aniqlash

Tishlarning sezuvchanlik darajasi vizual analog shkala — **Visual Analog Scale (VAS)** yordamida baholandi.

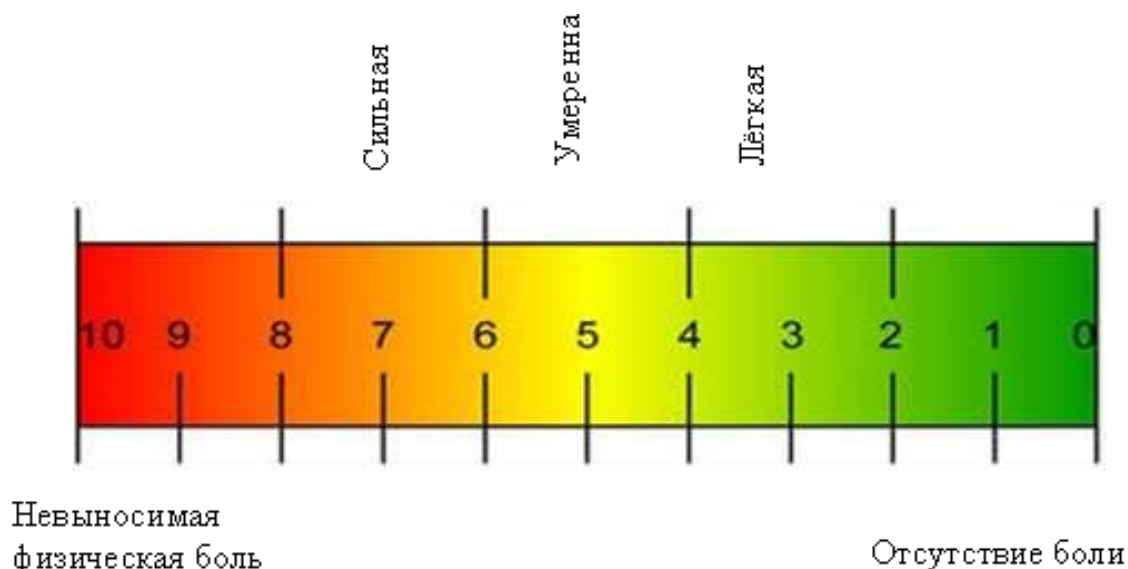
Baholash 100 mm uzunlikdagi vizual analog chiziq asosida amalga oshirildi. Ushbu chiziq og‘riq intensivligini tavsiflovchi sektorlarga bo‘lingan bo‘lib, quyidagi kategoriyalarni o‘z ichiga oladi: og‘riq yo‘q; yengil og‘riq; o‘rtacha og‘riq; kuchli og‘riq.

Bemor o‘z sezgilarini aniq tavsiflab, diagrammada tegishli nuqtani belgiladi. Belgilangan nuqtadan boshlang‘ich nuqtagacha bo‘lgan masofa millimetrdan o‘lchanib, og‘riq intensivligining miqdoriy ko‘rsatkichi sifatida qayd etildi.

Harorat ta‘siriga (sovuq bilan stimulyatsiya) reaksiya quyidagi bosqichlarda aniqlangan: davolashdan oldin; davolashdan 2 hafta o‘tib; davolashdan 12 hafta o‘tib.

Mazkur metodning subyektiv va nisbiy xususiyatini inobatga olgan holda, har bir bosqichda zararlangan tishlarning sezuvchanlik darajasi qo‘shni intakt tishlar bilan parallel ravishda baholandi.

Natijalarning ishonchliligini oshirish maqsadida qo‘shimcha ravishda yana ikki nafar stomatolog baholash jarayoniga jalb etildi.



4.5.1-rasm. Vizual analog shkala (Visual Analog Scale — VAS)

V-BOB. CHARXLASH USULLARINING LABORATOR BAHOSI VA ULARNING ADGEZIV YUZALARGA TA'SIRI

Laboratoriya bosqichining vazifasi — mexanik (mashinali) charxlash hamda turli abrazivlar (Al_2O_3 27–50 mkm, NaHCO_3 , eritritol) bilan bajarilgan havo-abraziv ishlovning emal va dentin mikrorelyefi hamda ularning potensial adgeziyaga tayyorligiga ta'sirini qiyosiy baholashdan iborat bo'ldi. Eram (2024) ma'lumotlariga ko'ra, APA parametrlari (zarrachalar fraksiyasi, bosim, ekspozitsiya vaqti, burchak va masofa) relyef chuqurligi hamda smear-layer'dan tozalash darajasini belgilaydi. Spagnuolo va hammuall. (2021) bioaktiv shisha kukunlari qulay biologik profilga ega ekanini va interfeys barqarorligini oshirishi mumkinligini ta'kidlaydi.

V-bob bo'yicha xulosa: emal: Al_2O_3 bilan ishlov va undan keyingi kislota bilan travmalash kombinatsiyasi ifodalangan mikroretensiya hosil qiladi va adgeziv uchun optimal substrat yaratadi (Bhadule va hammuall., 2024).

Dentin: Eritritol bilan ishlov dentin naychalari og'izchalarining ochiqqligini oshiradi, biroq sezuvchanlikni nazorat qilish uchun protravkalash vaqtini moslashtirish talab etiladi. APA'dan so'ng universal adgezivlar uchun etch-and-rinse rejimi afzal hisoblanadi (Ramos va hammuall., 2024).

Element tahlili to'g'ri yuvish va quritish sharoitida yuzalarda klinik jihatdan ahamiyatli kontaminatsiya kuzatilmasligini ko'rsatadi (Spagnuolo va hammuall., 2021).

5.1. Mashinali charxlash, alyuminiy oksidi, natriy gidrokarbonat va eritritol asosidagi havo-abraziv ishlov hamda kislota bilan protravkalshning emal yuzasi mikrog'adir-budurligiga ta'siri

Mazkur bobda tish namunalari ustida o'tkazilgan laborator tadqiqotlar hamda bemorlar kuzatuv davrida olingan klinik natijalar taqdim etiladi.

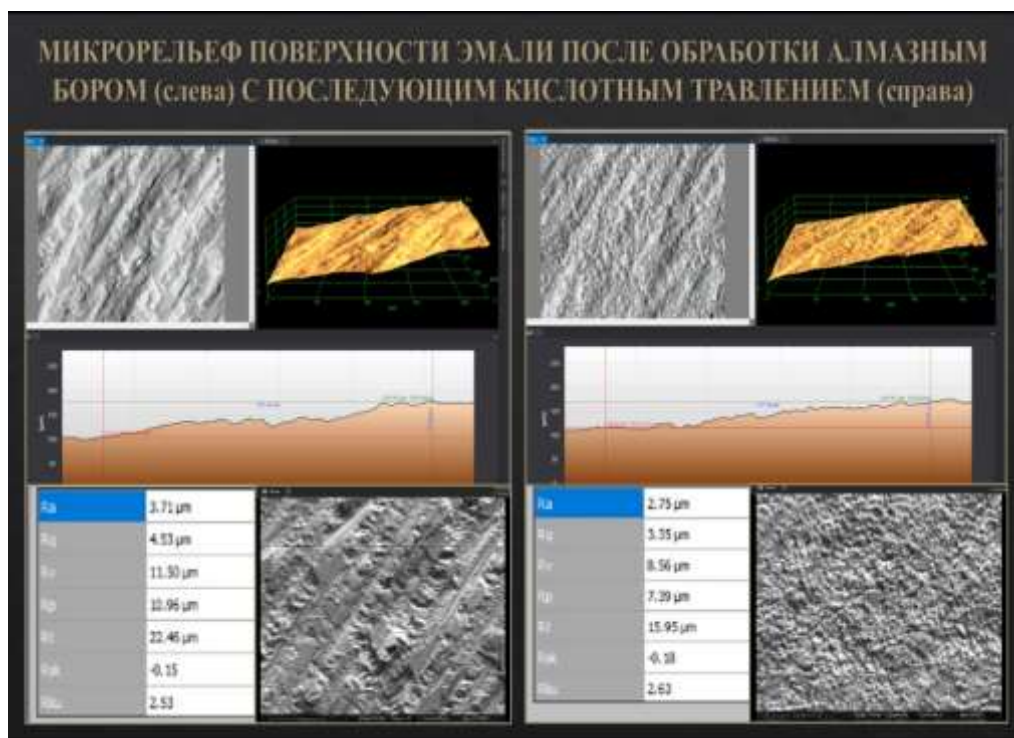
Emal yuzasining mikrog'adir-budurlig darajasi kompozit materiallarning adgeziv birikish sifati va mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Organizmdagi eng qattiq to'qima hisoblangan emal tarkibida mineral komponent ulushi 95% dan ortiq bo'lib, bu plomba va tish o'rtasida namlikka chidamli, barqaror bog'lanish shakllanishi uchun nisbatan qulay sharoit yaratadi.

Shu bilan birga, emal prizmalari mo'rtligi hamda mexanik ishlov jarayonida mikroyorilishlar hosil bo'lish ehtimoli yuzada ichki kuchlanishlarning paydo bo'lishiga olib keladi. Bu holat polimerizatsion stress va gibrid qatlamning unga qarshi yetarlicha chidamli bo'lmashligi natijasida koheziv uzilishlar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin.

Hozirgi kunda emal yuzasini adgeziv smola va kompozit material qo'llashga tayyorlashning an'anaviy usuli — olmos borlar bilan silliqlash va undan keyingi kislota bilan travmalashdir.

Aylanuvchi kesuvchi instrumentlar yordamida mexanik preparatsiya emal prizmalari destruksiyasiga, mikroyorilishlar paydo bo'lishiga va asosan emalning o'z gidroksiapatit kukunidan iborat bo'lgan smear-layer (yuzaki surtma qatlam) hosil bo'lishiga olib keladi.

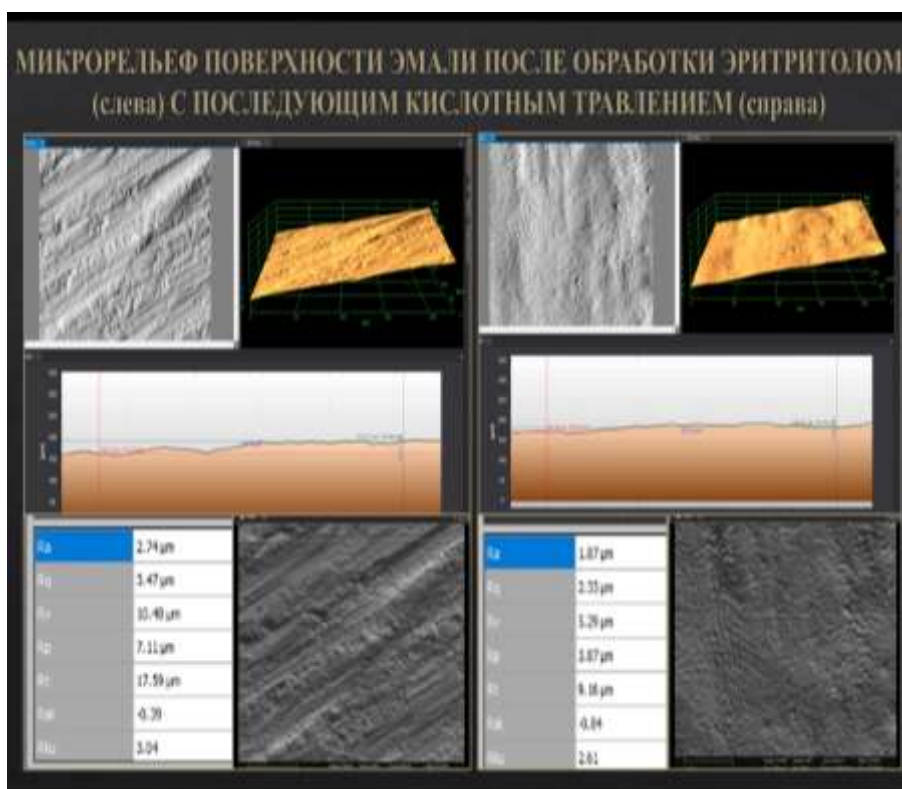


5.1.1-rasm. Emal yuzasining mikrorelyefi:
(chapda) — olmos bor bilan ishlov berilgandan so'ng; (o'ngda) — keyingi kislota bilan protravkalashdan so'ng.

Bunday shakllangan sirt tuzilmasi, skanerlovchi elektron mikroskopiya tasvirlarida yuqori mikrog'adir-budurlig darajasi qayd etilganiga qaramay, kelgusidagi adgeziv restavratsiya uchun ishonchli asos bo'la olmaydi.

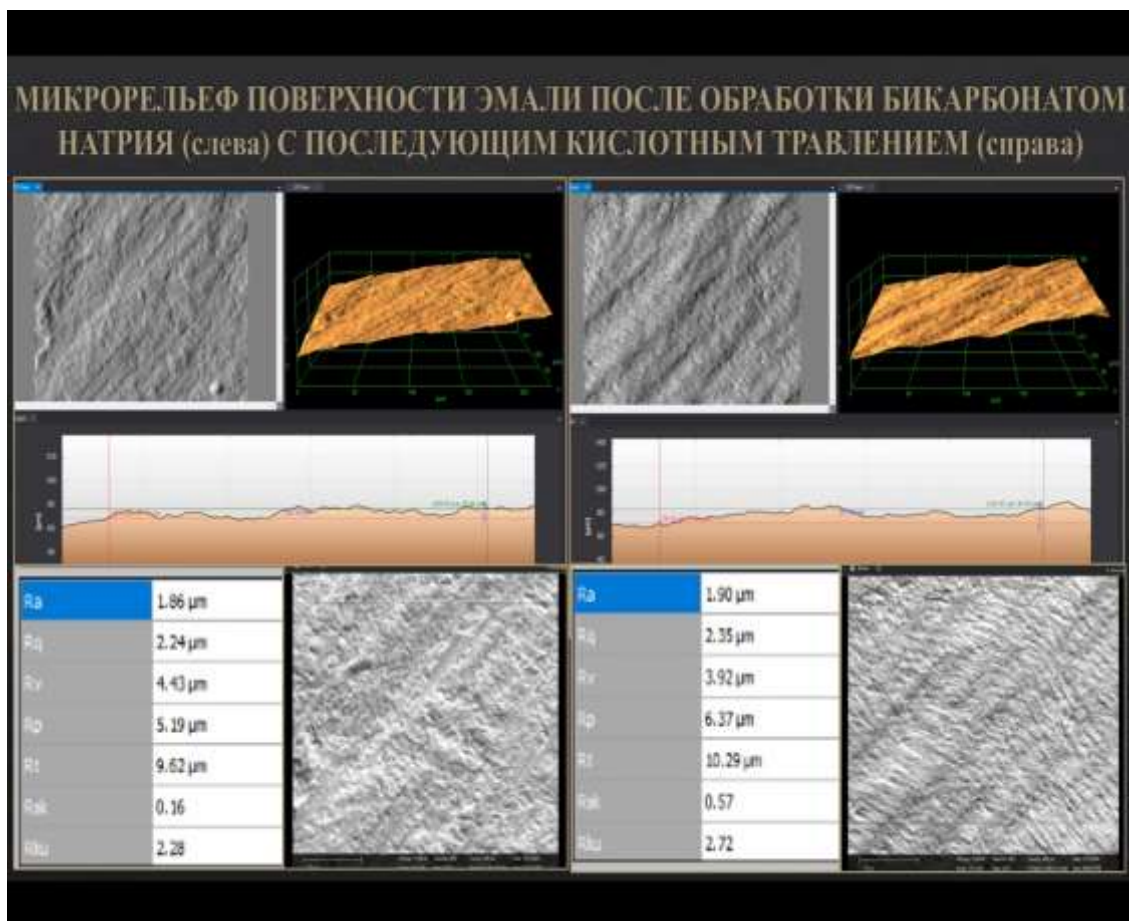
Silliqlangan emalni kislota bilan protravkalash uning yuzasini shikastlangan qatlamlardan tozalash imkonini beradi. Biroq olingan natijalarga ko'ra, bu jarayon emal yuzasining umumiy mikrosheroqlik darajasining pasayishiga olib kelgan (5.1.1-rasm).

Silliqlangan emalni eritritol asosidagi kukun bilan havo-abraziv ishlov berish gidroksiapatit zarrachalarini bartaraf etishga yordam bergan, ammo mikrosheroqlik ko'rsatkichining kamayishi bilan kechgan. Keyingi bosqichda kislota bilan travmalash esa mazkur ko'rsatkichning yanada pasayishiga olib kelgan (5.1.2-rasm).



5.1.2-rasm. Emal yuzasining mikrorelyefi:
(chapda) — eritritol asosidagi kukun bilan havo-abraziv ishlovdan so'ng;
(o'ngda) — keyingi kislota bilan protravkalashdan so'ng.

Natriy gidrokarbonat asosidagi havo-abraziv aralashmalar qo'llangan hollarda eritritol bilan kuzatilgan salbiy tendensiya qayd etilmadi. Abrziv ishlovdan so'ng emal yuzasining mikrosheroqlik ko'rsatkichlari ishonchli ravishda pasaygan bo'lsa-da, keyingi kislota bilan travmalash natijasida ushbu ko'rsatkichlar ijobiy tomonga tuzatildi va ortdi (5.1.3-rasm).



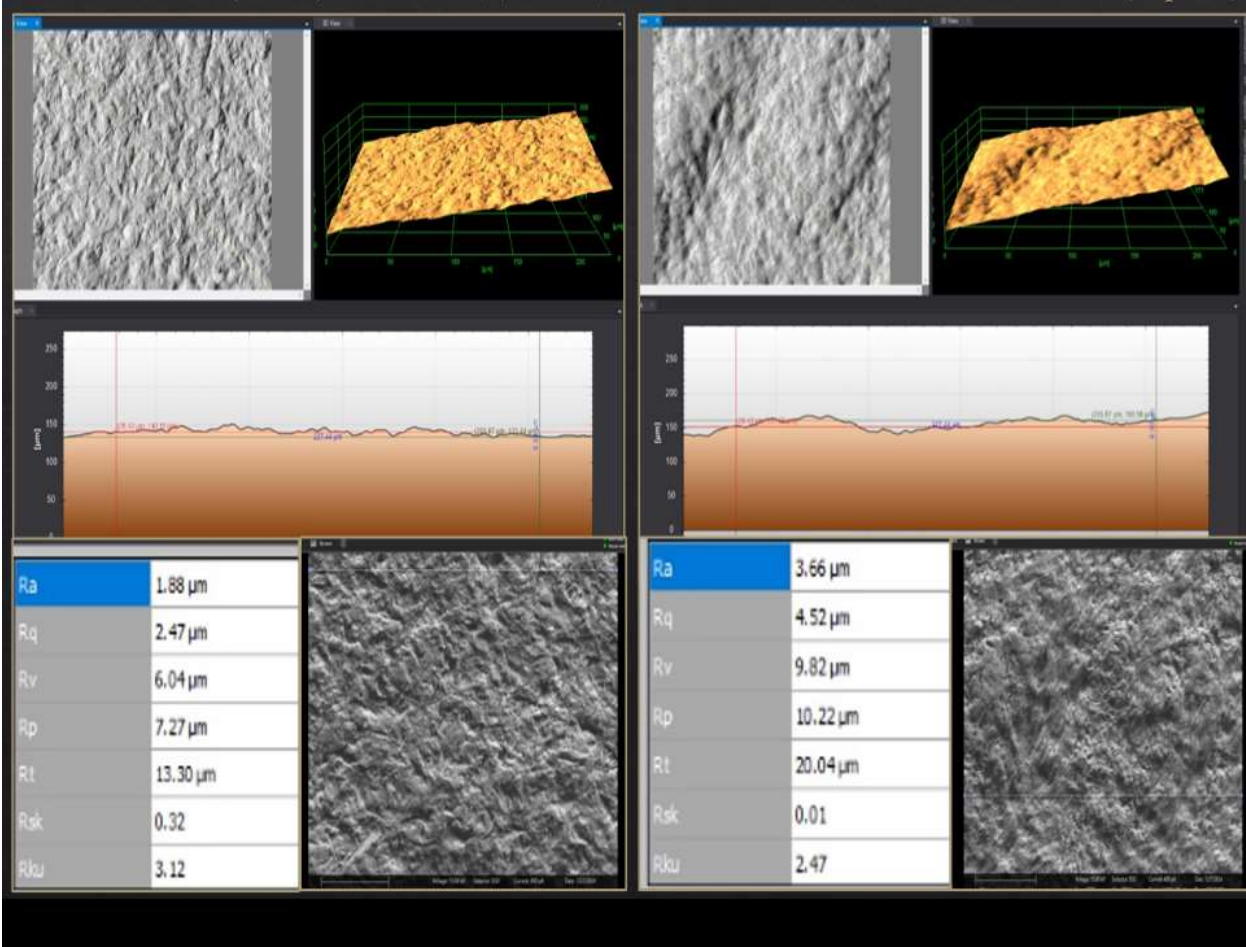
5.1.3-rasm. Natriy bikarbonat bilan ishlov berilgandan keyin (chapda) va keyinchalik kislota bilan ishlov qilingandan so‘ng (o‘ngda) emal yuzasining mikrorelyefi

Emal yuzasini Al_2O_3 asosidagi kukun bilan havo-abraziv ishlov berish va undan keyingi kislota bilan travmalash kombinatsiyasidan so‘ng mikrog‘dir-burlikning yuqori ko‘rsatkichlari qayd etildi (5.1.4-rasm).

Mazkur Ra qiymatlari an’anaviy olmos bor bilan silliqlashdan keyingi emal ko‘rsatkichlari bilan statistik jihatdan ishonchli farq qilmagan bo‘lsa-da, sirt mikrotasvirlarining vizual tahlili muhim morfologik tafovutni ko‘rsatdi.

Xususan, kislota bilan travmalashdan so‘ng emal yuzasida uch o‘lchamli mikro-g‘ovaklar (mikroporoz tuzilma) shakllangani kuzatildi, bu esa an’anaviy mexanik preparatsiyadan farqli ravishda yanada rivojlangan mikroretension relyef hosil bo‘lishini anglatadi.

МИКРОРЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ЭМАЛИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ ОКСИДОМ АЛЮМИНИЯ (слева) С ПОСЛЕДУЮЩИМ КИСЛОТНЫМ ТРАВЛЕНИЕМ (справа)



5.1.4-rasm. Emal yuzasining mikrorelyefi:

(chapda) — alyuminiy oksidi (Al_2O_3) bilan havo-abraziv ishlovdan so‘ng;

(o‘ngda) — keyingi kislota bilan travmalashdan so‘ng.

Shunday qilib, emalni an’anaviy olmos borlar bilan preparatsiya qilishni Al_2O_3 (27 mkm) asosidagi havo-abraziv ishlov bilan kombinatsiyalash kislota bilan travmalash samaradorligini oshirishi va emal yuzasining mikrog’adir-budurlik darajasini 1,7 baravarga ko‘paytirishi aniqlandi.

Shuningdek, olmos bor bilan preparatsiya qilingan yoki qo‘shimcha ravishda eritritol asosidagi havo-abraziv aralashma bilan ishlov berilgan emalni kislota bilan travmalash mos ravishda mikrog’adir-budurlik ko‘rsatkichining 1,3 va 1,2 baravar pasayishiga olib kelishi qayd etildi.

Bunda natriy gidrokarbonat asosidagi havo-abraziv aralashma bilan kombinatsiyalangan an'anaviy preparatsiyadan keyin kislota bilan protravkalash emal yuzasining mikrog'adir-budurlikko'rsatkichiga sezilarli ta'sir ko'rsatmagan.

5.2. Alyuminiy oksidi, natriy gidrokarbonat va eritritol asosidagi havo-abraziv kukunlar bilan ishlov berilgandan keyin dentin yuzasining mikrorelyefi

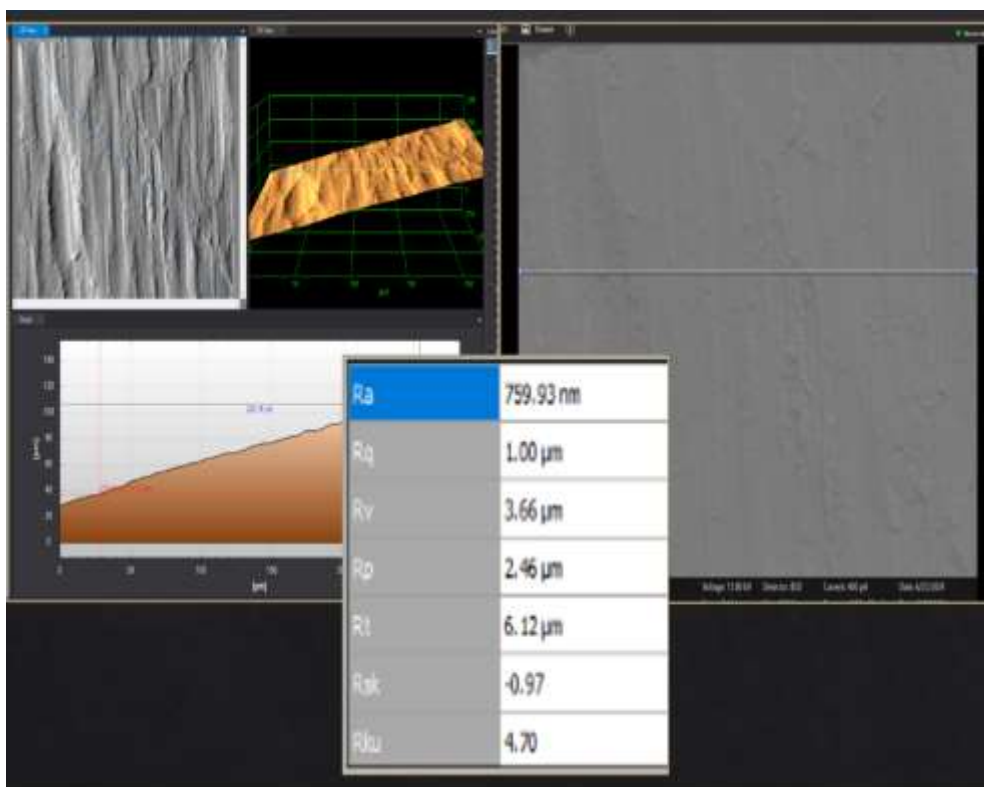
Emaldan farqli ravishda, dentinning adgeziv yuzasi sifati nafaqat kompozit material bilan bog'lanish kuchiga, balki plomba chekka moslashuvining ishonchliligiga, operatsiyadan keyingi sezuvchanlik darajasiga hamda karies retsidivi ehtimoliga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Mazkur asoratlarning yuzaga kelish ehtimoli, avvalo, dentinning yuqori organik komponent ulushi hamda tabiiy namlik miqdori (hajm va massa bo'yicha o'rtacha 10% atrofida) bilan bog'liq.

Tarkibiy xususiyatlari jihatidan organizmdagi ikkinchi eng qattiq to'qima hisoblangan dentin, plomba va tish o'rtasida mustahkam hamda namlikka chidamli birikma shakllanishi uchun nisbatan noqulay sharoit yaratadi.

Ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatdiki, preparatsiya qilingan dentinni havo-abraziv ishlov berish smear-layer (surtma qatlam)ni olib tashlashiga qaramay, dentin naychalari og'izchalarining sezilarli qismini ochishi bilan birga, peritubulyar zonalarining plastik deformatsiyasi hisobiga ularning obstruksiyasiga ham olib kelishi mumkin.

Dentin yuzasining mikrotasvirlarini tahlil qilish natijasida qattiq qotishmali bor bilan preparatsiya qilish (5.2.1-rasm) dentin naychalari og'izchalarining tish qattiq to'qimalari parchalar bilan obstruksiyasiga olib kelishi va yuzaning mikrog'adir-budurlik darajasi eng past ko'rsatkich bilan tavsiflanishini ko'rsatdi.

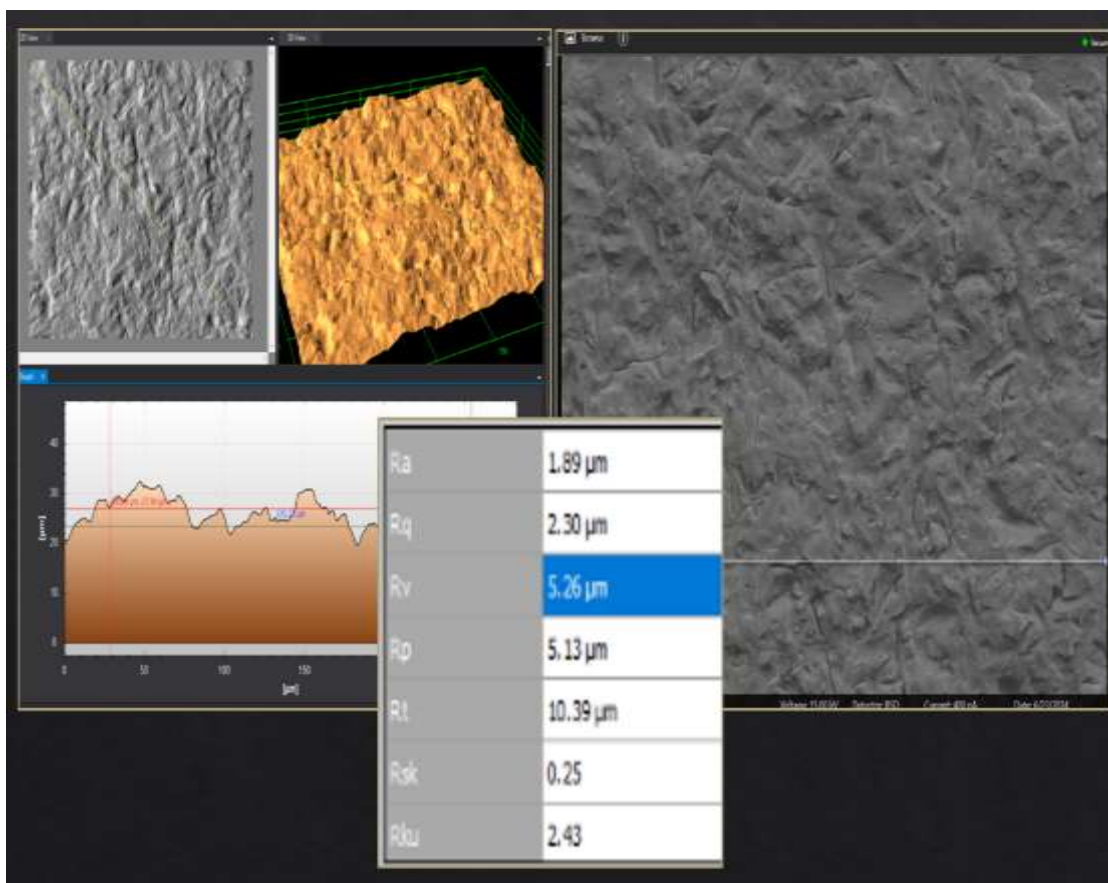


5.2.1-rasm. Qattiq qotishmali bor bilan ishlov berilgandan so‘ng dentin yuzasining mikrorelyefi.

Shu bilan birga, qattiq qotishmali bor bilan charxlangan dentinga Al_2O_3 (27 mkm) asosidagi kukun bilan keyingi havo-abraziv ishlov berish (5.2.2-rasm) dentin naychalari og‘izchalarining ochilishiga olib kelmaydi. Ya’ni, naychalar lumenlari to‘liq eksponatsiya qilinmaydi va ularning bir qismi peritubulyar sohalarning deformatsiyasi yoki qoldiq zarrachalar bilan yopiq holda saqlanib qoladi.

Biroq mazkur ishlov turi dentin yuzasining mikrorelyefini sezilarli darajada modifikatsiya qiladi va mikrog‘adir-budurlik ko‘rsatkichini deyarli 2,5 baravar oshiradi. Bu esa sirt maydonining kengayishiga, mikroretension elementlar sonining ortishiga hamda adgeziv monomerlarning mexanik interlokatsiyasi uchun qo‘shimcha sharoitlar yaratilishiga xizmat qiladi.

Shunday qilib, Al_2O_3 asosidagi havo-abraziv ishlov dentin naychalari ochiqligini sezilarli darajada o‘zgartirmagan holda, yuzaning topografik faolligini oshiradi va potentsial adgeziv interfeys shakllanishiga morfologik jihatdan qulay substrat hosil qiladi.

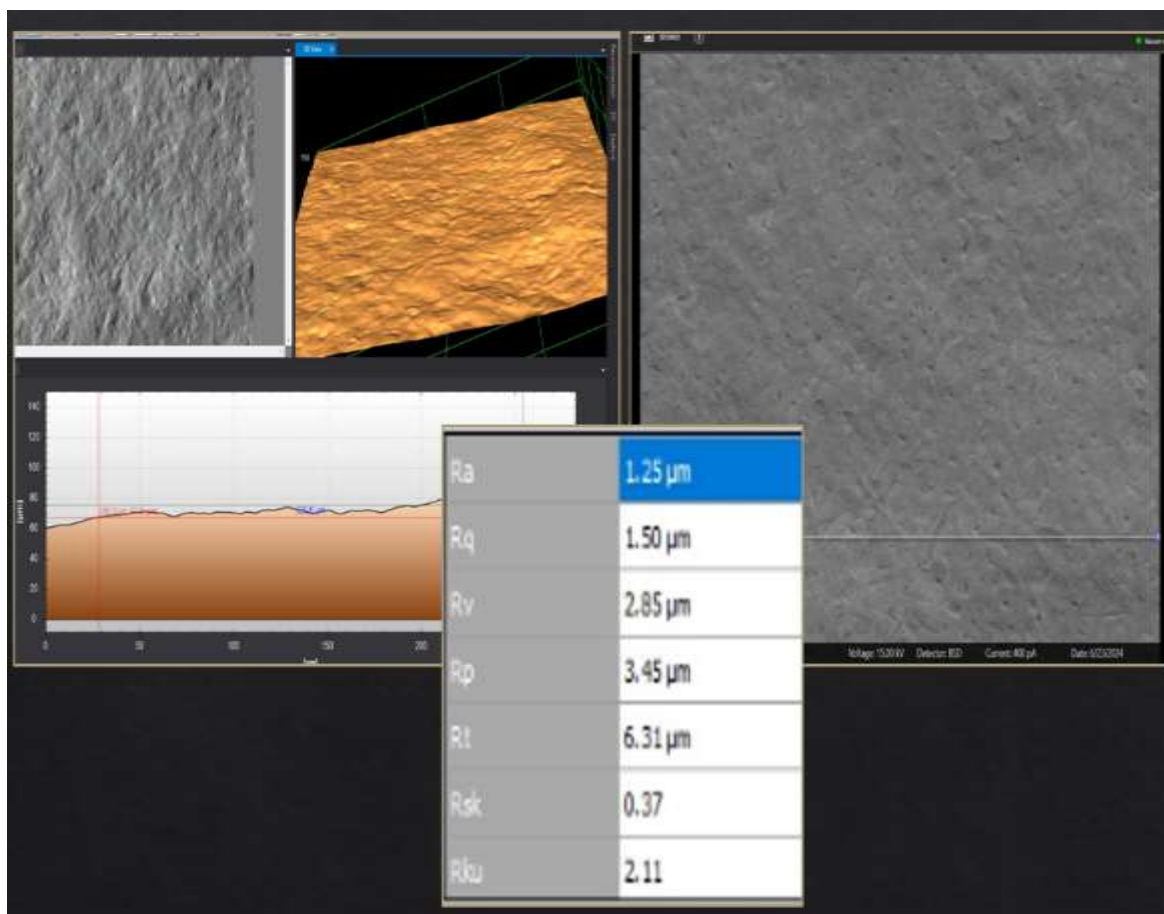


5.2.2-rasm. Alyuminiy oksidi kukuni bilan ishlov berilgandan so‘ng dentin yuzasining mikrorelyefi.

Shuningdek, an’anaviy mexanik charxlash natijasida yuzaga kelgan obturatsiyadan so‘ng dentin naychalari og‘izchalarining qisman ochilishiga 40 mkm fraksiyali natriy gidrokarbonat asosidagi havo-abraziv aralashma bilan ishlov berish yordam bergani aniqlandi (5.2.3-rasm).

Mazkur ishlov turi dentin yuzasidagi smear-layer qoldiqlarini kamaytirish va naychalar lumenining fragmentar ochilishiga olib kelgan. Shu bilan birga, adgeziv yuzaning mikrog‘adir-budurlik darajasi 1,7 baravarga oshgani qayd etildi.

Bu o‘zgarishlar sirt topografiyasining yanada rivojlanishi, mikroretension elementlar sonining ortishi hamda adgeziv monomerlarning infiltratsiyasi uchun qulayroq sharoit shakllanishini ko‘rsatadi.

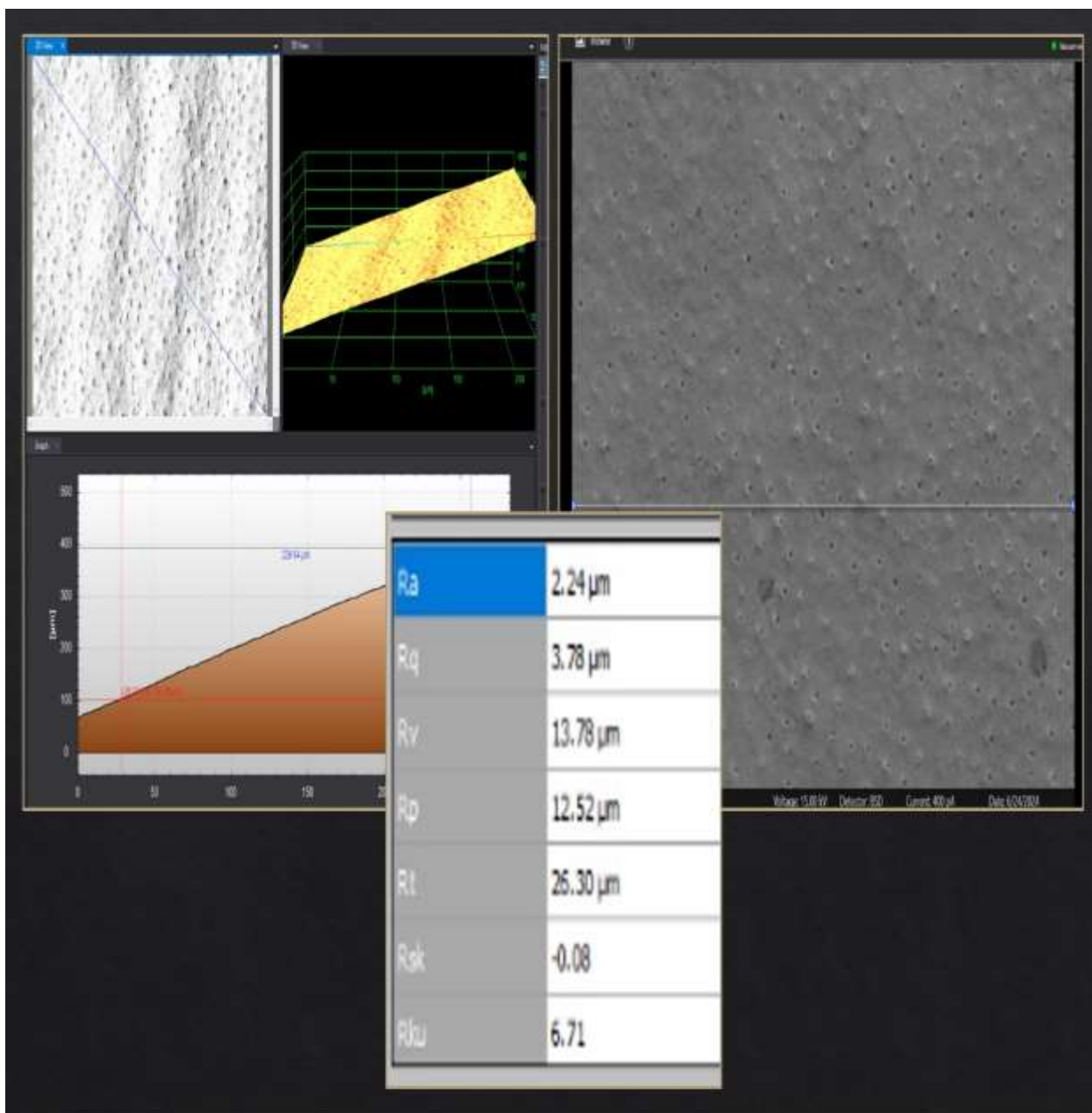


5.2.3-rasm. Natriy gidrokarbonat asosidagi aralashma bilan ishlov berilgandan so‘ng dentin yuzasining mikrorelyefi.

Shu bilan birga, dentin yuzasidan smear-layer'ni plastik deformatsiya belgilarisiz olib tashlash hamda dentin naychalari og‘izchalarining maksimal darajada ochilishi (5.2.4-rasm) eritritol asosidagi havo-abraziv aralashma yordamida amalga oshirilgani aniqlandi.

Mazkur ishlov turi naychalar lumenining kengroq eksponatsiyasini ta'minlab, peritubulyar zonalarda qo‘pol deformatsiya belgilarini keltirib chiqarmadi. Natijada dentin yuzasining mikrog‘adir-budurlig ko‘rsatkichi 3,2 baravarga oshgani qayd etildi.

Bu holat yuzaning mikroretension salohiyati ortishini, sirt maydonining kengayishini hamda adgeziv tizim komponentlarining chuqurroq infiltratsiyasi uchun qulay substrat shakllanishini ko‘rsatadi.



5.2.4-rasm. Eritritol asosidagi aralashma bilan ishlov berilgandan so‘ng dentin yuzasining mikrorelyefi.

Shunday qilib, qattiqligi va zarracha o‘lchami jihatidan farqlanuvchi abraziv aralashmalar bilan preparatsiya qilingan dentinni havo-abraziv ishlov berish yuzaning sifat va miqdoriy ko‘rsatkichlarida sezilarli tafovutlarni yuzaga keltiradi (5.2.1-jadval).

Mazkur tafovutlar dentin naychalari og‘izchalarining ochiqlik darajasi, smear-layer’ning saqlanishi yoki to‘liq bartaraf etilishi, peritubulyar zonalarning deformatsiya darajasi hamda mikrog‘adir-budurlik ko‘rsatkichlari bilan tavsiflanadi.

Natijada hosil bo'lgan morfologik farqlar total protravkalash (etch-and-rinse) tizimlari hamda faol monomerlar asosidagi adgezivlar qo'llanilgandan keyin "plomba–tish" interfeysi mustahkamligida ishonchli farqlar yuzaga kelishiga sabab bo'lishi mumkin.

5.2.1-jadval

Turli ishlov berish usullaridan so'ng dentin yuzasining mikrosheroqlik ko'rsatkichlari

TADQIQO T GURUHLA RI	1-guruh (qattiq qotishmali bor bilan preparatsiya)	2-guruh (Al ₂ O ₃ asosidagi havo-abraziv ishlov)	3-guruh (natriy gidrokarbon at asosidagi havo- abraziv ishlov)	4-guruh (eritritol asosidagi havo-abraziv ishlov)
MIKROG' ADIR- BUDURLI G Ra (µm)	0,63±0,08	1,56±0,26	1,07±0,12	2,02±0,15
P	1-2 (<0,05) 1-3 (<0,05)	1-4(<0,05) 2-3 (<0,05)	2-4 (<0,05) 3-4 (<0,05)	

Qattiq tish to'qimalarini havo-abraziv usulda ishlov berish jarayonlari oqimli (struyali) yoki zarbali mexanizmlarga mansub bo'lib, aylanuvchi silliqlovchi instrumentlar bilan bajariladigan an'anaviy usullardan farqli ravishda emal va dentinni kesish hamda tozalashni smear-layer (surtma qatlam) hosil qilmasdan amalga oshiradi.

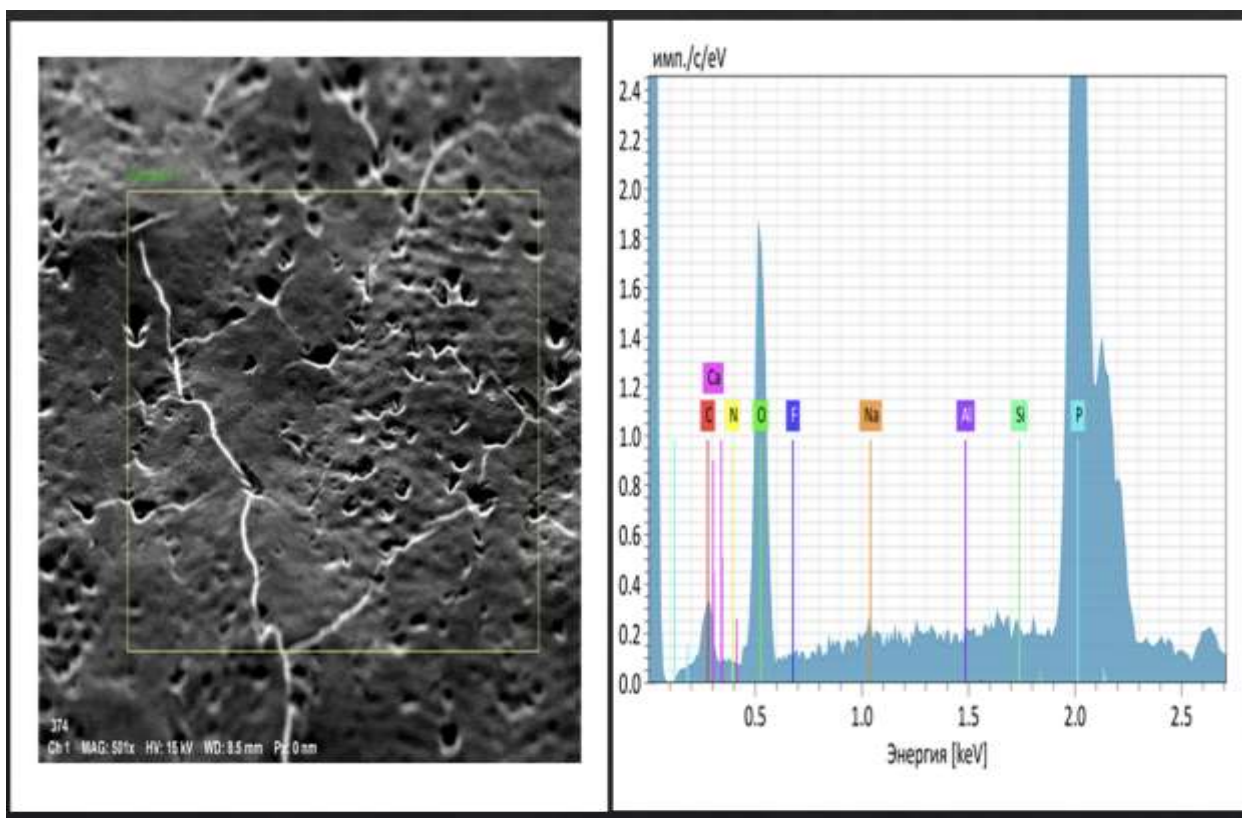
Mazkur metodlarning kam sonli va nisbatan ahamiyatsiz kamchiliklari orasida eng muhimlaridan biri — siqilgan havo ta'sirida yuqori tezlikda harakatlanib, qattiq tish to'qimalari yuzasiga uriluvchi abraziv zarrachalar sababli preparatsiya qilinayotgan obyekt yuzasining mumkin bo'lgan kontaminatsiyasidir.

Emal va dentin yuzasining abraziv zarrachalar bilan kontaminatsiyasi kompozit materialning qattiq tish to'qimalari bilan adgeziya kuchiga, shuningdek davolash natijalariga ta'sir ko'rsatishi mumkinligini inobatga olib, mazkur tadqiqotning navbatdagi vazifasi sifatida havo-abraziv ishlovdan so'ng emal va dentin yuzasining element tarkibidagi ehtimoliy o'zgarishlarni o'rganish belgilandi.

5.3. Turli kukunlar bilan havo-abraziv ishlovdan so'ng tish yuzasining element tarkibini tahlil qilish

Energiya-dispersiv spektroskopiya ma'lumotlarini tahlil qilish natijasida aniqlanishicha, intakt emalni eritritol asosidagi aralashma bilan havo-abraziv ishlov berish uning yuzasida odatda ftorapatit tarkibiga kiruvchi ftor atomlarining maksimal darajada saqlanishiga yordam bergan (5.3.1-rasm).

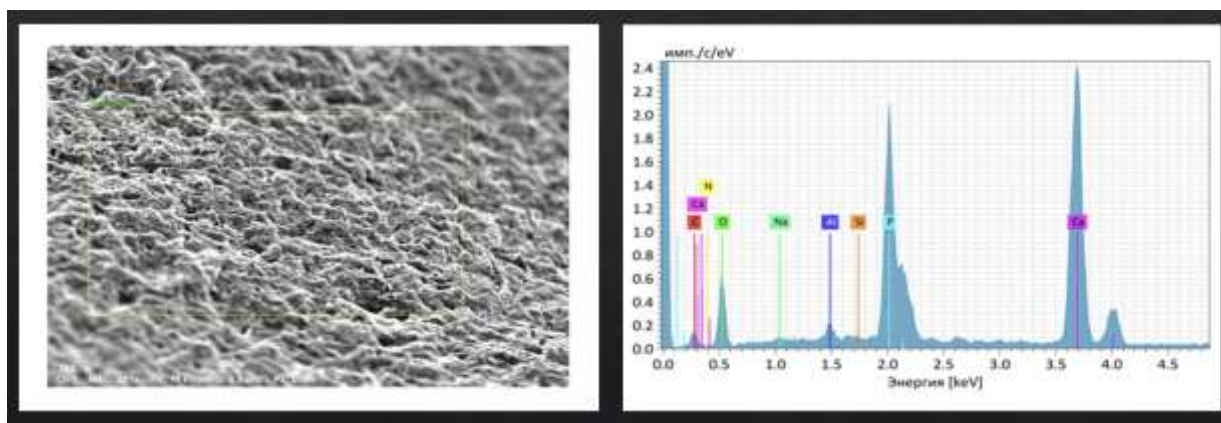
Biroq intakt emalni Al_2O_3 kukuni bilan havo-abraziv ishlov berish natijasida uning yuzasidan ftor atomlarining to'liq yo'qolishi kuzatilgan (5.3.2-rasm).



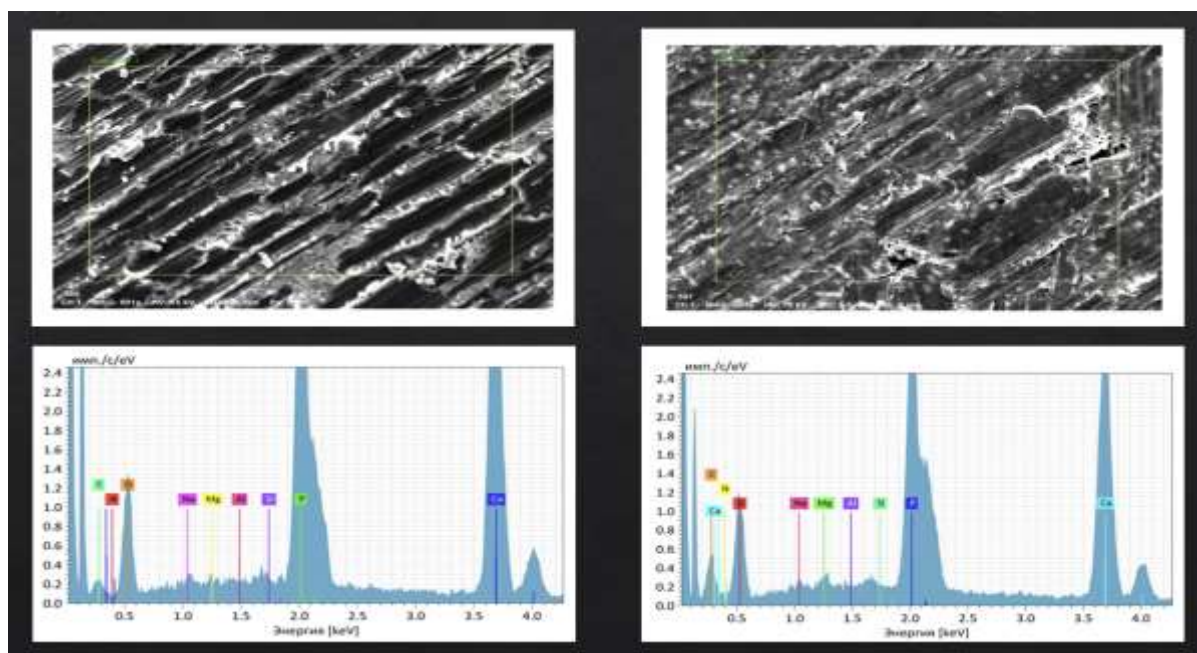
5.3.1-rasm. Intakt emal yuzasining mikrorelyefi (chapda) va element tarkibi (o'ngda) eritritol bilan ishlovdan so'ng.

Shuningdek, emalni an'anaviy ravishda olmos bor bilan charxlangandan so'ng silliqqlangan yuzada azot va uglerod atomlari miqdorining o'rtacha 3,5 va 3,2 baravarga kamaygani ($p < 0,05$), kalsiy, kislorod va fosfor miqdorining esa mos ravishda 2,3%, 11,7% va 4,3% ga oshgani ($p > 0,05$) aniqlangan.

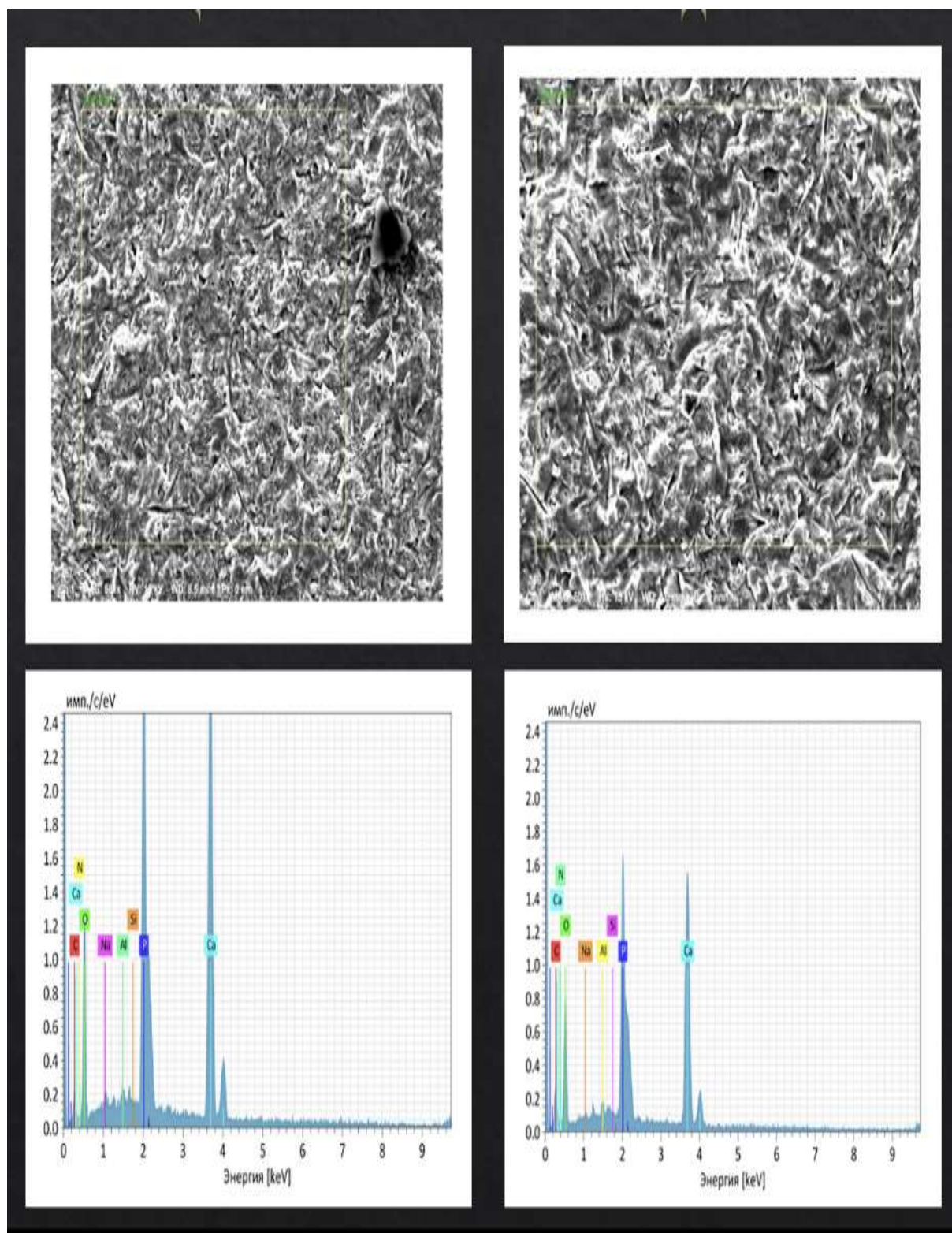
Mazkur o'zgarishlarning ehtimoliy sababi sifatida emal notekisliklarining gidroksiapatit changi bilan "yopilishi" yoki surtma qatlam bilan qoplanishi ko'rsatiladi (5.3.3-rasm).



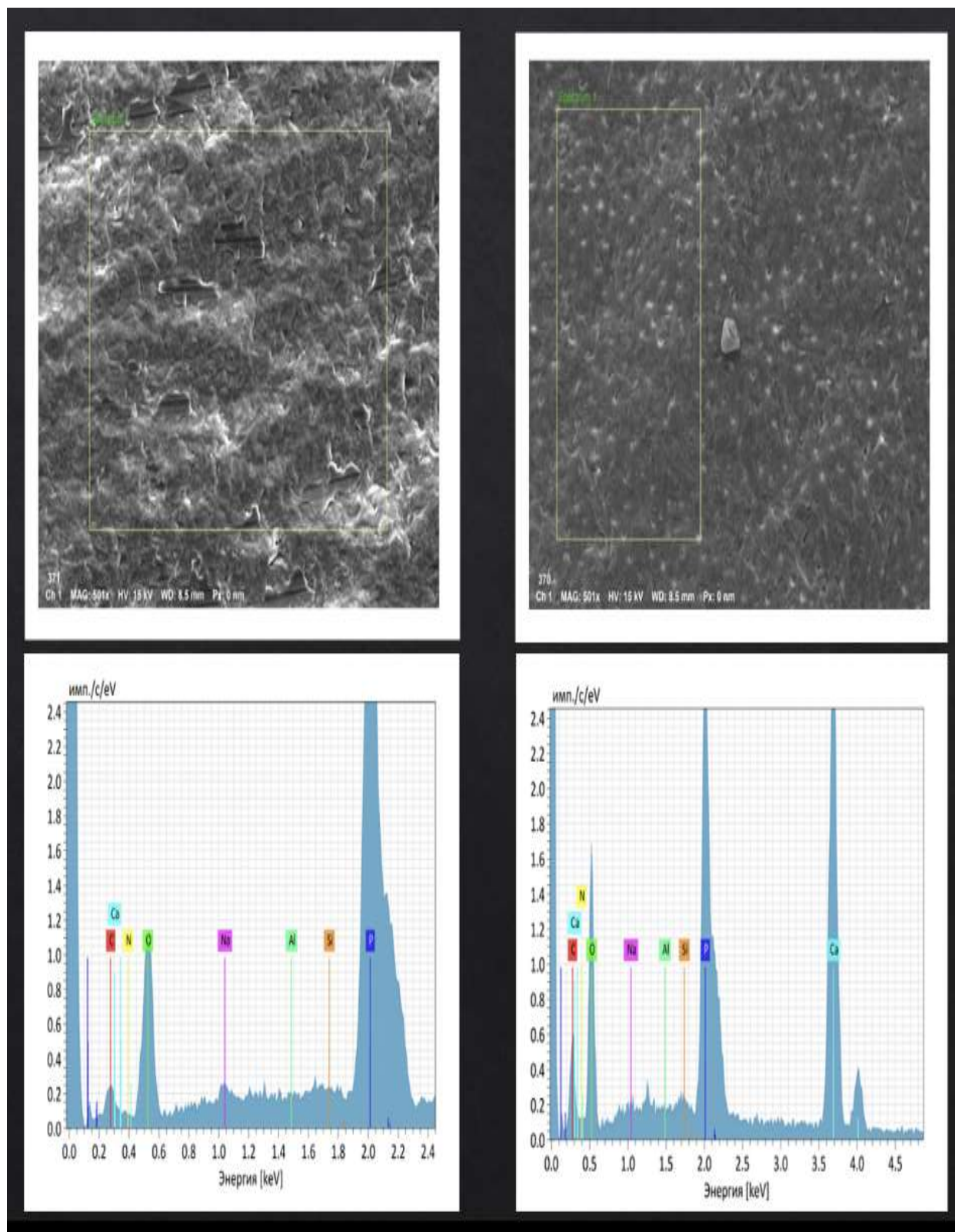
5.3.2-rasm. Intakt emal yuzasining mikrorelyefi (chapda) va element tarkibi (o'ngda) Al_2O_3 kukuni bilan havo-abraziv ishlovdan so'ng.



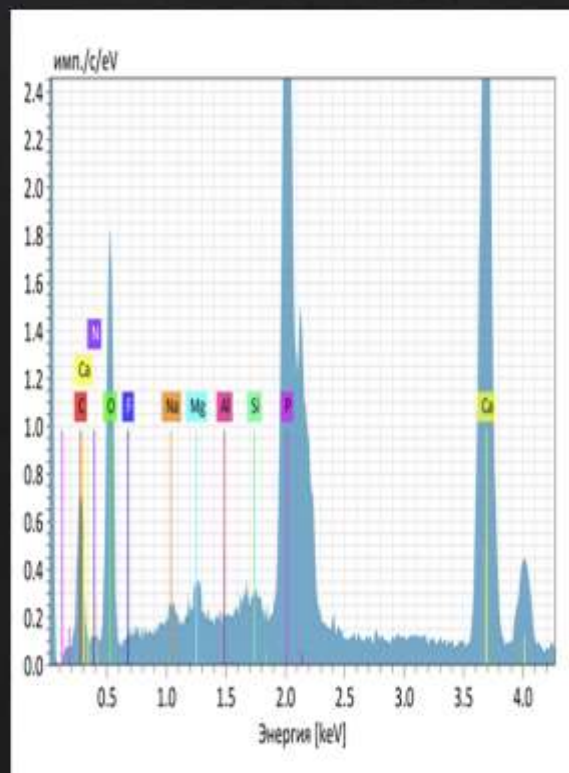
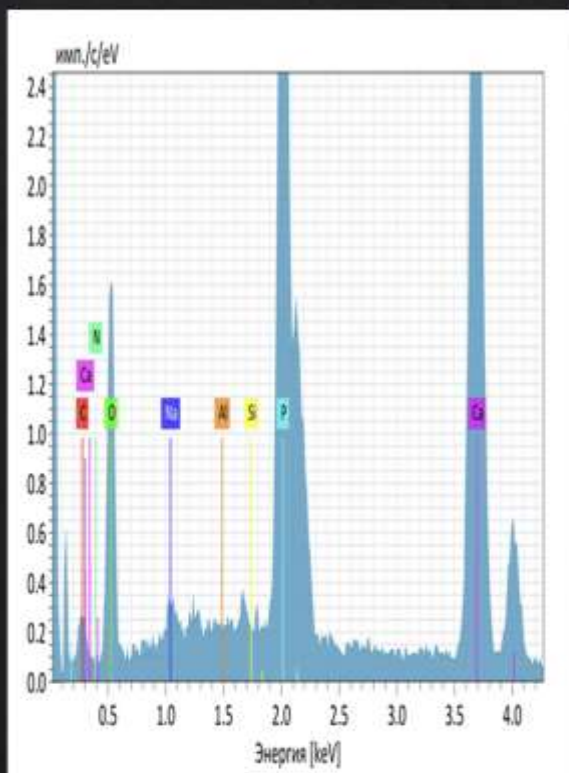
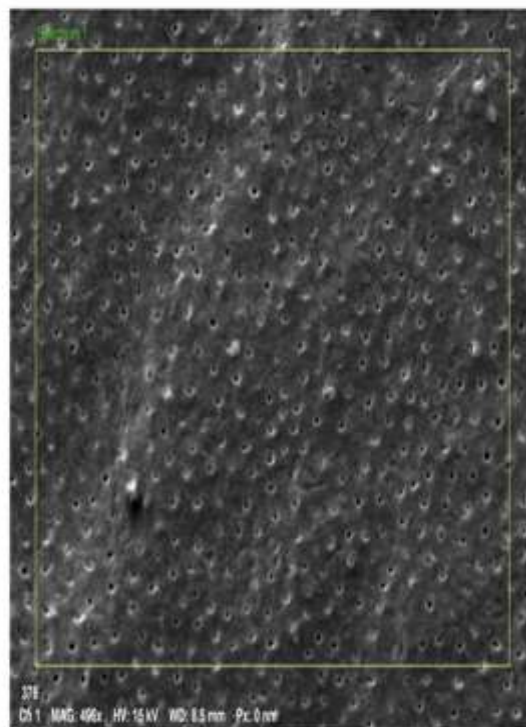
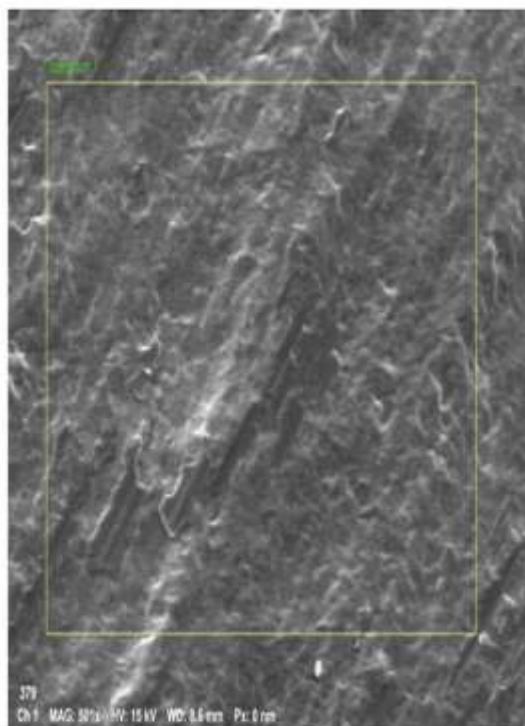
5.3.3-rasm. An'anaviy borlar bilan ishlov berilgandan so'ng emal (chapda) va dentin (o'ngda) silliqdari yuzasining mikrorelyefi hamda element tarkibi.



5.3.4-rasm. Al_2O_3 kukuni bilan havo-abraziv ishlov va pnevmogidroblastningdan so'ng emal (chapda) hamda dentin (o'ngda) silliqdari yuzasining mikrorelyefi va element tarkibi.



5.3.5-rasm. Natriy gidrokarbonat kukuni bilan havo-abraziv ishlov va pnevmogidrobastingdan so‘ng emal (chapda) hamda dentin (o‘ngda) silliqdari yuzasining mikrorelyefi va element tarkibi.



5.3.6-rasm. Eritritol asosidagi aralashma bilan havo-abraziv ishlov va pnevmogidroblastningdan soʻng emal (chapda) hamda dentin (oʻngda) silliqslari yuzasining mikrorelyefi va element tarkibi.

Biroq element tarkibida qayd etilgan ayrim o'zgarishlarga qaramay, Al_2O_3 , natriy gidrokarbonat hamda eritritol asosidagi havo-abraziv aralashmalar bilan charxlangan emal va dentin silliqdari yuzalarining qiyosiy tahlili mazkur kukunlar tarkibiga kiruvchi elementlar konsentratsiyasining klinik jihatdan ahamiyatli darajada ortishini ko'rsatmadi. Energiya-dispersiv spektroskopiya natijalari abraziv komponentlarga xos bo'lgan elementlarning yuzada barqaror to'planishi yoki kimyoviy inkorporatsiyasi sodir bo'lmaganini tasdiqladi. Aniqlangan tafovutlar statistik jihatdan sezilarli bo'lsa-da, ularning absolyut miqdoriy ko'rsatkichlari klinik interpretatsiya mezonlari doirasida qolgan.

Bu holat havo-abraziv ishlovdan so'ng yuzalarning to'g'ri yuvilishi va quritilishi abraziv zarrachalarning rezidual saqlanib qolish xavfini minimal darajaga tushirishini ko'rsatadi. Shuningdek, abraziv ta'sir asosan mexanik xarakterga ega bo'lib, tish qattiq to'qimalarining element tarkibida chuqur kimyoviy o'zgarishlarni keltirib chiqarmasligi aniqlangan.

Shunday qilib, olingan natijalar tishlarning adgeziv yuzalarida abraziv zarrachalar bilan klinik ahamiyatli kontaminatsiya kuzatilmaganini ishonchli ravishda tasdiqlaydi. Bu esa kompozit materiallar qo'llanilgan holda kariesni davolash natijalarini baholashda asosiy e'tiborni yuzaning morfologik xususiyatlari, mikrorelyef parametrlari va adgeziv protokolning to'g'ri bajarilishiga qaratish zarurligini ko'rsatadi.

Mazkur ma'lumotlar qoniqarli va qoniqarsiz klinik natijalar mexanizmlarini chuqurroq tushunish, interfeys "plomba–tish" mustahkamligiga ta'sir etuvchi omillarni differensial tahlil qilish hamda kelgusida yanada optimallashtirilgan adgeziv strategiyalarni ishlab chiqish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

VI-BOB. TURLI TAYYORLASH USULLARIDAN SO‘NG KLINIK BAHOLASH VA ADGEZIV SAMARADORLIK

Klinik bosqichning maqsadi — turli tayyorlash usullaridan so‘ng turli avlod adgeziv tizimlari qo‘llanilganda restavratsiyalarning birikish kuchi hamda klinik “xulq-atvori”ni baholashdan iborat bo‘ldi. Doshi va hammuall. (2023) hamda Haak va hammuall. (2023) ma’lumotlariga ko‘ra, universal adgezivlar emalni selektiv protravkalash, aktiv ishqalash va erituvchini puxta bug‘latish sharoitida 2–5 yillik ishonchli klinik natijalarni namoyon etadi. Cardoso va hammuall. (2020) esa alternativ, “borsiz” (no-bur) metodikalar, jumladan APA yondashuvlari, bemorlar tomonidan yaxshiroq ko‘tarilishini ta’kidlaydi.

Emal uchun algoritm: qisqa muddatli APA (Al_2O_3) → selektiv kislota bilan protravkalash → universal adgezivni aktiv ishqalash. Mazkur ketma-ketlik chekka barqarorlik va retensiyani oshiradi (Bhadule va hammuall., 2024).

Dentin uchun algoritm: eritritol bilan ishlov berilganda yuqori adgeziya va sezuvchanlik nazoratini uyg‘unlashtirish maqsadida protravkalash vaqtini qisqartirish maqsadga muvofiq; boshqa abrazivlar qo‘llanilganda etch-and-rinse rejimi ustuvor hisoblanadi (Ramos va hammuall., 2024). Klinik sharoitda yumshoq abrazivlar operatsiyadan keyingi sezuvchanlikni kamaytirishga yordam beradi; umumiy ko‘taruvchanlik alternativ kariesni olib tashlash metodikalarida yuqoriroq (Cardoso va hammuall., 2020).

6.1. 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari qo‘llanganda havo-abraziv ishlovning kompozit materialning emal va dentinga birikish kuchiga ta’siri

Adabiyotlarda adgeziv tizimlarning emal va dentinga ta’siri bo‘yicha turlicha ma’lumotlar keltirilgan. Emalga nisbatan havo-abraziv ishlovning o‘zi fosfor kislotasi bilan protravkalashni to‘liq almashtira olmaydi. Faqat APA bilan tayyorlangan emalda birikish mustahkamligi klassik kislota bilan protravkalashdan keyingi ko‘rsatkichlarga nisbatan pastroq bo‘ladi. Shu sababli APA emal uchun protravkalashning o‘rnini bosuvchi emas, balki qo‘shimcha (ad’yuvant) bosqich sifatida qaralishi lozim. Bu ortodontik va restavratsion modellarda izchil ko‘rsatilgan.

APA → protravkalash → 5-avlod adgeziv sxemasida, ayniqsa 27–50 mkm Al_2O_3 qo'llanganda, mikroretensiya hisobiga adgeziya ortishi mumkin, biroq ta'sir darajasi har doim ham katta bo'lmaydi va oqim parametrlari bilan belgilanadi. Baribir asosiy bosqich — kislota bilan protravkalashdir. Zamonaviy sharhlar va in vitro tadqiqotlar buni tasdiqlaydi.

Dentin bo'yicha natijalar farqlanadi. 5-avlod (etch-and-rinse) tizimlarida APA odatda birikish mustahkamligini pasaytirmaydi, ko'pincha biroz oshiradi (μTBS /siljish testi), agar abrazivdan so'ng to'liq protravkalash va praymerlash bajarilsa. Mexanizm — dentin naychalari og'izchalarining ochilishi, sirt maydonining kengayishi va keyingi gibridizatsiya uchun energiyaning ortishi bilan bog'liq.

7-avlod (one-step self-etch) tizimlarida esa holat boshqacha: Al_2O_3 bilan agressiv qum purkash, ayniqsa keyinchalik alohida protravkalashsiz self-etch rejimi qo'llanganda, adgeziyaning pasayishiga olib kelishi mumkin. Bunda nanoinfiltratsiya kuchayishi va birikish mustahkamligining kamayishi kuzatilgan. Qator ishlarda etch-and-rinse yoki selektiv protravkalash rejimini tanlash yoxud qo'pol abrazivdan voz kechish tavsiya etiladi.

Biosteklo yoki glitsin asosidagi havo-polirovka dentinda nisbatan yumshoq alternativa sifatida namoyon bo'ladi: ayrim guruhlarda biosteklo SBS ko'rsatkichlarini oshirgan, glitsin esa natijalarni yomonlashtirmagan. Natriy yoki kalsiy bikarbonat esa ko'pincha adgeziyaning pasayishi va nanoinfiltratsiyaning kuchayishi bilan bog'liq bo'lib, adgezivdan oldin qo'llash tavsiya etilmaydi.

Mazkur tadqiqotning navbatdagi, doklinik bosqichi natijalari shuni ko'rsatdiki, kompozit materialning emal va dotinga birikish kuchi nafaqat havo-abraziv ishlovda qo'llanilgan kukun turiga, balki tanlangan adgeziv tizim turiga ham bevosita bog'liq.

Eng muhim kuzatuvlardan biri shundan iborat bo'ldiki, emalni Al_2O_3 kukuni bilan havo-abraziv ishlov berish 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari samaradorligini nazorat guruhi bilan solishtirganda mos ravishda 16% va 14% ga oshirdi (6.1.1-jadval).

Bundan ham sezilarli farq 2- va 4-guruhlar o'rtasida aniqlangan: bu holatda Al_2O_3 bilan ishlovdan so'ng kompozitning emalga birikish kuchi 5-avlod adgezivlarda 36% ga, 7-avlod monomerlarida esa 28% ga yuqori bo'lgan ($p < 0,05$).

6.1.1-jadval

Yuzaga ishlov berish usuliga bog'liq holda 5-avlod adgeziv tizimlari qo'llangandan so'ng kompozit materialning tish emali va dentini bilan adgeziya kuchi

Adgeziv tizim		1-guruh lb	2-guruh lb	3-guruh lb	4-guruh lb
OS (Kerr)	emal	$30,5 \pm 3,6$	$35,5 \pm 4,4$	$29,0 \pm 6,0$	$26,2 \pm 3,8$
	dentin	$28,4 \pm 3,3$	$27,6 \pm 3,4$	$25,9 \pm 6,0$	$23,2 \pm 3,9$
PU (Ult)	emal	$29,3 \pm 4,1$	$34,1 \pm 4,3$	$27,8 \pm 6,2$	$24,9 \pm 3,7$
	dentin	$27,3 \pm 5,5$	$28,9 \pm 5,6$	$26,6 \pm 6,0$	$19,7 \pm 4,2$

Avval qayd etilganidek, eritritol asosidagi aralashma bilan dentinni havobraziv ishlov berish dentin yuzasida naychalar og'izchalarining maksimal darajada ochilishiga olib kelgan.

Mazkur morfologik o'zgarish 5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilganda ularning samaradorligini o'rtacha 30% ga oshirishga imkon berdi, biroq bu natija faqat kislota bilan protravkalash vaqtini 2 baravar qisqartirish sharti bilan kuzatildi (6.1.2-jadval).

6.1.2-jadval

Yuzani kislota bilan travmalash davomiyligiga bog‘liq holda 4-guruh namunalarda 5-avlod adgeziv tizimlari qo‘llangandan so‘ng kompozit materialning tish dentini bilan adgeziya kuchi

Adgeziv tizim	Dentin yuzasiga ishlov berish turi	Kislotali ishlov berish vaqti (20 sek) lb	Kislotali ishlov berish vaqti (10 sek) lb
OS (Kerr)	Ananaviy + Eritritol	$23,2 \pm 3,9$	$28,2 \pm 3,5$
PU (Ult)	Ananaviy + Eritritol	$19,7 \pm 4,2$	$27,3 \pm 5,4$

Kompozit materialning tish dentini bilan adgeziv birikish kuchi ko‘rsatkichlarini 7-avlod adgeziv tizimlari qo‘llanganda tahlil qilish aniq va izchil qonuniyatlarni aniqlamadi.

Shu bilan birga, olingan natijalar SBU adgeziv smolasining yuqori amaliy ahamiyatini namoyon etdi, chunki uning qo‘llanish samaradorligi dentin yuzasiga ishlov berish turiga bog‘liq bo‘lmagan (6.1.3-jadval).

6.1.3-jadval

Yuzaga ishlov berish usuliga bog‘liq holda 7-avlod adgeziv tizimlari qo‘llangandan so‘ng kompozit materialning tish emali va dentini bilan adgeziya kuchi

Adgeziv tizim		1-guruh lb	2- guruh lb	3- guruh lb	4- guruh lb
SBU (3M)	emal	$25,9 \pm 2,9$	$28,4 \pm 3,8$	$22,3 \pm 4,4$	$21,8 \pm 4,7$
	dentin	$23,5 \pm 2,3$	$24,6 \pm 4,7$	$21,4 \pm 2,0$	$21,8 \pm 4,7$
BF2 (Tqm)	emal	$20,2 \pm 3,3$	$24,0 \pm 2,1$	$19,3 \pm 2,7$	$19,1 \pm 1,5$
	dentin	$16,5 \pm 2,4$	$15,6 \pm 1,7$	$13,6 \pm 2,3$	$9,9 \pm 3,0$

6.2. Adgeziv yuzalar turli usullar bilan tayyorlangandan so‘ng bajarilgan kompozit restavratsiyalar sifati va davolash natijalarining klinik bahosi

Tadqiqotning klinik bosqichi natijalari doklinik sinovlar ma'lumotlariga zid kelmadi va tish yuzasiga ishlov berishning turli usullarining kuchli hamda zaif tomonlarini operatsiyadan keyingi sezuvchanlik va uzoq muddatli davrda kompozit plombalarning klinik holati nuqtayi nazaridan yana bir bor tasdiqladi.

6.2.1-jadval

5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilgandan oldin va keyin tishlar sezuvchanlik darajasining klinik bahosi

Test o'tkazish vaqti	O'rganilayotgan tishlar	1-guruh		2- guruh		3- guruh	
		OS (n=10)	PU (n=10)	OS (n=10)	PU (n=10)	OS (n=10)	PU (n=11)
Davolashdan oldin	Intakt	2,5±2,6	3±2,6	2±2,6	2,5±2,6	2±2,6	2,3±2,6
	zararlangan	20±14,3	19±16,1	18±16,3	17±15,8	18±16,4	16,4±15,2
	<i>P</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2 haftadan keyin	intakt	2,5±2,6	2,5 ±2,6	3 ±3,5	2±2,6	3±3,5	2,3±2,6
	zararlangan	15,5±6,9	15±5,8	14,5±6,9	13,5±6,3	6±7	4,5±4,7
	<i>P</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
12 haftadan keyin	intakt	2,5±3,5	2,5±2,6	2,5±3,5	2±2,6	2,5±3,5	3,6±3,9
	zararlangan	5±5,3	4±3,9	4,5±6	3,5±4,1	3±4,8	2,3±3,4
	<i>P</i>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilgan guruhlarda o'tkazilgan tishlar sezuvchanligining klinik bahosi yumshoq abraziv aralashmalarning yuqori samaradorligini hamda davolashdan so'ng sezuvchanlikning tez normallashtirilganini ko'rsatdi (6.2.1-jadval).

6.2.2-jadval

Yuzani kislota bilan travmalash davomiyligiga bog'liq holda 4-guruhda 5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilgandan oldin va keyin tishlar sezuvchanlik darajasining klinik bahosi

Test vaqti	O'rganilayotgan tishlar	4-guruh (dentina kislotali ishlov berish vaqti -20 sek)		4-guruh (dentina kislotali ishlov berish vaqti - 10 sek)	
		OS (n=5)	PU (n=5)	OS (n=5)	PU (n=5)
Davolashdan oldin	intakt	3±2,7	3±4,5	3±2,8	2±2,8
	zararlangan	20±12,2	19±16,7	18±13	20±17,3
	<i>P</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2 haftadan so'ng	intakt	3±2,7	4±4,2	3±2,7	3±2,7
	zararlangan	46±11,4	44±11,4	6±5,5	5±5
	<i>P</i>	<0,05	<0,05	>0,05	>0,05
12 haftadan so'ng	intakt	4±4,2	3±4,5	3±4,5	2±2,7
	zararlangan	9±7,4	8±7,6	4±4,2	3±4,5
	<i>P</i>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Bunda eritritol asosidagi aralashma bilan ishlov berilgan dentinda kislota bilan protravkalash vaqtini qisqartirish zarurati alohida ta'kidlandi. Aks holda, tishlarda barqaror va uzoq davom etuvchi operatsiyadan keyingi sezuvchanlik rivojlanishi mumkin (6.2.2-jadval).

Shuningdek, 7-avlod o'z-o'zidan protravkalovchi adgeziv tizimlari uchun ijobiy klinik istiqbol qayd etildi. Kompozit material bilan plombalashdan oldin kovaklarni turli usullar bilan ishlov berish va tayyorlash mazkur tizimlar qo'llanilganda jiddiy operatsiyadan keyingi asoratlar rivojlanishiga olib kelmadi (6.2.3-jadval).

6.2.3-jadval

7-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilganda davolashdan oldin va keyin tishlar sezuvchanligi darajasining klinik bahosi

Te st va qti	O'rga nilayot gan tishlar	1-guruh		2- guruh		3- guruh		4- guruh	
		SBU (n=10)	BF (n=11)	SBU (n=11)	BF (n=12)	SBU (n=12)	BF (n=12)	SBU (n=11)	BF (n=13)
Da vol as hd an old in	intakt	2,5 ± 2,6	2,7 ± 2,6	3,2 ± 3,4	2,5 ± 2,6	2,9 ± 3,3	3,3 ± 3,6	3,6 ± 3,9	3,8 ± 3
	zararlan gan	20 ± 14,3	18,2 ± 15,5	18,6 ± 15,5	18,3 ± 14,8	19,2 ± 15,2	15,8 ± 14,6	17,3 ± 15,7	16,2 ± 14
	<i>P</i>	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2 haf tad an so' ng	intakt	2,5 ± 2,6	3,2 ± 2,5	3,6 ± 3,9	2,5 ± 2,6	2,5 ± 2,6	3,8 ± 3,1	4,1 ± 3,8	3,8 ± 3,6
	zararlan gan	5 ± 5,3	6,4 ± 5	5,5 ± 5,2	7 ± 5,8	5,8 ± 5,1	6,7 ± 6,5	6,4 ± 8	6,9 ± 4,8
	<i>P</i>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05
12 haf tad an so' ng	intakt	3 ± 3,5	2,7 ± 2,6	3,2 ± 4	2,1 ± 2,6	2,5 ± 3,4	3,3 ± 3,9	3,6 ± 3,2	3,8 ± 3,5
	zararlan gan	4 ± 5,2	3,6 ± 3,9	3,6 ± 5	4,6 ± 5	2,9 ± 4,5	5 ± 6,4	3,6 ± 5	5 ± 4,6
	<i>P</i>	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05	>0,05

Restavratsiyalarning estetik (kosmetik) holatiga nisbatan shuni qayd etish mumkinki, tish yuzasini alyuminiy oksidi va natriy gidrokarbonati asosidagi aralashmalar bilan havo-abraziv ishlov berish 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilganda kompozit plombalarning eng optimal chekka yopishishini ta'minladi (6.2.1 va 6.2.2-rasmlar).

6.2.4-jadval

Kompozit restavratsiyalarning klinik holat ko'rsatkichlari

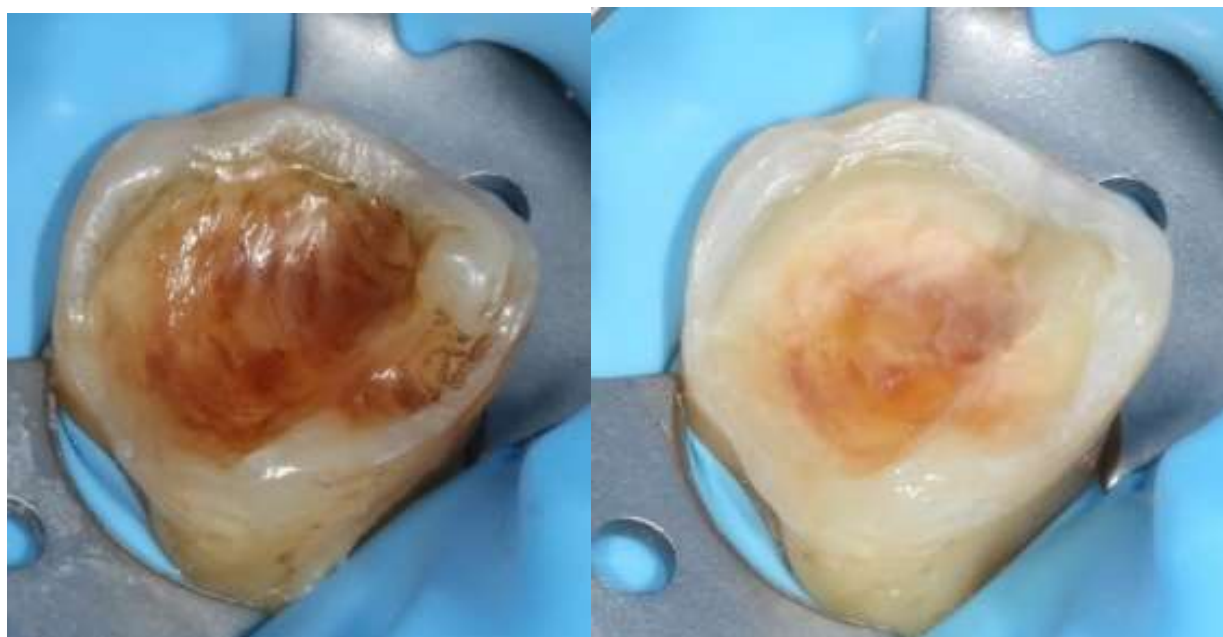
Guru	1-guruh				2-guruh				3-guruh				4-guruh			
Kichik guruh	OS 10	PU 10	SB U 10	B F 1 1	OS 10	PU 10	SB U 11	B F 1 2	OS 10	PU 11	SB U 12	BF 12	OS 10	PU 10	SB U 11	BF 13
Plomba holati ko'rsatkichlari	3,3± 0,5	3,4 ± 0,7	3,4 ± 0,7	3 ± 0,6	3,7 ± 0,5	3,6 ± 0,5	3,6 ± 0,5	3, 5 ± 0,7	3,5 ± 0,5	3,6 ± 0,7	3,6 ± 0,7	3,4 ± 0,7	3,2 ± 0,4	3,3 ± 0,7	3,4 ± 0,7	2,8 ± 0,7

Shunday qilib, 5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilgan hollarda dentin yuzasini natriy gidrokarbonati va eritritol asosidagi yumshoq abraziv aralashmalar bilan havo-abraziv ishlov berish davolashdan so'ng 2 hafta ichida tishlar sezuvchanligining normallasuviga olib keldi. Bu ko'rsatkich qattiq qotishmali bor yordamida an'anaviy charxlash yoki Al_2O_3 kukuni qo'llangan alternativ usul bilan solishtirganda ancha yuqori bo'ldi.

Shuningdek, 7-avlod adgeziv tizimlaridan foydalanish ham tishlar sezuvchanligining tezkor barqarorlashuvi bilan kechdi va bu holat emal hamda dentinga nisbatan qo'llangan ishlov berish usuliga bog'liq emasligi bilan xarakterlandi.

Biroq, kompozit plomбалarning eng yuqori darajadagi chekka germetikligi va barqaror marginal yopishishini ta'minlash faqat alyuminiy oksidi hamda natriy

gidrokarbonati asosidagi aralashmalar bilan bajarilgan havo-abraziv ishlov berish sharoitida, 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari qo'llanilganda kuzatildi.

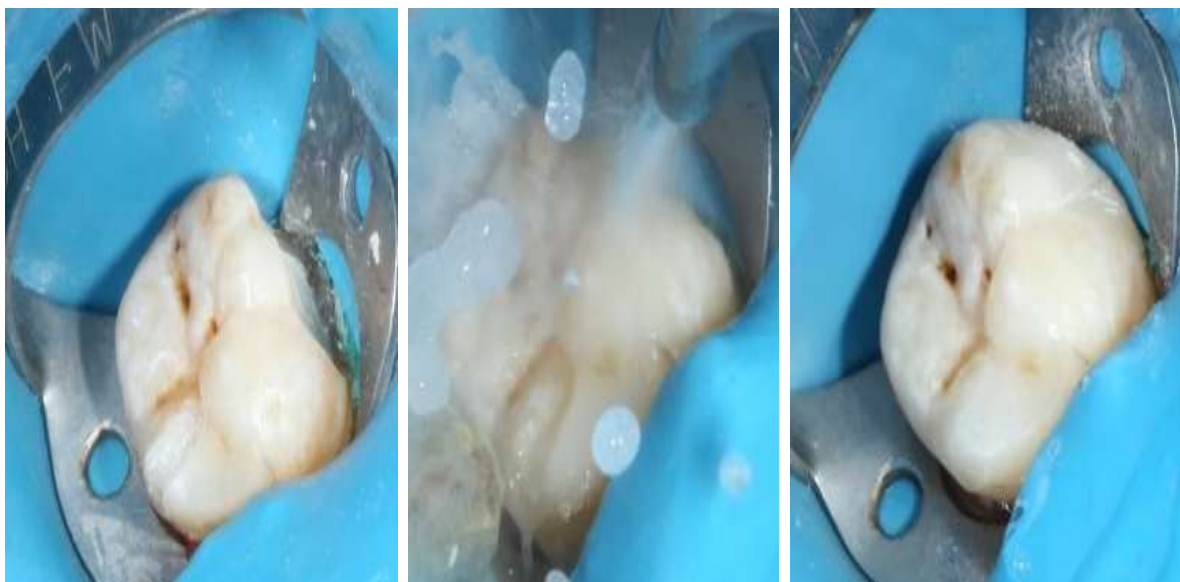


a

b

c

**6.2.1-rasm. Natriy gidrokarbonati bilan havo-abraziv ishlov berilgandan keyin kompozit restavratsiyaning klinik holati:
a — tiklashdan so'ng; b — tiklashdan 2 yil o'tgach; c — tiklashdan 3 yil o'tgach.**



a

b

6.2.2-rasm. Alyuminiy oksidi bilan havo-abraziv ishlov berilgandan keyin kompozit restavratsiyaning klinik holati:

a — tiklashdan so‘ng; b — tiklashdan 1 yil o‘tgach

Natijalarni taqdim etishga o‘tar ekanmiz, dentin va emal yuzasining ultrastruktur sifati kompozit materialning tish qattiq to‘qimalariga adgeziya kuchiga ta’siri hamda bajarilgan restavratsiyalarning klinik holatini aks ettiruvchi ma’lumotlarni tahlil qilish zarur. Ta’kidlash joizki, havo-abraziv ishlov berish usuli keng qo‘llanilishi va yetarlicha o‘rganilganiga qaramay, mazkur yo‘nalish o‘z ilmiy dolzarbligini saqlab qolmoqda. Bu, bir tomondan, yangi avlod abraziv kukunlarining

ishlab chiqilishi va klinik amaliyotga joriy etilishi bilan, ikkinchi tomondan esa, tarkibi va adgeziv mexanizmi jihatidan takomillashib borayotgan zamonaviy adgeziv tizimlarning paydo bo'lishi bilan izohlanadi. Shu sababli, tish yuzasi mikrorelyefining modifikatsiyasi va uning adgeziv interfeys shakllanishiga ta'sirini chuqur o'rganish nafaqat eksperimental, balki amaliy stomatologiya uchun ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Ultrastruktur darajada emal va dentin yuzasining morfologik xususiyatlari — mikrorelyefning chuqurligi, notekislik darajasi, dentin naychalari og'izlarining ochiqqligi va smear-layerning mavjudligi — kompozit bilan hosil bo'ladigan bog'lanishning mexanik va kimyoviy komponentlarini belgilab beradi. Shu nuqtai nazardan, havo-abraziv ishlov berish parametrlari (zarrachalar o'lchami, bosim, ekspozitsiya vaqti) adgeziv tizimlarning samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatuvchi omillar sifatida qaralishi lozim.

Amaliy jihatdan olib qaralganda, 27 mkm o'lchamdagi alyuminiy oksidi zarrachalaridan foydalanish fissura kariyesi sohasida emal yuzasini optimal darajada tozalash va konditsionerlash uchun eng maqbul ko'rsatkichlarni ta'minlashi aniqlangan. Mazkur fraksiya emal yuzasida yetarli darajada mikroretensiya hosil qilib, bir vaqtning o'zida ortiqcha invazivlikka yo'l qo'ymaydi hamda kislotali travmalash samaradorligini oshiradi. Natijada adgeziv interfeysning barqarorligi va kompozit restavratsiyaning chekka germetikligi yaxshilanadi.

Bundan tashqari, 50 mkm fraksiyadagi alyuminiy oksidi kukuni demineralizatsiyalangan yoki dekalsifikatsiyalangan emalni mexanik yo'l bilan ehtiyotkorlik bilan olib tashlash imkonini beradi. Bu holat ayniqsa aproksimal kariyes o'choqlarida yaqqol namoyon bo'ladi, chunki bunday klinik vaziyatlarda patologik o'zgargan to'qimalarni selektiv ravishda eliminatsiya qilish va sog'lom emal tuzilmasini maksimal darajada saqlab qolish muhim hisoblanadi. Shunday qilib, zarracha o'lchamining differensial tanlovi klinik vaziyatga mos ravishda individual yondashuvni ta'minlaydi va adgeziv restavratsiyalarning uzoq muddatli samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

XULOSA

Emal yuzasining tozaligi va mikrog'adir-budurkig darajasi kompozit materiallarning unga adgeziyasi sifati hamda mustahkamligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Organizmdagi eng qattiq to'qima bo'lgan emal tarkibining 95% dan ortig'ini mineral komponent tashkil etadi, bu esa plomba va tish o'rtasida mustahkam hamda namlikka chidamli bog'lanish shakllanishi uchun qulay sharoit yaratadi.

Biroq emal prizmalari mo'rtligi va mexanik ishlov jarayonida mikroyorilishlar paydo bo'lish ehtimoli polimerizatsion stress ta'sirida yuzaga keladigan koheziv uzilishlarning asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Bu holat gibrid qatlamning mexanik yuklamaga qarshi yetarlicha barqaror emasligi bilan bog'liq.

Hozirgi vaqtda olmos borlar hamda abraziv kukunlar emal yuzasini charxlash qilish va tozalashning asosiy vositalari bo'lib qolmoqda. Har bir metod o'ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega.

Aylanuvchi kesuvchi instrumentlar yordamida karies bo'shlig'iga zarur konfiguratsiya berish mumkin, biroq yuqori aylanish tezligi, instrumentga bosim va yetarli sovitishning bo'lmasligi tufayli qattiq to'qimalar yuzasining qizishi va silliqqlanishi xavfi saqlanib qoladi.

Havo-abraziv usullar esa mexanik ishqalanish va harorat oshishisiz yanada bir xil mikrostrukturani shakllantirish imkonini beradi. Shu sababli mazkur ikki metod bir-birini to'ldiruvchi va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Biroq adgeziv yuzalarni tayyorlash sifati nuqtayi nazaridan ikkala usul ham yuzada balandlik va qadam parametrlariga asoslangan notekisliklar hosil qilishi bilan tavsiflanadi.

Amaliy stomatologiyada, 6- va 7-avlod o'z-o'zini protravkalovchi tizimlar keng qo'llanilishiga qaramay, emal yuzasini adgeziv qo'llashdan oldin yakuniy tayyorlash ortofosfor kislotasi asosidagi gel bilan kimyoviy protravkalash orqali amalga oshiriladi. Emalga bunday izolyatsiyalangan kislota ta'siri selektiv protravkalash deb ataladi.

Adabiyotlarda 1955-yilda M. Buonocore tomonidan taklif etilgan kislota bilan protravkalash metodining zarurligini tasdiqlovchi ko'plab ma'lumotlar mavjud.

Shu bilan birga, tish yuzasini mexanik ishlov berishning yangi metod va materiallari emal yuzasi tuzilmasi sifatiga turlicha ta'sir ko'rsatishi, demak kislota bilan protravkalash samaradorligini ham o'zgartirishi mumkin.

Mazkur tadqiqotning maqsadi an'anaviy olmos borlar bilan ishlov berish hamda Al_2O_3 va eritritol asosidagi havo-abraziv aralashmalar qo'llanilgandan so'ng emal mikrosherohligiga kislota bilan protravkalashning ta'sirini o'rganishdan iborat bo'ldi.

Tadqiqotda alyuminiy oksidi (27; 50 mkm), natriy gidrokarbonat (40 mkm) va eritritol (14 mkm) asosidagi kukunlar qo'llanildi.

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. Emalni an'anaviy olmos bor bilan preparatsiya qilish kislota bilan protravkalash samaradorligini 1,32 baravarga kamaytiradi. Biroq silliqlangan emalni Al_2O_3 (27 mkm) bilan qo'shimcha havo-abraziv ishlov berish travmalash samaradorligini oshiradi va mikrog'adir-budurlik 1,7 baravarga ko'paytiradi.
2. Dentin yuzasini Al_2O_3 (27 mkm) bilan havo-abraziv ishlov berish dentin naychalari og'izchalarini ochmaydi, biroq mikrog'adir-budurlikni deyarli 2,5 baravarga oshiradi. Eng yuqori darajadagi naycha ochilishi va mikrog'adir-budurlikning 3,2 baravarga ortishi eritritol (14 mkm) bilan ishlov berilganda kuzatildi.
3. Emal va dentinni havo-abraziv ishlov hamda pnevmogidrobasting bilan kombinatsiyada qo'llash adgeziv yuzalarning abraziv zarrachalar bilan klinik ahamiyatli kontaminatsiyasiga olib kelmaydi.
4. Dentin yuzasini eritritol asosidagi aralashma bilan ishlov berish kislota bilan protravkalash vaqtini qisqartirish va 5-avlod adgeziv tizimlari qo'llanganda kompozit materiallarning adgeziya kuchini oshirish imkonini beradi. Emalni Al_2O_3 (27 mkm) bilan ishlov berish esa 5- va 7-avlod adgeziv tizimlari samaradorligini oshiradi.

5. Dentin uchun natriy gidrokarbonat (40 mkm) yoki eritritol (14 mkm), emal uchun esa Al_2O_3 (27 mkm) qo'llanilishini nazarda tutuvchi differensial havo-abraziv tayyorlash eng yaxshi klinik natijalarni ta'minlaydi. Bu natijalar barqaror chekka moslashuv, operatsiyadan keyingi sezuvchanlikning yo'qligi va karies retsidivining kamayishi bilan tavsiflanadi.

Yakuniy ilmiy-amaliy sintez

Tadqiqot natijalari adgeziv yuzalarni tayyorlash sifati kompozit restavratsiyalar uzoq muddatli barqarorligining asosiy prediktori ekanini ko'rsatdi. Preparatsiya jarayoni mexanik shakllantirishdan tashqari, "to'qima–adgeziv–kompozit" interfeysini biomexanik jihatdan moslashtirish bosqichiga aylanishi zarur.

Emalda mikroarxitektura (mikroporozlik, prizma qirralari, kontaminatsiyaning yo'qligi) selektiv protravkalashdan so'ng yuqori energiyali bog'lanishni ta'minlaydi. Dentinda esa naychalar ochiqqligi, kollagen matritsa saqlanishi va namlik nazorati hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Differensial havo-abraziv tayyorlash modeli (DAP) substrat turiga qarab abraziv tanlash va rejimni moslashtirishni nazarda tutadi. Ushbu yondashuv operatsiyadan keyingi sezuvchanlikni kamaytiradi, chekka barqarorlikni yaxshilaydi va restavratsiyalar xizmat muddatini uzaytiradi.

Shunday qilib, DAP selektiv protravkalash va intizomli adgeziv protokol bilan integratsiyada zamonaviy adgeziv restavratsiyaning ilmiy asoslangan standartini shakllantiradi.

ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Bekjanova O.E., Alimova D.M., Kayumova V.R. COVID-19 ni o'tkazgan bemorlarda karies intensivligi ko'rsatkichlari // *Dentistry Kazakhstan*. 2024; 1:44–50.
2. Borisova Z.G., Idris A.Ya. Zamonaviy stomatologiyada adgeziv tizimlarning qiyosiy tavsifi // *Stomatolog-praktik*. 2019; 1:6–7.
3. Bocharov V.S. Chaynash tishlarini restavratsiya qilish usulini tanlash mezonlari // *Novoe v stomatologii*. 2018; 3:102–104.
4. Butova V.G., Zuev M.V., Smirnova L.E. Og'iz bo'shlig'ini sanatsiya qilishning tibbiy va ijtimoiy-iqtisodiy ahamiyati // *Stomatologiya*. 2020; 1:86–88.
5. Volinskaya T.B. Parodont to'qimalari kasalliklarida hendiblasterlarda qo'llaniladigan kukunni tanlashda differensial yondashuv // *Sovremennaya stomatologiya*. 2011; 3:72–76.
6. Gazhva S.I., Demin Ya.D. Adgeziv tizimlar sohasidagi bilimlarning yangi bosqichi — amaliy stomatologiyada real yutuq // *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2017; 6:13.
7. Gvetadze R.Sh., Ryaxovskiy A.N., Muradov M.A., Chkalin V.A., Poyurovskaya I.Ya. Turli viskozitadagi kompozit materiallar plyonkasining qalinligi // *Stomatologiya*. 2020; 6:78–81.
8. Zharov I.A. Yuzaki kariesni davolashda turli havo-abraziv vositalarning tish emali mineral almashinuvi va mikrostrukturaga ta'siri: t.f.n. dissertatsiyasi avtoreferati. Voronej, 2011. – 24 b.
9. Zemskova T.S., Tixonova T.A., Tsypluxina N.A. Air-Flow tizimidagi abraziv preparatlarning klinik samaradorligini taqqoslash // *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015; 5:1282–1283.
10. Irsaliev X.I., Raxmanov X.Sh., Xanazarov D.A., Baybekov I.M. Og'iz bo'shlig'ining barer-himoya komplekslarining funksional morfologiyasi // Monografiya. 2001. – 122 b.
11. Irsaliev X.I., Raxmanov X.Sh., Xolmatov B.A., Baybekov I.M., Xabilov N.L. Tish qattiq to'qimalarining patologik yeyilishida skanerlovchi elektron mikroskopiya // *Stomatologiya*. 2002; 3–4(17–18):19–21.
12. Kamilov X.P., Bekjanova O.E., Azimova N.N. Toshkent shahridagi kattalar aholisida plombalarning klinik holati // *Dental Forum*. 2004; 1:39–44.
13. Kamilov N.X. Periimplant mukozit va dental periimplantitlarni nojarrohlik davolashning klinik-eksperimental asoslanishi: t.f.n. dissertatsiyasi avtoreferati. Toshkent davlat stomatologiya instituti. Toshkent, 2024. – 60 b.

14. Qahhorova D.J. Tishlarni kompozit material bilan restavratsiya qilishda adgeziya samaradorligini oshirishning zamonaviy jihatlari: t.f.n. dissertatsiyasi avtoreferati. Toshkent davlat stomatologiya instituti. Toshkent, 2022. – 49 b.
15. Kodzaeva Z.S., Turkina A.Yu., Doroshina V.Yu. Yorug‘lik bilan qotuvchi kompozit materiallar yordamida bajarilgan restavratsiyalarning uzoq muddatli natijalari: adabiyotlar sharhi // *Stomatologiya*. 2019; 3:117–122.
16. Krixeli N.I., Bychkova M.N., Savrasova E.V. To‘g‘ridan-to‘g‘ri kompozit restavratsiyada universal adgeziv tizimdan foydalanish // Butunrossiya stomatologik forumi materiallari (11–13.02.2021, Moskva, Rossiya) // *Rossiyskaya stomatologiya*. 2021;14(1):31–76.
17. Krixeli N.I., Bychkova M.N., Savrasova E.V. Turli travmalash texnikalarida universal adgeziv tizim va total travmalash adgeziv tizimining siljish usuli bilan aniqlangan adgezion mustahkamligini qiyosiy baholash // *Stomatologiya*. 2022;101(3):7–11.
18. Malyxina I.E., Andreeva E.A., Kaverina E.Yu., Pozdnyakov S.N., Chuev V.P. Professional og‘iz gigiyenasini o‘tkazishda AER-Klinz-Prof materiali qo‘llangan Air-Flow havo-abraziv tizimining klinik qo‘llash tajribasi // *Klinicheskaya stomatologiya*. 2018; 2:26–30.
19. Melkumyan T.V., Kakhkharova D.J., Dadamova A.D., Kamilov N.Kh., Siddikova S.Sh., Rakhmatullaeva Sh.I., Seyederfan M. Masouleh. Total-etch va self-etch adgezivlarning in vitro samaradorligini qiyosiy tahlil qilish // *International Journal of Biomedicine*. 2016; 6(4):283–286. doi:10.21103/Article6(4)OA7.
20. Melkumyan T.V., Musashaykhova Sh.K., Daurova F.Yu., Kamilov N.Kh., Sheraliyeva S.Sh., Dadamova A.D. AIR-abraziyaning dentinga kompozitning siljishdagi bog‘lanish mustahkamligiga ta’siri: in vitro tadqiqot // *International Journal of Biomedicine*. 2021;11(4):451–455. doi:10.21103/Article11(4)OA.
21. Melkumyan T.V., Seeberger G.K., Khabadze Z.S., Kamilov N.Kh., Makeeva M.K., Dashtieva M.U., Sheralieva S.Sh., Dadamova A.D. Suvda eruvchan kukunlar bilan titan dental implantlarini havo-abraziv ishlov berish: in vitro tadqiqot // *International Journal of Biomedicine*. 2022;12(3):428–432. doi:10.21103/Article12(3)OA15.
22. Melkumyan T.V., Sheraliyeva S.Sh., Dadamova A.D. Oldindan qizdirishning yorug‘likda qotuvchi plombalovchi materiallar mustahkamligiga ta’siri // “Fan va innovatsiyalar – zamonaviy konsepsiyalar” xalqaro ilmiy forum materiallari to‘plami. Moskva, 10.08.2023; 148–153-betlar.
23. Mukimov O.A., Olimov A.B. Perio-Flow usulini periimplantitni davolashda qo‘llash // *Stomatologiya*. 2018;71(2):29–32.
24. Murashkin A.S. Adgeziv stomatologiya: umumiy amaliyot shifokori nigohi // *Novoe v stomatologii*. 2018; 5:88–90.
25. Ovchinnikov I.V. Standart va gibrid olmos borlarning klinik qo‘llanish samaradorligini qiyosiy baholash // *Klinicheskaya stomatologiya*. 2019; 2:23–25.

26. Oksas N.S. Parodontning yallig‘lanish kasalliklarini kompleks davolashda kaltsiy karbonati va natriy gidrokarbonati asosidagi havo-abraziv vositalarni qo‘llashni qiyosiy baholash: t.f.n. dissertatsiyasi. Sankt-Peterburg, 2008. – 125 b.
27. AQSh patenti US 4676749 A. Stomatologik profilaktik apparat qo‘l qismi uchun nozle boshi / Mabilie Pierre; Electro Medical Systems, S.A. – Ariza US 06/706,090; 27.02.1985. – E‘lon qilingan 30.06.1987.
28. Polyanskaya L.N., Manak T.N., Sokolovskaya O.I. Tishlarni havo bilan polirovka qilish uchun kukunlarning abraziv potentsiali // *Sovremennaya stomatologiya*. 2019; 4:68–70.
29. Rusanov F.S., Poyurovskaya I.Ya., Krechina E.K., Sogachev G.V. Bo‘yin sohasidagi nuqsonlar bilan tishlarni restavratsiya qilishda material tanlash mezonlari sifatida adgeziya // *Stomatologiya*. 2015; 4:29–34.
30. Saleev R.A., Fedorova N.S., Saleeva L.R. Stomatologik sog‘liq va hayot sifati: tarixiy bosqichlar va rivojlanish istiqbollari (adabiyotlar sharhi) // *Klinicheskaya stomatologiya*. 2020; 4(96):92–98.
31. Safarov M.T. Dental implantatsiyada yallig‘lanish asoratlarning klinik-mikrobiologik tavsifi // *Stomatologiya*. 2009;1–2(39–40):30–32.
32. Stomatologik tekshiruv. Asosiy metodlar. 3-nashr. Jeneva: VOZ; 1989. – 61 b.
33. Sheraliyeva S.Sh. Tishlarni restavratsiya qilishda qizdirilgan kompozitni qo‘llashning klinik-eksperimental asoslanishi: t.f.n. dissertatsiyasi avtoreferati. Toshkent davlat stomatologiya instituti. Toshkent, 2021. – 48 b.
34. Yudina N.A., Manyuk O.N. FDI mezonlari bo‘yicha estetik restavratsiyalar sifatini baholash // *Stomatologiya*. 2020; 1:18–26.
35. Ancheta R.B., Oliveira F.G., Sundfeld R.H., Rahal V., Machado L.S., Alexandre R.S., Sundfeld M.L., Rocha E.P. Intakt dentinda total-etch adgeziv qo‘llanganda gibrid qatlam qalinligi va resin tag uzunligining mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligi bilan korrelyatsiyasi // *Acta Odontologica Latinoamericana*. 2011;24(3):272–278.
36. Anja B., Walter D., Nicoletta C., Marco F., Pezelj Ribarić S., Ivana M. Inson dentinida bir bosqichli self-etch adgezivning mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligiga havo-abraziya va sonik texnikaning ta’siri // *Scientific World Journal*. 2015;368745. doi:10.1155/2015/368745.
37. Banerjee A., Watson T.F. *Pickard’s Manual of Operative Dentistry*. 9-nashr. Oxford: OUP Oxford; 2011.
38. Barnes C.M., Covey D., Watanabe H., Simetich B., Schulte J.R., Chen H. Turli havo-polirovka kukunlarining emal va estetik restavratsion materiallarga in vitro ta’sirini taqqoslash // *Journal of Clinical Dentistry*. 2014;25(4):76–87.
39. Besting G.X., Xilger R., Fas S., Bergman P. Professional og‘iz gigiyenasi // *Stomatolog*. 2012;8:46–49.
40. Bornstein E.S. Tishning qattiq to‘qimalari lazerini qo‘llashda to‘lqin uzunligi va yetkazish tizimlari nima uchun eng muhim omillar hisoblanadi: adabiyotlar sharhi // *Compendium of Continuing Education in Dentistry*. 2003 Nov;24(11):837–843, quiz 848.

41. Caughman W.F., Rueggeberg F.A. Kompozit polimerizatsiyasiga yangi yondashuv // *Operative Dentistry*. 2002;27:636–638.
42. Cavalcante L.M.A., Peris A.R., Amaral C.M. Polimerizatsiya texnikasining kompozit restavratsiyalarda mikrooqish va mikroqattiqlikka ta'siri // *Operative Dentistry*. 2003;28:200–206.
43. Chaiyabutr Y., Kois J.C. Tishni tayyorlash va tozalash protokollarining kontaminatsiyalangan dentinga o'z-o'zidan adgeziv sementning bog'lanish mustahkamligiga ta'siri // *Operative Dentistry*. 2008;33:556–563.
44. Chan D.C., Browning W.D., Fraizer K.B., Brackett M.G. I va II sinf kompozit restavratsiyalarida “soft-start” (impuls-kechikish) polimerizatsiya texnikasining klinik bahosi // *Operative Dentistry*. 2008;33:265–271.
45. Chowdhury A.F.M.A., Saikaew P., Alam A., Sun J., Carvalho R.M., Sano H. Zamonaviy self-etch adgezivlarni ikki marta qo'llashning klinik ahamiyatli smear-layer mavjud dentinga bog'lanish ko'rsatkichlariga ta'siri // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2019;21:59–66.
46. De Cock P. Eritritolning og'iz va tizimli salomatlikdagi funksional roli // *Advances in Dental Research*. 2018;29(1):104–109. doi:10.1177/0022034517736499.
47. De Gee A.J., Kleverlaan C.J. Kompozit materiallar polimerizatsiyasida qisqarish va qisqarish stressi // *Institut stomatologii*. 2008;4:12.
48. De Munck J., Vargas M., Iracki J. Yangi self-etch adgezivlarning bor bilan ishlov berilgan emal va dentinga bir kunlik bog'lanish samaradorligi // *Operative Dentistry*. 2005;30:39–49.
49. De Munck J., Mine A., Poitevin A., Yamada T., Van Meerbeek B., Cardoso M.V. Smear-layerning self-etch adgezivlarning dentinga bog'lanishiga potensial ta'siri // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2013;15(4):317–324. doi:10.3290/j.jad.a29554.
50. De Oliveira M.T., de Freitas P.M., de Paula Eduardo C., Ambrosano G.M., Giannini M. Diamond sono-abraziya, havo-abraziya va Er:YAG lazer nurlanishining turli adgeziv tizimlarning dentinga bog'lanishiga ta'siri // *European Journal of Dentistry*. 2007;1(3):158–166.
51. Inaki G. Tetric EvoCeram kompozitini old tishlarni tiklashda qatlamma-qatlam qo'llash texnikasi // *Novoe v stomatologii*. 2008;1:60–71.
52. Drago L., Bortoli M., Taschieri S., De Vecchi E., Agrappi S., Del Fabbro M., Francetti L.A., Mattina R. Eritritol/xlorheksidin kombinatsiyasi titan yuzalarda mikrobial biofilmni kamaytiradi va uning hosil bo'lishini oldini oladi (in vitro) // *Journal of Oral Pathology and Medicine*. 2016;46(8):125–136.
53. Ermis R.B., De Munck J., Cardoso M.V., Coutinho E., Van Landuyt K.L., Poitevin A. Uch xil olmos bor bilan tayyorlangan dentinda self-etch

- adgezivlarning bog‘lanish mustahkamligi // *Dental Materials*. 2008;24:978–985.
54. Feitosa V.P., Sauro S., Ogliari F.A., Ogliari A.O., Yoshihara K., Zanchi C.H. Funktsional monomerlarning gidrofilligi va spacer zanjir uzunligining bog‘lanishga ta’siri // *Dental Materials*. 2014;30:e317–e323.
 55. Finer Y., Santerre J.P. So‘lak esteraza faolligi va uning dental kompozitlarning biodegradatsiyasi bilan bog‘liqligi // *Journal of Dental Research*. 2004;83:22–26.
 56. Fleming G.J., Cara R.R., Palin W.M., Burke F.J. “Soft-start” polimerizatsiya protokoli bilan qotirilgan rezin asosli materiallar bilan tiklangan premolyarlarda kuspal siljish va mikrooqish // *Dental Materials*. 2007;23:637–643.
 57. Fossdal P. Restavratsiyaga umumiy yondashuv // *Novoe v stomatologii*. 2008;7:50–66.
 58. Foxton R.M. Dental adgeziya bo‘yicha zamonaviy qarashlar: dentinga chuqur kirgan kariyoz o‘choqlarni bioaktiv va adgeziv to‘g‘ridan-to‘g‘ri restavratsion materiallar bilan boshqarish konsepsiyalari // *Journal of Dental Science Review*. 2020;56(1):208–215.
 59. Frassetto A., Breschi L., Turco G., Marchesi G., Di Lenarda R., Tay F.R., Pashley D.H., Cadenaro M. Adgeziv stomatologiyada gibril qatlam degradatsiyasi mexanizmlari va bog‘lanish barqarorligini oshiruvchi terapevtik vositalar: adabiyotlar sharhi // *Dental Materials*. 2016;32(2):41–53.
 60. Gamborena I. Tetric EvoCeram kompozitini qatlamma-qatlam qo‘llash texnikasi // *Novoe v stomatologii*. 2008;1:60–61.
 61. Giannini M., Makishi P., Ayres A.P., Vermelho P.M., Fronza B.M., Nikaido T., Tagami J. Self-etch adgeziv tizimlari: adabiyotlar sharhi // *Brazilian Dental Journal*. 2015;26(1):3–10.
 62. Goppert M. Estetika va funksiyaning o‘zaro munosabati // *Novoe v stomatologii*. 2010;2:44–70.
 63. Hass V., Abuna G., Pinheiro Feitosa V., Martini E.C., Sinhoreti M.A., Furtado Carvalho R. Turli uglerod zanjiri uzunligi va gidrofillikka ega kislotali funksional monomerlar bilan self-etch emal bog‘lanishi // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2017;19:497–505.
 64. Hashimoto M., Ito S., Tay F.R., Svizero N.R., Sano H., Kaga M., Pashley D.H. Bog‘lanish vaqtida va undan keyin rezin-dentin interfeysi orqali suyuqlik harakati // *Journal of Dental Research*. 2004;83(11):843–848.
 65. Hashino E., Kuboniwa M., Alghamdi S.A. Eritritol *Streptococcus gordonii* va *Porphyromonas gingivalis*dan tashkil topgan biofilm mikrostrukturasi va metabolomik profilini o‘zgartiradi // *Molecular Oral Microbiology*. 2013;28:435–451.

66. Hegde V.S., Khatavkar R.A. Konservativ stomatologiyada yangi yo‘nalish: havo-abraziya // *Journal of Conservative Dentistry*. 2010;13(1):4–8.
67. Heikkinen T.T., Lassila L.V., Matinlinna J.P., Vallittu P.K. Ishchi havo bosimining tribokimyoviy silika-qoplamaga ta’siri // *Acta Odontologica Scandinavica*. 2007;65:241–248.
68. Heimann J., Jahn B. Funktsional restavratsiya // *Novoe v stomatologii*. 2009;6:6–21.
69. Hellyer P. Kompozit restavratsiyalarning uzoq muddatli xizmat muddati // *British Dental Journal*. 2022;232(7):459.
70. Hoeft K.S., Barker J.C., Shiboski S. Contra Caries og‘iz salomatligi ta’lim dasturining ispan tilida so‘zlashuvchi ota-onalarda profilaktik bilim va xulq-atvorni yaxshilashdagi samaradorligi // *Community Dentistry and Oral Epidemiology*. 2016;44(6):564–576.
71. Huang X.Q., Pucci C.R., Luo T., Breschi L., Pashley D.H., Niu L.N. “Kutmasdan” dentin self-etch konsepsiyasi: afzallikmi yoki marketingmi? // *Journal of Dentistry*. 2017;62:54–63.
72. Iaria G. Restavratsion stomatologiyada Er:YAG va Er,Cr:YSGG lazerlaridan foydalanishning klinik, morfologik va ultrastruktur jihatlari // *General Dentistry*. 2008;56(7):636–639.
73. Inoue H., Inoue S., Uno S., Takahashi A., Koase K., Sano H. Bor bilan ishlov berilgan dentinda ikki bir bosqichli adgeziv tizimning mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligi // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2001;3:129–136.
74. Inoue S., Vargas M.A., Abe Y. O‘n bir zamonaviy adgezivning emalga mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligi // *American Journal of Dentistry*. 2003;16:329–334.
75. Inoue S., Koshiro K., Yoshida Y., De Munck J., Nagakane K., Suzuki K. Self-etch adgezlarning dentinga bog‘langandan keyingi gidrolitik barqarorligi // *Journal of Dental Research*. 2005;84:1160–1164.
76. Irmak Ö., Yaman B.C., Orhan E.O., Ozer F., Blatz M.B. Self-etch rejimida qo‘llangan universal adgezlarda surtish kuchi kattaligining bog‘lanish mustahkamligiga ta’siri // *Dental Materials*. 2018;37:139–145.
77. Jain P., Pershing A. Yuqori intensivlikdagi va bosqichma-bosqich kuchayuvchi yorug‘lik manbalari bilan kompozitlarning qotish chuqurligi // *Journal of the American Dental Association*. 2003;134:1215–1223.
78. Johnson King O., Milly H., Boyes V., Austin R., Festy F., Banerjee A. Havo-abraziyaning sog‘lom emalning kislotaga sezgirligiga ta’siri // *Journal of Dentistry*. 2016;46:36–41.

79. Karring T., Al-Mubarak S.A., Gadeng F.D. Har 3 oyda professional tozalash kariyes kamayishiga olib keladimi? // *International Dental Journal*. 2008;58(3):351–356.
80. Kofford K.R., Wakefield C.W., Murchison D.F. Alyuminiy oksid havobraziya zarrachalari: bakteriologik va SEM tadqiqot // *Quintessence International*. 2001;32(3):243–248.
81. Koshiro K., Sidh S.K., Inoue S. Rezin-dentin interfeys adgeziyasining yangi konsepsiyasi: nano-interaksiya zonasi // *Journal of Biomedical Materials Research*. 2006;77:401–408.
82. Kröger J.C., Haribyan M., Nergiz I., Schmager P. Eritritol kukuni bilan havopolirovkaning dentin yoʻqotilishiga in vitro taʼsiri // *Journal of Indian Society of Periodontology*. 2020;24(5):433–440.
83. Kruse A.B., Akakpo D.L., Maamar R., Woelber J.P., Al-Ahmad A., Vach K., Ratka-Krueger P. Parodontal saqlov terapiyasida subgingival havopolirovka uchun trehaloza kukuni: randomizatsiyalangan nazoratli tadqiqot // *Journal of Periodontology*. 2019;90(3):263–270.
84. Levartovsky S., Ferdman B., Safadi N., Hanna T., Dolev E., Pilo R. Silikamodifikatsiyalangan alyuminiy oksid abrazivining dentinga total-etch va self-etch tizimlar bilan adgeziyaga taʼsiri // *Polymers*. 2023;15(2):446.
85. Loguercio A.D., Muñoz M.A., Luque-Martinez I., Hass V., Reis A., Perdigão J. Universal adgezivlarni self-etch rejimida emalga faol surtish ularning samaradorligini oshiradimi? // *Journal of Dentistry*. 2015;43:1060–1070.
86. Mancuso E., Comba A., Mazzitelli C., Maravic T., Josic U., Del Bianco F. Tajribaviy sirkoniy oksinitrat travmalovchi yordamida dentinga bogʻlanish // *Journal of Dentistry*. 2021;108:103641.
87. Maupome G., Aguirre-Zero O., Westerhold C. Meksikalik-amerikalik kattalar va oʻsmirlarning ogʻiz gigiyenasi amaliyotlariga sifat jihatdan tavsif // *Journal of Public Health Dentistry*. 2015;75(2):93–100.
88. Mazzoni A., Scaffa P., Carrilho M., Tjäderhane L., Di Lenarda R., Polimeni A. Etch-and-rinse va self-etch adgezivlarning dentin MMP-2 va MMP-9 ga taʼsiri // *Journal of Dental Research*. 2013;92:82–86.
89. Mine A., De Munck J., Cardoso M.V., Van Landuyt K.L., Poitevin A., Van Ende A. Self-etch adgeziv interfeysida dentin smear-layer qoldiqlari // *Dental Materials*. 2014;30:1147–1153.
90. Mjör I.A., Shen C., Eliasson S.T. Islandiyada umumiy stomatologik amaliyotda restavratsiyalarni qoʻyish va almashtirish // *Operative Dentistry*. 2003;27:117–123.

91. Moëne R., Décaillot F., Andersen E., Mombelli A. Yangi havo-polirovka qurilmasi yordamida subgingival blyashkani olib tashlash // *Journal of Periodontology*. 2010;81(1):79–88.
92. Moritake N., Takamizawa T., Ishii R., Tsujimoto A., Barkmeier W., Latta M. Universal adgezivlarda faol qo'llash usulining bog'lanish barqarorligiga ta'siri // *Operative Dentistry*. 2019;44:188–199.
93. Motisuki S., Lima L.M., Bronzi E.S. Alyumina kukunining kariyoz dentinni olib tashlashdagi samaradorligi // *Operative Dentistry*. 2006;31(3):371–376.
94. Mount G.J. Minimal invaziv stomatologiya: II tip lokalizatsiyadagi kariyoz shikastlanishlar // *Novoe v stomatologii*. 2005;6:106–112.
95. Müller N., Moene R., Cancela J.A., Mombelli A. Parodontal saqlov davrida eritritol bilan subgingival havo-polirovka // *Journal of Clinical Periodontology*. 2014;41:883–889.
96. Nagarkar S., Theis-Mahon N., Perdigão J. Universal dental adgezivlar: hozirgi holat, laborator sinovlar va klinik samaradorlik // *Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials*. 2019;107:2121–2131.
97. Olerud E., Hagman-Gustavsson M.L., Gabre Olerud E.P. O'rta kattalikdagi Shvetsiya shahrida yoshi katta immigrantlarda og'iz salomatligi holati // *Special Care in Dentistry*. 2016;36(6):328–334.
98. Oliveira S.S.A., Pugach M.K., Hilton J.F., Watanabe L.G., Marshall S.J., Marshall G.W. Total-etch tizimida dentin interfeysining xususiyatlari // *Dental Materials*. 2003;19:758–767.
99. Ouchi H., Takamizawa T., Tsubota K., Tsujimoto A., Imai A., Barkmeier W.W. Alyumina-blastingning universal adgezivlar va tish to'qimalari o'rtasidagi bog'lanish barqarorligiga ta'siri // *Operative Dentistry*. 2020;45:196–208.
100. Pashley D.H., Tay F.R., Breschi L., Tjäderhane L., Carvalho R.M., Carrilho M., Tezvergil-Mutluay A. Etch-and-rinse adgezivlarining zamonaviy holati // *Dental Materials*. 2011;27(1):1–16.
101. Perdigão J., Lopes M. Travmalash vaqtining dentin demineralizatsiyasiga ta'siri // *Quintessence International*. 2001;32:19–26.
102. Peutzfeldt A., Asmussen E. Rezina kompozitlarda in vitro sharoitda hosil bo'ladigan chet tirqishlarining determinantlari // *Journal of Dentistry*. 2004;32:109–115.
103. Rafique S., Fiske J., Banerjee A. Tishlarni restavratsion davolashda havo-abraziya/kimyo-mexanik operativ usulni klinik sinovdan o'tkazish // *Caries Research*. 2003;37:360–364.
104. Saikaew P., Matsumoto M., Sattabanasuk V., Harnirattisai C., Carvalho R.M., Sano H. Turli preparatsiya va ishlov berishlardan so'ng dentin yuzalarining

- ultra-morfologik xususiyatlari // *European Journal of Oral Sciences*. 2020;128:246–254.
105. Saikaew P., Chowdhury A., Sattabanasuk V., Srimaneekarn N., Teanchai C., Carvalho R.M. Faol qo‘llash rejimida bor bilan ishlov berilgan dentinga self-etch adgezivlarning bog‘lanish samaradorligi // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2021;23:357–365.
 106. Saikaew P., Sattabanasuk V., Harnirattisai C., Chowdhury A.F.M.A., Carvalho R., Sano H. Adgeziv stomatologiyada smear-layerning roli va bog‘lanish samaradorligini oshirishga qaratilgan klinik qo‘llanmalar // *Japanese Dental Science Review*. 2022;58:59–66.
 107. Sano H., Chowdhury A.F.M.A., Saikaew P., Matsumoto M., Hoshika S., Yamauti M. Mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligi testi: tarixiy asoslari va adgeziya sinovlarida qo‘llanilishi // *Japanese Dental Science Review*. 2020;56:24–31.
 108. Sardella T.N., de Castro F.L., Sanabe M.E., Hebling J. Birlamchi dentinni travmalash vaqtini qisqartirish va uning bog‘lanish mustahkamligiga ta’siri // *Journal of Dentistry*. 2005;33:355–362.
 109. Sattabanasuk V., Vachiramon V., Qian F., Armstrong S.R. Turli yuzani tayyorlash usullariga bog‘liq holda rezin–dentin bog‘lanish mustahkamligi // *Journal of Dentistry*. 2007;35:467–475.
 110. Sato T., Takagaki T., Baba Y., Vicheva M., Matsui N., Hiraishi N. Turli tish konditsionerlarining universal self-etch adgezivning dentinga bog‘lanishiga ta’siri // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2019;21:77–85.
 111. Sauro S., Watson T.F., Thompson I., Banerjee A. Poliakril kislotasi saqllovchi bioaktiv shisha bilan havo-abraziya qilingan dentinga qo‘llangan bir flakonli self-etch adgezivlar: in vitro mikrocho‘zilishdagi bog‘lanish mustahkamligi va konfokal mikroskopiya tadqiqoti // *Journal of Dentistry*. 2012;40(11):896–905.
 112. Semeraro S., Mezzanzanica D., Spreafico D., Gagliani M., Re D., Tanaka T. Turli borlar bilan silliqlashning self-etch adgezivlarning bog‘lanish mustahkamligiga ta’siri // *Operative Dentistry*. 2006;31:317–323.
 113. Spagnuolo G., Pires P.M., Calarco A., Peluso G., Banerjee A., Rengo S., Elias Boneta A.R., Sauro S. Havo-abraziya bioaktiv shishalarining dental adgeziya, sitotoksiklik va odontogen gen ekspressiyasiga ta’sirini o‘rganishga bag‘ishlangan in vitro tadqiqot // *Dental Materials*. 2021;37(11):1734–1750.
 114. Suyama Y., Lührs A.K., De Munck J., Mine A., Poitevin A., Yamada T., Van Meerbeek B., Cardoso M.V. Self-etch adgezivlarning dentinga bog‘lanishida smear-layerning potensial aralashuvi // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2013;15(4):317–324.

115. Lin T., Aoki A., Saito N., Yumoto M., Nakajima S., Nagasaka K., Ichinose S., Mizutani K., Wada S., Izumi Y. O'rta infraqizil diapazondagi sozlanadigan nanosekund impulsli Cr:CdSe lazer yordamida tish qattiq to'qimalarini ablatsiya qilish // *Lasers in Surgery and Medicine*. 2016;48(10):965–977.
116. Takamizawa T., Barkmeier W.W., Tsujimoto A., Suzuki T., Scheidel D.D., Erickson R.L. Self-etch adgezivlarning dentinga charchoqqa chidamliligiga turli oldindan travmalash vaqtlarining ta'siri // *European Journal of Oral Sciences*. 2016;124:210–218.
117. Tastepe C.S., Lin X., Donnet M. Titan implant yuzalarida subgingival havo-polirovkaning tozalash samaradorligini oshiruvchi parametrlar: in vitro tadqiqot // *Journal of Periodontology*. 2015;25:1–16.
118. Tay F.R., Sano H., Carvalho R., Pashley E.L., Pashley D.H. Self-etch primerlar kislotaliligi va smear-layer qalinligining intakt dentinga bog'lanishga ta'siri: ultrastruktur tadqiqot // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2000;2:83–98.
119. Tay F.R., Pashley D.H., Yoshiyama M. Bir bosqichli adgezivlarda nanosizishning ikki xil ifodalanish mexanizmi // *Journal of Dental Research*. 2002;81:472–476.
120. Thanatvarakorn O., Prasansuttiporn T., Takahashi M., Thittaweerat S., Foxton R.M., Ichinose S. Yengil self-etch adgezivlar bilan ishqalash texnikasining dentin bog'lanish mustahkamligi va nanosizishga ta'siri // *Journal of Adhesive Dentistry*. 2016;18:197–204.
121. Uno S., Tanaka T., Natsuizaka A., Abo T. Intensivligi o'zgaruvchan yangi yorug'lik manbai yordamida sekin qotirishning kavita devorlariga moslashuvga ta'siri // *Dental Materials*. 2003;19:147–152.
122. Van Meerbeek B., Vargas S., Inoue S. Saqlovchi stomatologiyani rivojlantirishda adgezivlar va sementlar // *Operative Dentistry*. 2001;26:119–144.
123. Van Meerbeek B., De Munck J., Yoshida Y. Buonokore xotira ma'ruzasi: emal va dentinga adgeziya – hozirgi holat va kelajakdagi muammolar // *Operative Dentistry*. 2003;28:215–235.
124. Van Meerbeek B., Yoshihara K., Yoshida Y., Mine A., De Munck J., Van Landuyt K.L. Self-etch adgezivlarning zamonaviy holati // *Dental Materials*. 2011;27(1):17–28.
125. Lima V.P., Soares K., Caldeira V.S., Faria-e-Silva A.L., Loomans B., Moraes R.R. Havo-zarracha abraziyasi va dentin bog'lanishi: tizimli sharh va meta-tahlil // *Operative Dentistry*. 2021;46(1):E21–E33.
126. Wang Y., Spencer P. Differensial bo'yash usuli yordamida adgeziv–dentin bog'lanish interfeys xususiyatlariga kislota bilan travmalash vaqti va texnikasining ta'siri // *European Journal of Oral Sciences*. 2004;112:293–299.

127. Yazici A.R., Ozgünaltay G., Dayangac B. Inson dentinida turli kariyesni olib tashlash usullarining skanerlovchi elektron mikroskopik tadqiqoti // *Operative Dentistry*. 2002;27:360–366.
128. Yoshida Y., Nagakane K., Fukuda R. Funktsional monomerlarning adgeziv samaradorligini qiyosiy o‘rganish // *Journal of Dental Research*. 2004; 83:454–458.