STOMATOLOGIYA AMALIYOTIDA ADGEZIV TIZIMLARNING RIVOJLANISH DINAMIKASI

Zakirova Hilola Xatamitdinovna – t.f.n., dotsent
Profi University (Toshkent, O‘zbekiston)
Ibragimov Abdulla Xatamitdinovich – assistent
Toshkent davlat tibbiyot universiteti (Toshkent, O‘zbekiston)
Abdulazizov Temurbek Ulug’bek o’g’li – assistant
Profi University (Tashkent, Uzbekistan)

Annotatsiya. *Rivojlangan stomatologiya minimal invaziv texnologiyalar va yuqori estetik davolash usullarini keng joriy etmoqda. Bu jarayonda adgeziv tizimlar tishning qattiq to‘qimalari bilan restavratsion materiallar o‘rtasida mustahkam va uzoq muddatli bog‘lanishni ta’minlab, muhim ahamiyat kasb etadi. Adgeziya sifati davolash samaradorligi, restavratsiyalarning xizmat muddati va ikkilamchi kariyesning oldini olish bilan bevosita bog‘liq.*

Shu sohadagi katta yutuqlarga qaramasdan, ularning uzoq muddatli barqarorligi, qo‘llash texnikasiga sezgirligi va og‘iz bo‘shlig‘idagi turli omillar ta’siri bilan bog‘liq muammolar hali ham mavjud. Shuning uchun zamonaviy adgeziv tizimlarning xususiyatlari, samaradorligi va ularni qo‘llashning optimal shartlarini o‘rganish dolzarb masala hisoblanadi.

Kalit so’zlar: *adgeziv tizim, bonding, kompozit.*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ИННОВАЦИИ В АДГЕЗИВНЫХ СИСТЕМАХ В СТОМАТОЛОГИИ

Закирова Хилола Хатамитдиновна – к.м.н., доцент
Profi University (Ташкент, Узбекистан)
Ибрагимов Абдулла Хатамитдинович – ассистент
Ташкентский государственный медицинский университет (Ташкент, Узбекистан)
Абдулазизов Темурбек Улугбек угли – ассистент
Profi University (Ташкент, Узбекистан)

Аннотация. *Целью данного литературного обзора является изучение разных поколений адгезивных систем и их сравнительная характеристика. Современная стоматология стремительно развивается, внедряя минимально инвазивные технологии и высокоэстетичные методы лечения. В этом контексте адгезивные системы играют ключевую роль, обеспечивая прочное и долговечное соединение реставрационных материалов с твердыми тканями зуба. От качества адгезии напрямую зависят клинический успех лечения, срок службы реставраций и профилактика вторичного кариеса.*

Несмотря на значительный прогресс в разработке адгезивных материалов, остаются нерешённые вопросы, связанные с их долговечностью, чувствительностью к технике применения и влиянием различных факторов полости рта. В связи с этим изучение свойств современных адгезивных систем, их эффективности и оптимальных условий применения является актуальной задачей современной стоматологии.

Ключевые слова: *адгезивные системы, бондинг, композит.*

INNOVATIONS IN DENTAL ADHESIVE SYSTEMS

Zakirova Khilola Khatamitdinovna – Ph.D., associate professor
Profi University (Tashkent, Uzbekistan)
Ibragimov Abdulla Khatamitdinovich – assistant
Tashkent state medical university (Tashkent, Uzbekistan)
Abdulazizov Temurbek Ulughbek ugli – assistant,
Profi University (Tashkent, Uzbekistan)

Abstract. *Modern dentistry is rapidly evolving with the introduction of minimally invasive technologies and highly aesthetic treatment approaches. In this context, adhesive systems play a crucial role by providing a strong and durable bond between restorative materials and the hard tissues of the tooth. The quality of adhesion directly influences the clinical success of treatment, the longevity of restorations, and the prevention of secondary caries.*

Despite significant advances in the development of adhesive materials, unresolved issues remain regarding their long-term stability, technique sensitivity, and the influence of various oral environmental factors. Therefore, studying the properties of modern adhesive systems, their effectiveness, and the optimal conditions for their application remains a relevant and important task in contemporary dentistry.

Keywords: *adhesive systems, bonding, composite.*

Birinchi yopishtiruvchi tizimlar 1949-yilda Gebr. de Trey AG (Shveytsariya) tomonidan patentlangan. Tizim ko'p funksiyali monomerlarga asoslangan edi: glitserofosfor kislotasi dimetakrilati, glyukon kislotasining di- va trimetakrilatlar [1, 2, 22]. Bu monomerlar va ularning modifikatsiyalari kompozitlar va shisha ionomer tsementlari uchun zamonaviy yopishtiruvchi moddalarda keng qo'llaniladi [3, 4].

Ushbu usullarning rivojlanishi 1955-yilda M. Buonokore bilan boshlangan. U plomba materialining tishlarga yopishishi, agar emal fosfor kislotasi bilan oldindan ishlov berilsa, sezilarli darajada yaxshilanishini kuzatgan [5–7, 31]. U tish emalini kislotali o'yib ishlov berishni taklif qildi, bu esa polimerizatsiya qiluvchi qatronlar bilan sirtning bog'lanish kuchini sezilarli darajada oshirdi [8–11].

1959-yilda R. Bowen noorganik plomba moddasi va polimerlanadigan qatronni o'z ichiga olgan birinchi kompozit plomba materialini patentladi [6, 14, 17]. Polimerlanadigan qatron sifatida Bowen o'z tarkibida epoksi parchalarini o'z ichiga olgan monomerni taklif qildi.sid qatroni va ikkita metakrilat guruhi — BisGMA. Bu monomer stomatologiyada ishlatiladigan ko'pgina kompozitlar va yopishtiruvchi moddalarda universal bog'lovchi hisoblanadi [12–16].

1970-yillarda xorijiy adabiyotlarda breket siljishi paytida materialning yopishqoqlik kuchini o'rganish bo'yicha birinchi tadqiqot paydo bo'ldi [17, 18, 21]. Bugungi kunga qadar yopishqoqlik kuchiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlaydigan mingdan ortiq tadqiqotlar o'tkazildi [16, 18]: ishlatiladigan yopishqoq tizimlar va yelim turi, ishlatiladigan breket tizimining materiali, so'lak va emal tarkibi [17–19]. Yopishqoq tizimning yopishqoqlik kuchiga boshqa omillar ham ta'sir qiladi: dentin turi, surtma qatlamining qalinligi va tarkibi, tishning yoshi, dentin naychalari va emal prizmalarining yo'nalishi, bo'yin sohasida tish tsementining mavjudligi va boshqalar [20–23, 30].

Zamonaviy yopishtiruvchi tizimlar uchun ma'lum talablar mavjud. Ideal yopishtiruvchi tizim quyidagi parametrlarga javob berishi kerak:

1) tish to'qimalarining xususiyatlariga mos keladigan mexanik xususiyatlarga ega;

2) klinik amaliyotda qo'llash uchun oddiy metodologiyaga ega bo'lish;

3) tish to'qimalari (emal va dentin) bilan biomos bo'lishi;

4) og'iz orqali qabul qilinadigan suyuqliklar ta'sirida yo'q qilinmasligi (erimasligi);

5) chaynash yuklariga yetarlicha qarshilikka ega [2–6].

So'nggi yillarda emal va dentinni to'liq konditsionerlashni o'z ichiga olgan yopishqoq tizimlar eng ommabop bo'lib qoldi [24, 25]. Bu usul yopishqoq tizimni qo'llashdan oldin dentin namligini saqlab qolish va ortofosfor kislotasi eritmalari yoki gellarini qo'llash va chayish zarurati bilan tavsiflanadi [26, 27]. Biroq, shuni ta'kidlash kerakki, hozirda dentin yuzasining namlik miqdorini aniqlash uchun ob'ektiv mezonlar mavjud emas [28-30]. Bu klinisyenga bog'lanish bosqichlarining to'g'ri bajarilishiga ishonch hosil qilish imkonini bermaydi [28]. Natijada, to'liq o'yish texnikasi uchun tizimlardan foydalanganda, texnologiya ko'p bosqichli va murakkab bo'lib qoladi, bu esa yuqori sezuvchanlik va asoratlarning rivojlanishiga, dentinga biriktirish kuchining pasayishiga va chekka bo'shliqning bosimining pasayishiga olib keladi [1,8,33].

Zamonaviy yopishtiruvchi tizimlar moylangan qatlamga ta'sir qilish mexanizmiga ko'ra quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1) surtma qatlamini erituvchi yopishtiruvchi moddalar (shisha ionomerlari va shisha ionomer kompozitlari uchun surtma qatlamini olib tashlovchi yopishtiruvchi moddalar);

2) surtma qatlamini olib tashlaydigan yopishtiruvchi moddalar (to'liq o'yib ishlov berish texnikasi bilan yopishtiruvchi moddalar);

3) surtma qatlamini o'zgartiruvchi yopishtiruvchi moddalar (o'z-o'zidan o'yib ishlangan yopishtiruvchi tizimlar) [17, 18].

Hozirgi vaqtda kompozit material bilan to'ldirish, barcha turdagi bilvosita konstruksiyalarni yopishtiruvchi fiksatsiya qilish, kompozit va keramik qoplamalardagi chiplarni ta'mirlash va breketlar, qoplamalar va turli xil zargarlik buyumlarini mahkamlash uchun yopishtiruvchi (yopishtiruvchi) vositalardan foydalanish majburiy talab hisoblanadi — aynan yopishtiruvchi vositalardan foydalanish orqali yopishqoq bog'lanishga erishish mumkin [3,26,32]. Ushbu bosqichni bajarmaslik yoki yopishtiruvchi tizimdan foydalanish texnologiyasini buzish kompozit va tish to'qimasi o'rtasidagi bog'lanishning buzilishiga olib kelishi mumkin, bu esa mikrobial invaziya, chekka bo'shliqlar, radial karies va hatto pulpa shikastlanishi bilan namoyon bo'ladi [7,9,19].

So'nggi tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, yopishtiruvchi moddalar to'g'ri ishlatilganda zaiflashgan emal va dentinni mustahkamlashi, chekka o'tkazuvchanlikni kamaytirishi va tish sezgirligini pasaytirishi mumkin [5, 17,28].

Yelimlash texnologiyalarining paydo bo'lishi va yelimlash tizimlarining rivojlanishi periodontal splintlashda sezilarli o'zgarishlarga olib keldi. Stomatologiyada yelimlash tizimlari bir necha evolyutsion bosqichlardan o'tdi [17–19].

Birinchi avlod yopishqoq tizimlar 1970-yillarda paydo bo'lgan. Ta'sir natijasi yopishqoq bog'lanishning emal va dentin kaltsiy bilan reaksiyasi edi [31,33]. Glitserofosfor kislotasi dimetakrilati ishlatilgan.

Glitserofosfor kislotasi dimetakrilat molekulasi ikki funksiyali bo'lib, gidrofil qism (fosfor kislotasi qoldig'i) va gidrofob qism (metakrilat guruhlari) ni o'z ichiga oladi. Gidrofil qism kaltsiy ionlari bilan bog'lanadi va tish to'qimalarida ikkilamchi dentin hosil bo'lishiga yordam beradi.

Bu ion bog‘lanish suyuqlik borligida tezda parchalanadi, natijada bog‘lanishning buzilishi va mikro oqish yuzaga keladi.

Akril va metakril kislotalarga asoslangan polimerlar stomatologiyada ko'p yillar davomida qo'llanilgan. Ular yaxshi mexanik, biologik (hidsiz, toksik bo'lmagan) va optik xususiyatlarga ega [25,27]. Qo'shaloq bog'lanishning mavjudligi polimerlanishni ta'minlaydi. Reaksiya reaksiya initsiatorining parchalanishi bilan boshlanadi. Kovalent qutbsiz bog'lanishga ega moddalar, masalan, peroksidlar (R–O–O–R), radikal reaksiyalarni boshlashga xizmat qiladi [5,8,13,17]. Yorug'lik, issiqlik yoki katalizator ta'sirida bog'lanishning gomolitik parchalanishi sodir bo'ladi va erkin radikallar hosil bo'ladi [32,33].

Metakrilatlarning yopishqoq tizimlarda keng qo'llanilishi, ularning akril qatroni bilan

birgalikda polimerlanishi biologik obyektlarga juda befarq bo'lgan, ya'ni inson tanasi uchun zararsiz bo'lgan polimerlarni hosil qilishi bilan bog'liq [20,24,26]. Bundan tashqari, glisidil metakrilat kabi ba'zi metakrilatlar kimyogarlarga akril qatronlarga epoksi guruhlarini qo'shish imkonini beradi, bu esa keyinchalik turli polimerizatsiya yoki qattiqlashish reaksiyalarini amalga oshirish imkonini beradi [2,4,7,31]. Yopishqoq tizimning emal bilan bog'lanish kuchi yetarli edi, ammo dentin naychalaridan namlik ajralib chiqishi tufayli uning dentin bilan bog'lanish kuchi pasaydi. Ushbu yopishtiruvchi moddani molar tishlarda ishlatib bo'lmadi va uni qo'llash tish sezgirligining oshishiga ham olib keldi [1,7,9,18].

Ikkinchi avlod 1980-yillarda paydo bo'lgan. Yuqori yopishish xususiyatlariga erishish uchun u surtma qatlamidan foydalangan [13,25,30].

Smetana qatlami mexanik ishlov berish (tayyorlash) jarayonida hosil bo'ladi. Bu tish va ter suyuqliklari bilan aralashtirilgan mineral va organik to'qimalarning bo'laklaridan tashkil topgan infeksiyalangan qatlamdir [2,6,12]. Uning qalinligi 1-2 mm va u dentin naychalariga kirib borishi mumkin, bu esa yopishqoq tizimga to'sqinlik qiladi [13, 26, 35].

Faol guruhlar sifatida turli monomerlarning xlor bilan almashtirilgan fosfat efirlari ishlatilgan. Birlamchi bog'lanish mexanizmi dentin kaltsiyining xlorofosfat guruhlari tomonidan ion bilan bog'lanishi bo'lib qoldi.

Bu ion bog‘lanish suyuqlik ishtirokida tezda buziladi, natijada bog‘lanishning buzilishi va mikro oqish yuzaga keladi [2, 26].

Bizning fikrimizcha, xlor o'rnini bosuvchi fosfat efirlaridan foydalanish ion bog'lanishining kuchayishiga olib kelishi mumkin, chunki gidroksil guruhlari xlorga nisbatan chiqib ketish qiyin bo'lgan guruhlardir. Ikkinchi avlod yopishtiruvchi tizimlar endi asosan zaif, ishonchsiz bog'lanishlar va smear qatlamiga bog'lanishning muvaffaqiyatsiz urinishlari tufayli ishlatilmayapti [23,25]. Avvalgi yopishtiruvchi tizimning kamchiliklarini tuzatib bo'lmadi. Dentinning yopishishi taxminan uch baravar oshdi, ammo bu hali ham yetarli emas edi. Yelimni hali ham molar tishlarga qo'llash mumkin emas edi, mikro oqish yuzaga keldi va sezgirlik muammo bo'lib qoldi. Mexanizm birinchi avlod yopishtiruvchilariga nisbatan o'zgarishsiz qoldi [22,30,31].

Uchinchi avlod 1980-yillarning oxirlarida paydo bo'lgan. Bular primer va yopishtiruvchi moddadan iborat ikki komponentli yopishtiruvchi tizimlar edi. Kompozitni dentinga biriktirish uchun, 2-avlodda bo'lgani kabi, surtma qatlami ishlatilgan [24,28]. Kimyoviy tarkibda alyuminosilikatlar, alyuminitratlar, gidroksietil metakrilat (HEMA), 4-metakriloksietil trimetil angidrid (4-M ETA) va boshqa moddalar ko'pincha faol guruhlar sifatida ishlatilgan.

Dastlabki dentin o'yish 30–37% ortofosfor kislotasi (keyinchalik 37% fosfor kislotasi geli ishlatilgan) yoki malein kislotasi bilan amalga oshirildi. Bu avlod dentinga yopishishni sezilarli darajada oshirdi, operatsiyadan keyingi sezgirlik esa pasaydi, ammo yo'qolmadi. Birinchi marta nafaqat tishlarga, balki metallar va keramikalarga ham yopishishga erishildi [27,29].

Keramika va kompozitlar orasidagi yopishish molekulyar bog'lanish orqali amalga oshiriladi, bunga γ-metakriloksipropiltrimetoksisilan molekulalarini (organofunksional silanlar) o'z ichiga olgan materiallar orqali erishish mumkin [13,18,23]. Silanlar odatda noorganik yuzalar va organik polimerlar o'rtasida yopishishni kuchaytiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Silanlarning yopishqoq tizimlarda qo'llanilishi silan uretanlar, epoksidlar va boshqa polimerlar uchun o'zaro bog'lovchi vosita sifatida xizmat qilishi mumkinligi bilan bog'liq [30-33]. Hozirgi vaqtda birinchi, ikkinchi va uchinchi avlod yopishtiruvchi tizimlar endi ishlatilmaydi. Keyingi avlod yopishtiruvchi tizimlari stomatologiya amaliyotida qo'llaniladi.

To'rtinchi avlod Yopishqoq tizimlar 1990-yillarning boshlarida paydo bo'ldi va stomatologiyada katta yutuq bo'ldi. Yopishqoqlik darajasi zamonaviy darajalarga yetdi va operatsiyadan keyingi sezgirlik yanada pasaydi. To'rtinchi avlod — ko'p kompo-

nentli tizimlar— 3-4 bosqichli qo'llash texnikasini talab qiladi [15, 23,34,35]. Bu tizimlar 3-4 komponentdan (konditsioner, astar, yopishtiruvchi) iborat. Ularni qo'llash texnikasi 3 bosqichni o'z ichiga oladi: 37% ortofosfor kislotasi bilan o'yib ishlov berish, astarlash va bog'lash [16,20,36]. Ular ko'pincha PENTA - dipentaeritrol pentaakrilat fosfor kislotasi efiri yoki dipentaeritrol pentaakrilat monofosfatni o'z ichiga oladi.

Bu modda molekulasida faol gidrofob va gidrofil guruhlarni o'z ichiga oladi, bu esa yopishtiruvchi moddaning emal va dentinning kaltsiy gidroksiapatit ionlari bilan ham, gidrofob o'zaro ta'sirlar tufayli dentinning asosiy moddasining organik qismining faol kollagen guruhlari bilan ham faol bog'lanishiga imkon beradi.

Ushbu ikki tomonlama kimyoviy bog'lanish, dentin naychalari ichidagi mikromexanik bog'lanish bilan birgalikda, ushbu PENTA o'z ichiga olgan yopishqoq tizimlarga dentin bilan juda yuqori bog'lanish kuchiga erishish imkonini berdi. PENTAdan tashqari, 4-avlod yopishtiruvchi moddalar tarkibida trietilen glikol dimetakrilat (TGDMA) va uretan dimetakrilat (UDMA) kabi dimetakrilatlar mavjud. va pastroq molekulyar og'irlikka ega bo'lgan boshqa ba'zi moddalar (masalan, gidroksietil metakrilat - HEMA) [25,26,38]. Yopishqoq tizimlarning, aniqrog'i, ularning primerlarining dentin naychalariga kirib borishini yaxshilash uchun ularning tarkibiga organik erituvchilar - ketonlar, spirtlar kiritildi [26,28].

Beshinchi avlod Yopishqoq tizimlar 4-chi tishdan ko'p o'tmay paydo bo'ldi va bir xil kimyoviy tarkibga ega edi. Operatsiyadan keyingi tish sezgirligi ham past [27,37].

Beshinchi avlod yopishtiruvchi tizimlar ikki bosqichli qo'llash texnikasidan foydalanadigan ikki komponentli tizimlardir: birinchidan, tish to'qimalariga kislota (ishqoruvchi) surtiladi, so'ngra yopishtiruvchining o'zi qo'llaniladi [18, 24, 25]. Bu yopishtiruvchi tizimlar yana ikki guruhga bo'linadi: 5a va 5b avlod yopishtiruvchi tizimlar. Birinchisi surtma qatlamini butunlay olib tashlaydi va 35–37% fosfor kislotasini o'z ichiga oladi. Ikkinchisi o'z-o'zidan ishqorlanadigan qoldiruvchi konditsionerlar bo'lib, ularning eng keng tarqalgani malein kislotasiga asoslangan [18, 25]. Malein kislotasining o'z-o'zidan ishqorlanadigan konditsionerlarda qo'llanilishi dentinning strukturaviy xususiyatlari (uning organik va noorganik kislotalarga sezgirligi) va uning tish pulpasi bilan bevosita bog'liqligi, shuningdek, u shisha ionomer tsementlari va yopishtiruvchi tizimlarning yopishishini yaxshilaydigan samarali polimerlar ishlab chiqarish uchun ishlatilishi bilan bog'liq [18, 23].

Oltinchi va yettinchi avlod yopishtiruvchi tizimlari bir komponentli o'z-o'zidan o'ymakorlik tizimlaridir, chunki yopishtiruvchi tarkibida kislota (hammasi bir joyda) mavjud. Kimyoviy jihatdan bu yopishtiruvchi tizimlar fosfor efirlari va yopishtiruvchi moddalarning aralashmasidir. Ular bir bosqichli qo'llash texnikasidan foydalanadilar [19,27,29]. O'z-o'zidan o'ymakorlik yopishtiruvchi tizimlari namlikka kamroq sezgir, bu ularni to'liq ajratib bo'lmaydigan tishlarni tiklash yoki davolash qiyin bo'lgan bemorlar uchun ayniqsa foydali qiladi [15,20]. Biroq, o'z-o'zidan o'ymakorlik yopishtiruvchi tizimlarining kimyoviy tarkibi odatda monomerlardan tashqari suvni ham o'z ichiga oladi. Bu shuni anglatadiki, qo'llanilgandan keyin yopishtiruvchi moddani quritish juda muhimdir [10,11].

Yetti avlod yopishqoq tizimlarni tahlil qilishda, aşındırma komponentlari sifatida ham noorganik (ortofosforik), ham organik kislotalarning (malein) ishlatilishi qayd etildi.

Emalni o'yib ishlov berish eritmasi ilgari 30–37% ortofosfor kislotasining suvli eritmasi, keyinchalik esa 37% fosfor kislotasi geli bo'lgan. Fosfor kislotasi gidroksiapatit bilan reaksiyaga kirishib, so'lak mitsellalarining tarkibiy qismi bo'lgan kaltsiy digidrogen fosfatini hosil qiladi:

$Ca5(OH)(PO4)3 + H3PO4 = 5 Ca(H2PO4)2 + H2O$.

Malein kislotasi molekuladagi qo'shaloq bog'lanish tufayli, shuningdek, ikkita karboksil guruhi tufayli kimyoviy o'zaro ta'sirga kirishi mumkin.

Xulosa. Shunday qilib, 7 avlod adgeziv tizimlarning tarkibini kimyoviy nuqtai nazardan tahlil qilib, yopishqoq komponentlarning gidroksiapatit va dentin bilan kimyoviy o'zaro ta'sir mexanizmi sezilarli darajada o'zgarmaganligini aytish mumkin: gidrofob parchalarning ko'payishi tufayli dentin bilan aloqa kuchayadi.

ADABIYOTLAR

1. Абрамова М.Я., Фиронова М.А. Анализ использования современных адгезивных систем, применяемых для фиксации несъёмной аппаратуры (брекет-системы) // VII Международная научно-практическая конференция «Инновации в отраслях народного хозяйства как фактор решения социально-экономических проблем современности». Москва, 2017. С. 300–305.
2. Асланян М.А., Еремин О.В., Труфанова Ю.Ю., и др. Применение адгезивных систем в стоматологии: прошлое и настоящее // Саратовский научно-медицинский журнал. 2018. Т. 14, № 2. С. 234–239.
3. Головенкина А.В., Ярцева А.В., Полякова Е.В., Игнатова Т.С. Сравнительная характеристика адгезивных систем последнего поколения, применяемые в современной клинической стоматологии, при лечении среднего кариеса // Евразийское Научное Объединение. 2017. Т. 1, № 5. С. 53–55.
4. Ияшвили Л.В., Винниченко Ю.А., Винниченко А.В. Сравнительная оценка степени влияния плазмы крови человека на свойства различных адгезивных систем // Стоматология. 2020. Т. 99, № 2. С. 17–20. doi: 10.17116/stomat20209902117
5. Мамедов А.А., Лощенов В.Б., Морозова Н.С., и др. Исследование пенетрационной способности адгезивных систем на временных зубах методом конфокальной микроскопии // Biomedical Photonics. 2020. Т. 9, № 2. С. 4–9. doi: 10.24931/2413-9432-2020-9-2-4-9
6. Мелькумян Т.В., Каххарова Д.Ж., Камилов Н.Х., и др. Сравнительный анализ самопротравливающих адгезивных систем и систем тотального травления in vitro // Stomatologiya. 2017. № 2. С. 31–33.
7. Митронин А.В., Куваева М.Н., Вовк С.Н. Лабораторная оценка структуры гибридной зоны адгезивной системы на основе ормокера при пломбировании полостей класса I // Эндодонтия Today. 2019. Т. 17, № 3. С. 21–24. doi: 10.36377/1683-2981-2019-17-3-21-24
8. Постников М.А., Щербакова Е.А., Щербаков М.В., Симановская О.Е. Выбор адгезивной системы в практике врача-стоматолога // Аспирантский вестник Поволжья. 2020. № 5–6. С. 81–88. doi: 10.17816/2072-2354.2020.20.3.81-88
9. Романенко И.Г., Чепурнова Н.И., Зуева А.С. Выбор адгезивных систем при лечении кариеса корня зуба (обзор литературы) // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2021. № 2. С. 50–61. doi: 10.20340/vmi-rvz.2021.2.CLIN.2
10. Сафронова Е.Л., Умаров Я.Я., Гусейнова Л.Х., и др. Сравнительная оценка времени работы с адгезивными системами 5-го и 7-го поколения // Стоматология — наука и практика, перспективы развития: материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 55-летию стоматологического факультета ВолгГМУ. Волгоград, 2017. С. 401–404.
11. Сангонова Н.Д., Фролова К.Е., Фролова В.В. Адгезивные системы и их роль в современной стоматологии // Тенденции развития науки и образования. 2021. № 76–1. С. 15–16. doi: 10.18411/lj-08-2021-03
12. Седойкин А.Г., Кисельникова Л.П., Дроботько Л.Н. Сила сцепления современных адгезивных систем 6–7 поколения с эмалью и дентином временных зубов in vitro // Материалы XXIV Международного юбилейного симпозиума «Инновационные технологии в стоматологии», посвященного 60-летию стоматологического факультета Омского государственного медицинского университета. Омск, 2017. С. 425–428.

13. Титова О.Ю., Меленберг Т.В., Линник Л.Н., и др. Адгезивные системы в практике врача-стоматолога // Проблемы стоматологии. 2020. Т. 16, № 1. С. 178–181. doi: 10.18481/2077-7566-20-16-1-178-181

14. Хараева З.Ф., Блиева Л.З., Шерегов А.Х., и др. Сравнительный анализ адгезивных свойств микроорганизмов на различных поверхностях брекет-систем // Клиническая стоматология. 2019. Т. 2, № 90. С. 42–44. doi: 10.37988/1811-153X_2019_2_42

15. Bertolo M.V.L., Guarda M.B., Fronza B.M., et al. Electric current effects on bond strength, nanoleakage, degree of conversion and dentinal infiltration of adhesive systems // J Mech Behav Biomed Mater. 2021. Vol. 119. P. 104529. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104529

16. Bolgul B.S., Ayna B., Simsek I., et al. Leakage testing for different adhesive systems and composites to permanent teeth // Niger J Clin Pract. 2017. Vol. 20, N 7. P. 787–791. doi: 10.4103/1119-3077.171417

17. Borges A.B., Abu Hasna A., Matuda A.G.N., et al. Adhesive systems effect over bond strength of resin-infiltrated and de/remineralized enamel // F1000Res. 2019. Vol. 8. P. 1743. doi: 10.12688/f1000research.20523.

18. Caldas I.P., Alves G.G., Barbosa I.B., et al. In vitro cytotoxicity of dental adhesives: A systematic review // Dent Mater. 2019. Vol. 35, N 2. P. 195–205. doi: 10.1016/j.dental.2018.11.028

19. Carneiro K.K., Araujo T.P., Carvalho E.M., et al. Bioactivity and properties of an adhesive system functionalized with an experimental niobium-based glass // J Mech Behav Biomed Mater. 2018. Vol. 78. P. 188–195. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.11.016

20. Carvalho R.F., Cardenas A., Carvalho C.N., et al. Effect of the Photo-initiator System Contained in Universal Adhesives on Radicular Dentin Bonding // Oper Dent. 2020. Vol. 45, N 5. P. 547–555. doi: 10.2341/19-146-L

21. Cavalheiro A., Cruz J., Sousa B., et al. Dentin adhesives application deviations: Effects on permeability and nanoleakage // Dent Mater J. 2021. Vol. 40, N 5. P. 1160–1168. doi: 10.4012/dmj.2020-404

22. Cetin A.R., Dinc H. Effects of artificial aging on the bond strengths of universal dental adhesives // Niger J Clin Pract. 2020. Vol. 23, N 8. P. 1148–1154. doi: 10.4103/njcp.njcp_435_19

23. Dressano D., Salvador M.V., Oliveira M.T., et al. Chemistry of novel and contemporary resin-based dental adhesives // J Mech Behav Biomed Mater. 2020. Vol. 110. P. 103875. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103875

24. Fu J., Saikaew P., Kawano S., et al. Effect of air-blowing duration on the bond strength of current one-step adhesives to dentin // Dent Mater. 2017. Vol. 33, N 8. P. 895–903. doi: 10.1016/j.dental.2017.03.015

25. Mochalov I., Keian D., Pasichnyk M., Kravcov R. The Strength of Adhesion to Hard Tissues of Non-Vital Teeth of Dental Photocomposite Filling (Restorative) Materials in Combination with Various Adhesive Systems // Georgian Med News. 2021. N 315. P. 61–65.

26. Namura Y., Takamizawa T., Uchida Y., et al. Effects of composition on the hardness of orthodontic adhesives // J Oral Sci. 2020. Vol. 62, N 1. P. 48–51. doi: 10.2334/josnusd.19-0035

27. Nayif M.M., Otsuki M., Tagami J. Bonding performance of self-etch adhesives to enamel bleached with different peroxide concentrations // Braz Dent J. 2021. Vol. 32, N 5. P. 96–104. doi: 10.1590/0103-6440202104046

28. Nikaido T., Takagaki T., Sato T., et al. Fluoride-Releasing Self-Etch Adhesives Create Thick ABRZ at the Interface // Biomed Res Int. 2021. Vol. 2021. P. 9731280. doi: 10.1155/2021/9731280

29. Nima G., Cavalli V., Bacelar-Sa R., et al. Effects of sodium hypochlorite as dentin deproteinizing agent and aging media on bond strength of two conventional adhesives // Microsc Res Tech. 2020. Vol. 83, N 2. P. 186–195. doi: 10.1002/jemt.23401

30. Putzeys E., Duca R.C., Coppens L., et al. In-vitro transdentinal diffusion of monomers from adhesives // J Dent. 2018. Vol. 75. P. 91–97. doi: 10.1016/j.jdent.2018.05.023

31. Rodriguez-Chavez J.A., Arenas-Alatorre J.A., Flores-Ruiz H.M., et al. Evalua-

tion of enamel loss by scanning electron microscopy after debonding brackets place with four different adhesives // Microsc Res Tech. 2021. Vol. 84, N 5. P. 912–920. doi: 10.1002/jemt.23652

32. Sarikaya R., Song L., Yuca E., et al. Bioinspired multifunctional adhesive system for next generation bio-additively designed dental restorations // J Mech Behav Biomed Mater. 2021. Vol. 113. P. 104135. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104135

33. Soto-Montero J., Nima G., Dias C.T.S., et al. Influence of beam homogenization on bond strength of adhesives to dentin // Dent Mater. 2021. Vol. 37, N 2. P. e47–e58. doi: 10.1016/j.dental.2020.10.003

34. Takamizawa T., Imai A., Hirokane E., et al. SEM observation of novel characteristic of the dentin bond interfaces of universal adhesives // Dent Mater. 2019. Vol. 35, N 12. P. 1791–1804. doi: 10.1016/j.dental.2019.10.006

35. Torres-Mendez F., Martinez-Castanon G.A., Torres-Gallegos I., et al. Effects of silver nanoparticles on the bonding of three adhesive systems to fluorotic enamel // Dent Mater J. 2017. Vol. 36, N 3. P. 266–274. doi: 10.4012/dmj.2015-299

36. Tsujimoto A., Barkmeier W.W., Takamizawa T., et al. Simulated localized wear of resin luting cements for universal adhesive systems with different curing mode // J Oral Sci. 2018. Vol. 60, N 1. P. 29–36. doi: 10.2334/josnusd.16-0815

37. Vaheed N.A., Gupta M., David S.A., et al. In vitro Analysis of Shear Bond Strength and Adhesive Remnant Index of Stainless Steel Brackets with Different Adhesive Systems to Enamel // J Contemp Dent Pract. 2018. Vol. 19, N 9. P. 1047–1051.

38. Zakirova Kh.Kh., Rizayeva S.M., Ibragimov A.Kh. Baseline clinical and functional characteristics of patients with chronic localized periodontitis // ISSN 2181-3574 Integrative dentistry and maxillofacial surgery. Volume 5 / Issue 2(14) / 2026, P. 121-128