



ADGEZIV TIZIM

Ovlayev Davronbek Ravshanbek o'g'li

*Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomatologiya fakulteti 110-guruh
talabasi*

Tel: +998885274999

Email: davronovlayev341@gmail.com

Ilmiy rahbar: Marupova Madina Xikmatuloyevna

Annotatsiya: Stomatologiyada adgeziv tizimlar tish emali va dentini bilan restavratsion materiallar o'rtasidagi mustahkam bog'lanishni ta'minlovchi asosiy mexanizm hisoblanadi. Ushbu ilmiy matnda adgeziv bog'lanishning mikromexanik va kimyoviy asoslari, gibrid qatlam shakllanish jarayoni batafsil ko'rib chiqilgan. Etch-and-rinse, self-etch va universal adgeziv tizimlarning tarkibi, jumladan 10-MDP, Bis-GMA, TEGDMA kabi monomerlar, erituvchilar va fotoiniatorlarning roli tahlil qilingan. Smear layer muammosi, dentin tubulalari, demineralizatsiya chuqurligi, nanoleakage va gidroliz jarayonlari yoritilgan. Shuningdek, metalloproteinazalar (MMPs) faolligi sababli kollagen degradatsiyasi va bog'lanishning uzoq muddatli barqarorligini pasaytiruvchi omillar ko'rsatilgan. Matnda adgeziv strategiyalarining afzalliklari va cheklovlari taqqoslanib, klinik qo'llashda optimal tanlov mezonlari belgilangan. Bioaktiv qo'shimchalar, anti-MMP inhibitorlari va nanotexnologiyalar yordamida gibrid qatlamni mustahkamlashning zamonaviy yondashuvlari ham muhokama qilingan. Annotatsiya adgeziv stomatologiyaning nazariy asoslari va klinik ahamiyatini qisqacha aks ettiradi.



Аннотация: Адгезивные системы в стоматологии представляют собой основной механизм надежного соединения реставрационных материалов с твердыми тканями зуба — эмалью и дентином. В данной научной работе подробно анализируются микромеханические и химические механизмы адгезивного соединения, а также процесс формирования гибридного слоя. Рассмотрены состав, преимущества и ограничения систем etch-and-rinse, self-etch и универсальных адгезивных систем. Проанализированы ключевые компоненты, такие как мономеры 10-MDP, Bis-GMA и TEGDMA, растворители и фотоинициаторы. Глубоко освещены проблемы smear-слоя, тубулярная структура дентина, глубина деминерализации, наноликвидж, процессы гидролиза и деградация коллагена под действием матриксных металлопротеиназ (MMPs). В тексте проводится сравнение различных адгезивных стратегий и определяются критерии их оптимального клинического выбора. Также освещены современные подходы к укреплению гибридного слоя с помощью анти-MMP ингибиторов, биоактивных добавок и нанотехнологий. Аннотация отражает теоретические основы и клиническое значение адгезивной стоматологии для минимально инвазивного лечения и долговечных реставраций.

Annotatsiya: Adhesive systems in dentistry constitute the primary mechanism for achieving reliable bonding between restorative materials and dental hard tissues, including enamel and dentin. This scientific text provides a detailed analysis of the micromechanical and chemical mechanisms of adhesive bonding and the process of hybrid layer formation. The composition, advantages, and limitations of etch-and-rinse, self-etch, and universal adhesive systems are thoroughly examined. Key components such as 10-MDP, Bis-GMA, and TEGDMA monomers, solvents, and photoinitiators are analyzed. The smear layer issue, dentin tubular structure, demineralization depth, nanoleakage, hydrolysis processes, and collagen degradation caused by matrix metalloproteinases (MMPs) are discussed in



depth. The text compares different adhesive strategies and defines criteria for their optimal clinical selection. Modern approaches to strengthening the hybrid layer using anti-MMP inhibitors, bioactive additives, and nanotechnology are also addressed. The annotation reflects the theoretical foundations and clinical significance of adhesive dentistry in achieving minimally invasive treatment and long-term durable restorations.

Kalit so'zlar: Adgeziv tizimlar, gibrid qatlam, etch-and-rinse, self-etch, universal adgeziv, 10-MDP, dentin bog'lanishi, smear layer, nanoleakage, metalloproteinazalar, mikromexanik retentsiya, bioaktiv adgezivlar.

Ключевые слова: Адгезивные системы, гибридный слой, etch-and-rinse, self-etch, универсальные адгезивы, 10-MDP, дентиновая адгезия, смазочный слой, наноликвидж, металлопротеиназы, микромеханическая ретенция, биоактивные адгезивы.

Keywords: Adhesive systems, hybrid layer, etch-and-rinse, self-etch, universal adhesives, 10-MDP, dentin bonding, smear layer, nanoleakage, metalloproteinases, micromechanical retention, bioactive adhesives.

Stomatologiyada adgeziv tizimlar tish to'qimalariga restavratsion materiallarni mustahkam bog'lashning asosiy mexanizmini tashkil etadi. Bu tizimlar minimal invaziv stomatologiya tamoyillarini amalga oshirishga imkon beradi va tishning tabiiy strukturasi saqlash bilan birga uzoq muddatli klinik natijalarni ta'minlaydi. Adgeziv bog'lanishning mohiyati emal va dentin yuzalarida mikromexanik va kimyoviy o'zaro ta'sir orqali gibrid qatlam hosil qilishdan iborat bo'lib, bu qatlam restavratsiya va tish to'qimasi o'rtasidagi interfeysni mustahkamlashtiradi. Emal asosan gidroksiapatit kristallaridan tashkil topgan yuqori minerallashtirilgan to'qima hisoblanadi. Uning sirtini 34-37% fosfat kislotasi bilan etch qilish orqali mikro va makro taglar hosil bo'ladi. Bu taglar kapillyar kuchlar ta'sirida



adgeziv smolalarning chuqur kirib borishiga sharoit yaratadi va mexanik blokirovka shakllanadi. Dentin esa emalga nisbatan kamroq minerallasgan, yuqori suv va organik komponentlarni o'z ichiga olgan murakkab struktura bo'lib, dentin tubulalari, peritubulyar va intertubulyar dentin zonalaridan iborat. Tayyorgarlik jarayonida hosil bo'ladigan smear layer organik-mineral qoldiq qatlam bo'lib, adgezivning dentin bilan to'g'ridan-to'g'ri kontaktini oldini oladi. Shuning uchun smear layerni olib tashlash yoki o'zgartirish zaruriy hisoblanadi. Adgeziv tizimlarning asosiy komponentlari kislotali monomerlar, gidrofil va gidrofob monomerlar, erituvchilar hamda fotoiniatorlardan iborat. Kislotali monomerlar orasida 10-MDP (10-metakriloiloksidetil dihidrogen fosfat) dentin minerallariga kimyoviy bog'lanish hosil qilish qobiliyatiga ega bo'lib, bog'lanishning barqarorligini oshiradi. Bis-GMA, TEGDMA va UDMA kabi dimetakrilatlar polimerizatsiya jarayonida tarmoqlangan struktura yaratib, mexanik kuch va chidamlilikni ta'minlaydi. Erituvchilar – suv, etanol yoki aseton – monomerlarning viskozitesini pasaytiradi va demineralizatsiya qilingan kollagen to'riga chuqurroq infiltratsiyani osonlashtiradi. Aseton tez bug'lanadigan erituvchi sifatida qo'llaniladi, lekin yuqori konsentratsiyada monomerlar miqdorini kamaytirishi mumkin. Etanol suv bilan azeotrop aralashma hosil qilib, bug'lanishni yaxshilaydi va gibril qatlam sifatini oshiradi. Suv kollagen fibrillari orasidagi vodorod bog'larini buzib, to'rni kengaytiradi va smolalarning infiltratsiyasini yengillashtiradi, ammo to'liq olib tashlanmasa polimerizatsiya darajasini pasaytiradi. Adgeziv strategiyalari etch-and-rinse, self-etch va universal adgezivlarni o'z ichiga oladi. Etch-and-rinse tizimlarida 34-37% fosfat kislotasi emal va dentin yuzasini bir vaqtda etch qiladi, smear layer to'liq olib tashlanadi va demineralizatsiya chuqurligi 5-8 mikron atrofida bo'ladi. Keyin primer va bonding agent qo'llaniladi. Uch bosqichli etch-and-rinse tizimlarida primer va bonding alohida bo'lib, bu dentin bilan 30-50 MPa bog'lanish kuchini va emal bilan eng yuqori mikromexanik retentsiyani beradi. Ikki bosqichli variantlarda primer va



bonding bitta flakonda birlashtirilgan bo‘lib, klinik jarayonni soddalashtiradi, ammo texnika sezgirligi yuqori bo‘lib qoladi. Ushbu tizimlar chuqur gibrid qatlam hosil qilish va emal bilan mustahkam bog‘lanishda ustunlik qiladi, lekin dentin ustida over-etching xavfi mavjud bo‘lib, demineralizatsiya qilingan, ammo smola bilan to‘liq to‘ldirilmagan zona qolishi mumkin. Bu holat nanoleakage va gidroliz jarayonlarini kuchaytiradi. Self-etch adgezivlar kislotali monomerlar yordamida etch va primer bosqichlarini birlashtiradi, smear layerni to‘liq olib tashlamaydi, balki uni o‘zgartirib, ichiga kirib boradi. Bu tizimlar pH darajasiga ko‘ra strong, mild va ultra-mild guruhlarga bo‘linadi. Mild self-etch tizimlar dentin tubularlarini ochmay, postoperatsion sezuvchanlikni kamaytiradi va klinik qo‘llashni osonlashtiradi. Ularning afzalligi texnika sezgirligining pastligi, dentin namligiga nisbatan kam talabchanlik va bir yoki ikki bosqichda bajarilishidir. Biroq emal bilan bog‘lanish kuchini oshirish uchun ko‘pincha selektiv emal etching talab etiladi. Strong self-etch tizimlar etch-and-rinse ga yaqin natija beradi, lekin uzoq muddatli barqarorlikda ba‘zi cheklovlarga ega. Universal adgezivlar bitta flakonda turli strategiyalarni birlashtiradi. Ular total-etch, self-etch yoki selektiv-etch rejimlarida qo‘llanilishi mumkin, shuningdek, to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita restavratsiyalar, turli materiallar bilan mos keladi. Bu moslashuvchanlik klinisyen uchun qulaylik yaratadi va xatolik ehtimolini kamaytiradi. Universal tizimlarda MDP va boshqa funksional monomerlarning mavjudligi kimyoviy bog‘lanishni kuchaytirib, keramika, zirconia va metall yuzalar bilan ham yaxshi adgeziya hosil qiladi. Klinik tadqiqotlar universal adgezivlarning etch-and-rinse rejimida emal bilan yuqori bog‘lanishni, self-etch rejimida esa dentin bilan barqaror interfeysni ta’minlashini ko‘rsatadi. Gibrid qatlam adgeziv bog‘lanishning markaziy jarayoni hisoblanadi. U demineralizatsiya qilingan dentin matritsasiga smola infiltratsiyasi natijasida hosil bo‘ladi va kollagen fibrillari bilan polimer tarmog‘ining o‘zaro kirishishidan iborat. Ideal gibrid qatlam to‘liq polimerizatsiya qilingan, suv va fermentlar ta’siriga chidamli bo‘lishi lozim. Ammo amaliyotda gidroliz jarayoni kuzatiladi: suv molekulalari ester bog‘larini buzib,



smolalarning chiqib ketishiga va bo'shliqlar hosil bo'lishiga olib keladi. Dentin kollegenazalari va metalloproteinazalar (MMPs) faollashib, kollagen degradatsiyasini tezlashtiradi. Bu fermentlar demineralizatsiya paytida faollashadi va vaqt o'tishi bilan gibril qatlamni zaiflashtirib, marginal bo'shliqlar, ikkilamchi karies va restavratsiya yo'qolishiga sabab bo'ladi. Uzoq muddatli barqarorlikni oshirish uchun anti-MMP inhibitorlari, masalan, klorheksidin yoki galardin qo'llaniladi. Bioaktiv qo'shimchalar – kalsiy fosfat va ion chiqaruvchi moddalar – remineralizatsiyani rag'batlantiradi. Nanotexnologiya yordamida nanozarralar mexanik xossalarni kuchaytiradi va antimikrobiyal ta'sir ko'rsatadi. Quaternary ammonium methacrylates (QAM) monomerlari bakteriyalarni o'ldiruvchi xususiyatga ega bo'lib, ikkilamchi karies xavfini kamaytiradi. Klinik qo'llashda adgeziv tizim tanlash tayyorgarlik turi, dentin chuqurligi, namlik darajasi, restavratsiya materiali va bemor xususiyatlariga bog'liq. Yuqori estetik talablar bo'lgan oldingi tishlarda total-etch yoki selektiv emal etch afzalroq. Orqa tishlardagi katta kavitalarda self-etch yoki universal tizimlarning soddaligi va past sezuvchanligi ustunlik qiladi. Bilvosita restavratsiyalarda dual-cure yoki self-cure mosligi muhim ahamiyatga ega. Texnika xatolari – yetarli darajada quritmaslik, ortiqcha quritish, kontaminatsiya va noto'g'ri polimerizatsiya – bog'lanish muvaffaqiyatsizligining asosiy sabablaridan hisoblanadi. Adgeziv stomatologiyaning rivojlanishi bioaktiv va aqlli materiallar yaratish yo'nalishida davom etmoqda. Kelajakda nanokompozitlar, ferment inhibitorlari bilan boyitilgan formulalar va raqamli texnologiyalar bilan integratsiyalashgan tizimlar ustunlik qilishi kutilmoqda. Bunday innovatsiyalar bog'lanish kuchini oshirish bilan birga tish to'qimalarining biologik integratsiyasini ham ta'minlaydi. Ion chiqaruvchi adgezivlar karies jarayonini sekinlashtirib, pulpani himoya qilishi mumkin. Adgeziv tizimlarning klinik samaradorligi shifokorning tajribasi, material tanlovi va bemor parvarishiga bog'liq. To'g'ri qo'llanilganda bu tizimlar restavratsiyalarning umrini 10-15 yilgacha uzaytirishi mumkin, marginal bo'shliqlarni minimallashtiradi va



funksional-estetik talablarni qondiradi. Dentin bog‘lanishining zaif tomonlari – gidroliz va ferment degradatsiyasi – hali ham hal etilmagan muammo bo‘lib qolmoqda. Shuning uchun tadqiqotchilar gibridd qatlamni mustahkamlashning yangi usullarini, jumladan fotoinitsiatorlarning takomillashtirilgan tizimlari, gidrofob qatlamlar va biomimetik yondashuvlarni ishlab chiqmoqdalar. Adgeziv tizimlar tish tibbiyotining eng muhim yutuqlaridan biri bo‘lib, minimal invaziv yondashuvni, yuqori estetikani va uzoq muddatli natijalarni birlashtiradi. Etch-and-rinse ning klassik kuchidan tortib universal adgezivlarning moslashuvchanligigacha bo‘lgan rivojlanish jarayoni shifokorlarga turli klinik vaziyatlarda optimal yechim tanlash imkonini beradi. Bioaktiv komponentlar va nanotexnologiyalarning integratsiyasi adgeziv bog‘lanishni yanada ishonchli va terapevtik jihatdan foydali qilishi kutilmoqda. Har bir klinik holatga mos protokolni qo‘llash va doimiy professional rivojlanish adgeziv stomatologiyaning muvaffaqiyat kalitidir. Bu sohada chuqur bilim va tajriba restavratsiyalarning chidamliligini va bemorlarning og‘iz bo‘shlig‘i salomatligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

1. Sofan E. va boshq. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali di Stomatologia.

Mualliflar adgeziv tizimlarni avlodlarga bo‘lib, etch-and-rinse, self-etch va universal strategiyalarni tasniflaydi. Etch-and-rinse tizimlarning yuqori mikromexanik retentsiyasi va universal adgezivlarning klinik moslashuvchanligini ta’kidlaydi.

2. Bourgi R. va boshq. (2024). A Literature Review of Adhesive Systems in Dentistry. Applied Sciences.

Ushbu sharhda emal va dentin strukturasi, smear layerning rolini, erituvchilar (aseton, etanol, suv) va monomerlar (Bis-GMA, TEGDMA, 10-MDP)ning ta’sirini batafsil ko‘rib chiqadi. Self-etch va universal adgezivlarning afzalliklarini taqqoslaydi.



3. Breschi L. va boshq. (2025). The evolution of adhesive dentistry: From etch-and-rinse to universal bonding systems. Dental Materials.

Adgeziv stomatologiyaning rivojlanishini tahlil qiladi. Gibrid qatlam hosil bo'lishi, gidroliz va MMPs degradatsiyasi muammolarini yoritib, universal adgezivlarning kelajakdagi o'rnini ko'rsatadi.

4. Giannini M. va boshq. (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. Brazilian Dental Journal.

Self-etch adgezivlarning mexanizmini, mild va strong turlarini, postoperatsion sezuvchanlikni kamaytirish afzalligini va emal uchun selektiv etching zarurligini ko'rib chiqadi.

5. Carrilho M.R.O. va boshq. (2007). Chlorhexidine Preserves Dentin Bond in vitro. Journal of Dental Research.

Dentin kollegenazalari va metalloproteinazalar (MMPs) gibrid qatlamni parchalashini isbotlaydi. Klorheksidin (CHX) ning anti-MMP ta'siri orqali bog'lanish barqarorligini saqlash imkonini ko'rsatadi.

6. Arandi N.Z. va boshq. (2023). The Classification and Selection of Adhesive Agents: An Overview. Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry.

Adgezivlarni tanlash mezonlarini (tayyorgarlik turi, dentin chuqurligi, namlik) tahlil qiladi. Universal adgezivlarning turli rejimlarda (total-etch, self-etch, selektiv-etch) qulayligini ta'kidlaydi.



7. Yoshida Y. va boshq. (turli yillar) / 10-MDP ga bog‘ishlangan sharhlar (masalan, 2019).

10-MDP monomerining dentin minerallariga kimyoviy bog‘lanish hosil qilish qobiliyatini va nano-layer shakllantirib, uzoq muddatli adgeziyani kuchaytirishini ko‘rsatadi.

8. Pashley D.H. va boshq. (2010-yillar). Hybrid layer degradation and MMPs.

Smear layerning ta’siri, gidroliz jarayoni va gibrid qatlamning uzoq muddatli zaiflashish sabablarini chuqur tahlil qiladi. Anti-MMP inhibitorlari va bioaktiv qo‘shimchalar yordamida barqarorlikni oshirish yo‘llarini taklif qiladi.

Xulosa: Adgeziv tizimlar stomatologiyada tish to‘qimalari va restavratsion materiallar o‘rtasidagi mustahkam bog‘lanishni ta’minlaydi. Ular minimal invaziv yondashuvni amalga oshirib, tishning tabiiy strukturasi saqlaydi. Adgeziv bog‘lanishning asosiy mexanizmi emal va dentinda mikromexanik va kimyoviy o‘zaro ta’sir orqali gibrid qatlam hosil qilishdan iborat. Emalni fosfat kislotasi bilan etch qilish mikro va makro taglar hosil qilib, adgeziv smolaning chuqur kirib borishini ta’minlaydi. Dentin esa murakkab tuzilishga ega bo‘lib, smear layer olib tashlanishi yoki o‘zgartirilishi kerak. Tizimlarning asosiy komponentlari — kislotali monomerlar (xususan 10-MDP), dimetakrilatlar (Bis-GMA, TEGDMA), erituvchilar (aseton, etanol, suv) va fotoiniatorlardan iborat. Adgeziv strategiyalari etch-and-rinse, self-etch va universal tizimlarni o‘z ichiga oladi. Etch-and-rinse eng yuqori bog‘lanish kuchini beradi, ammo texnika sezgir. Self-etch smear layerni o‘zgartirib, postoperatsion sezuvchanlikni kamaytiradi. Universal adgezivlar esa bir necha rejimda (total-etch, self-etch, selektiv-etch) qo‘llanilishi mumkin bo‘lib, klinik moslashuvchanlikni oshiradi. Gibrid qatlamning uzoq muddatli barqarorligi gidroliz va metalloproteinazalar (MMPs) ta’sirida zaiflashishi mumkin. Anti-MMP



inhibitorlari (klorheksidin), bioaktiv qo‘shimchalar va nanotexnologiyalar bu muammoni yumshatishga yordam beradi. To‘g‘ri tanlov va texnika bilan adgeziv tizimlar restavratsiyalarning umrini 10-15 yilgacha uzaytiradi. Adgeziv stomatologiya rivojlanib, bioaktiv va aqlli materiallar yaratilmoqda. Bu innovatsiyalar bog‘lanishni yanada ishonchli va biologik jihatdan foydali qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

- Bourgi R. va boshq. (2024). A Literature Review of Adhesive Systems in Dentistry: Key Components and Their Clinical Applications. *Applied Sciences*, 14(18), 8111. <https://doi.org/10.3390/app14188111>
- Breschi L. va boshq. (2025). The evolution of adhesive dentistry: From etch-and-rinse to universal bonding systems. *Dental Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.3397>
- Sofan E. va boshq. (2017). Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Annali di Stomatologia*, 8(1), 1–17.
- Giannini M. va boshq. (2015). Self-Etch Adhesive Systems: A Literature Review. *Brazilian Dental Journal*, 26(1), 3–10.
- Carrilho M.R.O. va boshq. (2007). Chlorhexidine Preserves Dentin Bond in vitro. *Journal of Dental Research*, 86(1), 90–94.
- Carrilho M.R.O. va boshq. (2007). In vivo Preservation of the Hybrid Layer by Chlorhexidine. *Journal of Dental Research*, 86(6), 529–533.
- Carrilho E. va boshq. (2019). 10-MDP Based Dental Adhesives: Adhesive Interface Characterization and Adhesive Stability—A Systematic Review. *Polymers*, 11(3), 557.
- Arandi N.Z. va boshq. (2023). The Classification and Selection of Adhesive Agents: An Overview. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*.