

**ORTODONTIK DAVOLASHDA 3D TEXNOLOGIYALAR VA RAQAMLI
SKANERLASHNING AFZALLIKLARI**

Ro'ziyev Durbek Norsafarovich

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti yuz-jag' jarrohligi yo'nalishi talabasi

Pardayev Otabek Anvar o'g'li

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Stomatologiya fanlar kafedrası o'qituvchisi

Annotatsiya

Maqolada **ortodontik davolashda 3D texnologiyalar va raqamli skanerlashning** nazariy mazmuni, klinik afzalliklari, tarkibiy unsurlari, amaliy qo'llanish sohasi va rivojlantirish yo'llari tahlil qilindi. Intraoral skaner, 3D model, raqamli set-up, sefalometrik dastur, CAD/CAM tizimi va 3D printer ortodontik diagnostika hamda davolash monitoringining muhim vositalari sifatida baholandi. Tahlilda texnologiyaning asosiy qiymati gips model o'rnini bosishda emas, balki tish siljishi, okklyuziya, dental yoy shakli, bemor motivatsiyasi va laboratoriya bilan almashuvni standartlashtirishda namoyon bo'lishi asoslandi.

Kalit so'zlar: ortodontiya, **3D texnologiya, raqamli skanerlash, intraoral skaner, raqamli model**, aligner, CAD/CAM, sefalometriya, davolash monitoringi.

Kirish

Ortodontik davolashda **3D texnologiyalar va raqamli skanerlashning** afzalliklari zamonaviy stomatologiyada tashxis, rejalashtirish va davolash nazoratini bir tizimga birlashtiradigan muhim yo'nalishdir. An'anaviy ortodontiyada gips model, yuz va og'iz ichki fotosuratları, telerentgenografiya va klinik ko'rik asosiy manba bo'lgan. Bu usullar hali ham klinik qiymatini yo'qotmagan, ammo ular o'lchovlarni takrorlash, modelni saqlash, bemor bilan vizual muloqot, aligner yoki individual apparat tayyorlash jarayonida cheklovlarga ega. Intraoral skaner, 3D model, raqamli arxiv, sefalometrik dastur, CAD/CAM tizimi va 3D printer bu cheklovlarni kamaytiradi. Bunday texnologiyalar **ortodontik davolashni** taxminiy mexanik siljitish emas, balki oldindan modellashtirilgan, bosqichma-bosqich nazorat qilinadigan va bemorga tushunarli jarayonga aylantiradi.

Mavzuning mazmuni faqat skaner orqali gips qolip o'rnini bosish bilan cheklanmaydi. Raqamli ortodontiya tishlar joylashuvi, dental yoy shakli, okklyuzion kontaktlar, intermolyar va interkanin masofa, Bolton nisbatlari, jag'lararo munosabat, yuz profili va davolash davomida tish siljishining dinamikasini baholash imkoniyatini beradi. 3D skanerlash shifokorga boshlang'ich holatni aniq hujjatlashtirish, bemorga

davolash rejasini ko'rsatish, laboratoriya bilan tez ma'lumot almashish va davolash yakunida natijani obyektiv solishtirish imkonini yaratadi. Shu bilan birga **raqamli model** klinik ko'rik o'rnini bosa olmaydi. Tish harakatining biologik chegarasi, periodontal to'qima salohiyati, suyak qalinligi va bemorning gigiyenik intizomi modeldan tashqarida turadigan hal qiluvchi omillardir.

O'zbekiston stomatologiya amaliyotida **ortodontik davolashda** 3d texnologiyalar va **raqamli skanerlash** masalasi faqat alohida klinika yoki alohida mutaxassis darajasidagi yangilik emas, balki tibbiy xizmat sifatini barqarorlashtirish, diagnostika xatolarini kamaytirish va **bemor xavfsizligini** oshirish bilan bog'liq tizimli yo'nalishdir. Sog'liqni saqlash tizimida vrachlar sonining 2020-yildagi 91,9 ming kishidan 2024-yil 1-yanvar holatiga 105,7 ming kishiga yetgani tibbiy xizmatga bo'lgan talab ortayotgani va mutaxassislar salohiyatini raqamli, klinik va profilaktik kompetensiyalar bilan qo'llab-quvvatlash zarurligini ko'rsatadi¹. Stomatologiya bunday o'zgarishlardan chetda qolmaydi, chunki tish-jag' tizimi kasalliklari aholining hayot sifati, mehnatga layoqati, ovqatlanish fiziologiyasi, nutq ravonligi va psixoiqtimoiiy moslashuviga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya

Mahalliy stomatologik adabiyotlarda ortopedik va **ortodontik davolashda** qolip, model, okklyuziya, artikulyatsiya va jag' tizimi nisbatlarini to'g'ri baholash davolash sifati uchun asosiy shart sifatida ko'rsatiladi. Ortopedik stomatologiya darsliklarida tish-jag' tizimi, prikus, model, okklyudator va artikulyator bilan ishlash masalalari klinik rejalashtirishning ajralmas qismi sifatida talqin qilinadi³. Raqamli diagnostika bo'yicha mahalliy ilmiy materiallarda esa 3D skaner va 3D printer ortopedik tuzilmalar, jarrohlik shablonlari va alignerlarni ishlab chiqishda vaqtni tejashi, model aniqligini oshirishi va klinika-laboratoriya aloqasini tezlashtirishi qayd etiladi⁴.

3D texnologiyalarning shakllanish omillari bir necha klinik ehtiyoj bilan bog'liq. Ortodontik bemorlar ko'pincha uzoq muddat davolanadi, davolash 12 oydan 30 oygacha davom etishi mumkin, natija esa kichik siljishlar yig'indisiga bog'liq bo'ladi. Bunday jarayonda boshlang'ich model yo'qolishi, gips model sinishi, o'lchov xatosi, telerentgen nuqtalarining subyektiv qo'yilishi va bemor motivatsiyasining pasayishi davolash sifatiga ta'sir qiladi. Raqamli model arxivda saqlanadi, qayta o'lchanadi, boshqa mutaxassisga yuboriladi, davolash bosqichlari bilan solishtiriladi. Bemor o'z og'iz bo'shlig'i holatini uch o'lchamda ko'rganda davolashning mantiqini yaxshiroq tushunadi va gigiyena hamda apparat taqish rejimiga mas'uliyatliroq yondashadi.

Metodologiya adabiyotlar tahlili, ortodontik diagnostika bosqichlarini qiyosiy baholash va **raqamli skanerlash**ning klinik jarayonga ta'sirini amaliy mezonlar asosida tahlil qilishga tayandi. Tahlilda an'anaviy gips model, alginat qolip, **intraoral skaner**, **raqamli model**, sefalometrik dastur va 3D bosib chiqarilgan apparatlar o'rtasidagi farq ko'rib chiqildi. Asosiy e'tibor texnologiyaning tashqi jozibasiga emas, uning klinik qaror, vaqt, aniqlik, bemor qulayligi, laboratoriya bilan integratsiya va davolash nazoratiga beradigan qiymatiga qaratildi. Bu yondashuv raqamli ortodontiyani amaliy klinik tizim sifatida tushunishga yordam beradi.

Tadqiqot metodologiyasi mavzuga oid o'zbek tilidagi darsliklar, o'quv qo'llanmalar, ilmiy maqolalar, sog'liqni saqlash sohasidagi ochiq statistik materiallar va amaliy stomatologiya protokollarini tahlil qilishga tayandi. ortodontik bemorni tashxislash, dental yoyni o'lchash, aligner rejalashtirish, sefalometrik tahlil va davolash monitoringi doirasida klinik qaror qabul qilishning diagnostik zanjiri, muolaja oldi baholash, davolashni rejalashtirish, bemor bilan muloqot va keyingi nazorat bosqichlari o'rganildi. Tahlil deskriptiv va qiyosiy-uslubiy yo'nalishda olib borildi, chunki mavzu bo'yicha randomizatsiyalangan klinik tekshiruvlar soni cheklangan, mavjud ma'lumotlar esa ko'proq amaliy tajriba, klinik kuzatuv va texnologik tavsiflar shaklida uchraydi.

Metodik yondashuv **intraoral skanerlash**, 3D model solishtirish, raqamli set-up, CAD/CAM rejalashtirish va klinik fotoprotokol kabi usullarni bir majmuada ko'rishga asoslandi. Bunda har bir usulning mustaqil afzalligi emas, balki shifokor qarori uchun beradigan qo'shimcha klinik qiymati baholandi. Masalan, tasvirning aniqligi yoki modelning chiroyli ko'rinishi davolash sifatini avtomatik oshirmaydi. Sifat faqat ma'lumot to'g'ri olinib, to'g'ri talqin qilinib, davolash rejasiga asosli kiritilganda ortadi. Shuning uchun maqolada texnologik ko'rsatkichlar bilan birga **bemor xavfsizligi**, vaqt tejallishi, iqtisodiy maqbullik va klinik natijaning barqarorligi ham ko'rib chiqildi.

Natijalarni talqin qilishda o'lchov takrorlanuvchanligi, bemor qulayligi, laboratoriya bilan almashuv tezligi, davolash rejasi tushunarligi va natijani obyektiv solishtirish mezonlari asosiy baholash nuqtalari sifatida olindi. Bu yondashuv mavzuni faqat nazariy muhokama darajasida qoldirmaydi, chunki stomatologik amaliyotda har bir yangilik bemorga og'riq kamayishi, tashriflar soni qisqarishi, diagnostika aniqligi ortishi, asorat xavfi pasayishi yoki davolash prognozi yaxshilanishi orqali qiymat beradi. O'zbekiston sharoitida bunday mezonlar klinikalar o'rtasidagi texnik imkoniyatlar farqi, kadrlar tayyorgarligi va aholining stomatologik xizmatga murojaat qilish madaniyati bilan bog'lab baholanishi kerak.

Ortodontik tashxis va davolashni rejalashtirish bo'yicha amaliy qaror qabul qilishda klinik ko'rik, anamnez, funksional baholash va instrumental diagnostika o'zaro bog'liq tizim sifatida ishlaydi. 3D skanerlash va **raqamli model** ushbu tizimda shifokorning o'rini bosmaydi, balki kuzatuv, o'lchash, hujjatlashtirish va davolash rejasini asoslash imkoniyatini kengaytiradi. Tibbiyot tashkilotlarini litsenziyalash va akkreditatsiyalashga doir talablarning kuchayishi tibbiy xizmat sifati, xavfsizlik va javobgarlikni rasmiy mezonlarga bog'laydi². Shu sababli maqolada ko'rilayotgan muammo texnologik qulaylik emas, balki kasbiy standart, klinik tafakkur va bemor manfaatini birlashtiradigan amaliy mexanizm sifatida talqin qilinadi.

Mavzuning tarkibiy unsurlari klinik ko'rsatma, usul tanlash, ma'lumot sifati, bemorni xabardor qilish, jarayonni hujjatlashtirish, davolash natijasini baholash va qayta nazoratdan iborat. Har bir unsur mustaqil ko'rinishi mumkin, biroq ular ajratilgan holda qo'llansa natija ishonchliligi pasayadi. skaner xatosi, yumshoq to'qima harakati, noto'g'ri okklyuzion registratsiya, laboratoriya bilan format mos kelmasligi va bemorning real biologik reaksiyasini hisobga olmaslik kabi muammolar shifokorni shoshilinch qaror, ortiqcha muolaja yoki keraksiz xarajatga olib kelishi mumkin. Rivojlanish yo'li sifatida talabalar va shifokorlar uchun raqamli ortodontik diagnostika modullarini joriy etish, skanerlash protokolini standartlashtirish va davolash monitoringini raqamli arxiv bilan bog'lash zarur bo'ladi, chunki zamonaviy stomatologiyada texnika ishlatishni bilishning o'zi yetarli emas, undan olingan ma'lumotni biologik jarayon, klinik simptom va davolash prognozi bilan bog'lash talab etiladi.

Tahlil va natijalar

Tahlil 3D skanerlashning eng katta afzalligi aniqlik va takrorlanuvchanlikni oshirishda ekanini ko'rsatadi. An'anaviy alginat qolip namlik, vaqt, saqlash sharoiti va quyish texnikasiga sezgir. Qolip deformatsiyasi kichik ko'rinsa ham, ortodontik apparat, retainer yoki aligner moslashuvida muammo paydo qilishi mumkin. Intraoral skaner esa tish yuzasi, dental yoy va gingival konturlarni raqamli nuqtalar to'plami sifatida qayd qiladi. Model darhol tekshiriladi, yetishmayotgan zona qayta skanerlanadi, fayl laboratoriyaga yuboriladi. Bu jarayon bemor uchun qusish refleksi, noqulaylik va kutish vaqtini kamaytiradi. Shifokor uchun esa model sifati nazorati muolaja vaqtining o'zida amalga oshadi.

Raqamli skanerlash davolash rejasini ko'rgazmali qiladi. Bemor tishlarining boshlang'ich holati, kutilayotgan siljish yo'nalishi, alignerlar ketma-ketligi yoki breket tizimida nazorat qilinadigan o'zgarishlarni monitor orqali ko'rganda davolash passiv qabul qilinadigan muolaja emas, tushunarli jarayonga aylanadi. Bu motivatsiya uchun

muhim. Ortodontik davolash muvaffaqiyati faqat shifokor texnikasiga bog'liq emas. Elastik taqish rejimi, gigiyena, nazoratga kelish, alignerni kuniga yetarli vaqt taqish kabi omillar bemor intizomini talab qiladi. Raqamli vizualizatsiya bemorga o'z mas'uliyatini aniqroq ko'rsatadi.

3D texnologiya laboratoriya bosqichini ham o'zgartiradi. Raqamli fayl dental laboratoriyaga yuborilgach, apparat dizayni, individual breket joylashtirish shabloni, retainer, aligner yoki diagnostik wax-up masofadan ishlab chiqilishi mumkin. Bu jarayon transport vaqtini qisqartiradi, gips model saqlash xarajatini kamaytiradi, takroriy qolip olish ehtiyojini pasaytiradi. Klinikada apparat mos kelmasa, **raqamli model** arxiv orqali xatolik manbai aniqlanadi. Xato skanerda, laboratoriya dizaynida, printer kalibrovkasida yoki klinik moslashda bo'lishi mumkin. Bunday tahlil an'anaviy model bilan murakkabroq kechadi.

Ortodontik tahlilda 3D model dental yoyni faqat uzunlik va kenglik bo'yicha emas, hajmiy shakl sifatida baholash imkonini beradi. Transversal yetishmovchilik, rotatsiya, crowding, spacing, tishlararo kontakt, okklyuzion tekislik va simmetriya dinamik tarzda solishtiriladi. Davolash davomida har uch yoki olti oyda qayta skaner qilish tish siljishining reja bilan mosligini ko'rsatadi. Agar rejalashtirilgan harakat bajarilmasa, shifokor kuch yo'nalishini o'zgartiradi, qo'shimcha attachment, elastik yoki interproksimal reduksiya zarurligini baholaydi. Bu nazorat davolashni yakunda emas, jarayonning o'zida tuzatishga yordam beradi.

Cheklovlar ham aniq. Intraoral skanerning sifati operator ko'nikmasiga, bemor og'zini ochib turish imkoniyatiga, tupuk va qon nazoratiga, tish yuzasi yaltiroqligi va skaner dasturining tikish algoritmiga bog'liq. Gingival soha, distal molyarlar va chuqur rotatsiyalangan tishlar skanerlashda qiyin bo'lishi mumkin. Raqamli set-up biologik chegarani doim ham to'liq aks ettirmaydi. Tishning dasturda siljishi periodontal bog'lama, alveolyar suyak qalinligi, ildiz rezorbsiyasi xavfi va bemor yoshi bilan cheklanadi. Shuning uchun raqamli reja ideal estetik ko'rinish emas, klinik-biologik imkoniyatlar ichidagi xavfsiz yo'l bo'lishi kerak.

Ortodontik davolashda **3D texnologiyalar** tashxisning vaqtga bog'liq xarakterini aniq ko'rsatadi. Boshlang'ich skan faqat bir kunlik holat emas, keyingi barcha o'zgarishlar solishtiriladigan nazorat nuqtasidir. Davolash davomida yangi skanlar oldingilari bilan superpozitsiya qilinganda tishlarning haqiqiy siljishi, dental yoydagi kengayish, rotatsiya tuzatilishi yoki noxohishli ekstruziya aniqlanadi. Shifokor muammoni davolash oxirida emas, jarayon ichida ko'radi. Bu yondashuv **ortodontik davolashni** reaktiv emas, proaktiv boshqarishga imkon beradi.

Raqamli skanerlashning diagnostik qiymati o'lchovlarni takrorlash imkoniyatida ham namoyon bo'ladi. Gips modelda o'lchov kaliper bilan bajariladi va operatorga bog'liq xato bo'lishi mumkin. Raqamli modelda masofa, yoy uzunligi, tish kengligi, kontakt zonasi va okklyuzion munosabat qayta-qayta o'lchanadi. Biroq raqamli o'lchov ham mutlaq haqiqat emas. Skan sifati, dastur algoritmi va belgilanayotgan nuqtalarning to'g'riligiga bog'liq xatolar saqlanadi. Shu sababli shifokor raqamli sonlarni klinik ko'rik bilan solishtirib borishi zarur.

Aligner terapiyasida raqamli rejalashtirish asosiy texnologik poydevor hisoblanadi. Har bir aligner tishga kichik kuch berib, rejalashtirilgan harakatni amalga oshiradi. Agar boshlang'ich skan noto'g'ri bo'lsa, butun ketma-ketlik xato boshlanadi. Agar attachment joylashuvi, interproksimal reduksiya hajmi yoki tish harakati biologik imkoniyatdan oshsa, dasturdagi chiroyli natija og'izda takrorlanmaydi. Shuning uchun aligner rejasini dastur emas, ortodont tasdiqlashi kerak. Raqamli set-up shifokorga variantlarni ko'rsatadi, ammo yakuniy davolash mas'uliyati klinik mutaxassisda qoladi.

3D bosib chiqarish ortodontiyada retainer, diagnostik model, jarrohlik shablони va ayrim individual apparatlarni tayyorlashda foydali. Bu jarayon vaqtni qisqartiradi, ammo printer kalibrovkasi, material qisqarishi, qatlam qalinligi va post-processing sifati natijaga ta'sir qiladi. Raqamli fayl mukammal bo'lsa ham, bosib chiqarish xatosi apparat moslashuvini buzishi mumkin. Klinikalar ishlab chiqarish zanjiridagi har bir bosqichni nazorat qilishi lozim. Aks holda xato skanerda emas, printerda paydo bo'lganini aniqlash qiyinlashadi.

Ortodontik davolashda yuz estetikasi **raqamli model** bilan to'liq aks etmaydi. Tishlar ideal joylashgan bo'lsa ham, lab qo'llab-quvvatlanishi, tabassum chizig'i, burun-lab burchagi, iyak holati va yuz profili hisobga olinmasa, natija bemorni qoniqtirmasligi mumkin. Shuning uchun 3D dental model yuz fotosuratları, telerentgenografiya va klinik estetik tahlil bilan birgalikda baholanishi kerak. Raqamli texnologiya ortodontga kuchli ma'lumot beradi, ammo estetik qaror inson yuzini butun holatda ko'rishni talab qiladi.

Ortodontik davolashda **3D texnologiyalarni** baholashda klinik maqsad aniqligi asosiy mezondir. Bemorning muammosi faqat tishlar qiyshiqligi bo'lmasligi mumkin. Skelet disproporsiyasi, nafas olish buzilishi, chaynash disfunktsiyasi, temporomandibulyar bo'g'im shikoyati yoki periodontal cheklovlar davolash rejasini o'zgartiradi. Raqamli skaner dental yoyni mukammal ko'rsatadi, lekin bemorning yuz skeleti va funksional odatlarini to'liq ochmaydi. Shuning uchun 3D model klinik savolga bog'langan holda ishlatilganda foydali bo'ladi.

Davolash rejasida raqamli set-up bemorga kutilayotgan natijani ko'rsatadi, lekin bu natija kafolat sifatida taqdim etilmasligi kerak. Tish harakati biologik jarayon, u periodontal bog'lama, suyak qayta qurilishi, bemorning yoshi, gigiyenasi va apparatga rioya qilishiga bog'liq. Agar shifokor raqamli prognozni yakuniy surat deb ko'rsatsa, bemor davolashdagi tabiiy o'zgarishlarni xato deb qabul qilishi mumkin. To'g'ri muloqotda raqamli reja yo'l xaritasi sifatida tushuntiriladi.

3D skanerlash ortodontik hujjatlashtirish sifatini oshiradi. Boshlang'ich holat, davolash o'rtasi va yakuniy natija bir xil formatda saqlansa, shifokor o'z ishini tahlil qiladi. Qaysi tishlar reja bo'yicha siljidi, qaysi harakat kechikdi, qaysi apparat samarali bo'ldi degan savollar aniqroq javob topadi. Bu ma'lumotlar keyingi bemorlarni rejalashtirishda tajriba bazasi bo'ladi. Raqamli arxiv shifokor xotirasini tizimli klinik bilimga aylantiradi.

Raqamli ortodontiyada laboratoriya bilan shartnoma va texnik talablar aniq bo'lishi zarur. Fayl formati, dizayn muddati, qayta ishlash sharti, model aniqligi, printer materiali va javobgarlik chegarasi oldindan kelishilmasa, klinik jarayonda kechikishlar paydo bo'ladi. Bemor uchun eng ko'rinadigan muammo apparatning kech tayyor bo'lishi yoki mos kelmasligidir. Asl sabab esa ko'pincha raqamli zanjirdagi tashkiliy bo'shliq bo'ladi. Shifokor bu zanjirni nazorat qilishga tayyor bo'lishi kerak.

Maqolaning amaliy qiymati **ortodontik davolashda** 3d texnologiyalar va **raqamli skanerlashning** afzalliklari bo'yicha shifokor qarorini aniqroq, hujjatlashtirilgan va bemor uchun tushunarli qilishida namoyon bo'ladi. Klinik amaliyotda har bir texnologiya yoki yondashuv alohida emas, tashxis, davolash, profilaktika, monitoring va bemor ma'rifati bilan birga ishlaganda natija beradi. O'zbekiston stomatologiyasi uchun eng muhim yo'nalishlar malakali kadr tayyorlash, klinik protokollarni standartlashtirish, raqamli arxiv va sifat auditini yo'lga qo'yish, **bemor xavfsizligi** va ma'lumotlarni himoya qilish talablarini muntazam bajarishdan iborat. Shu orqali mavzu nazariy bayondan chiqib, kundalik klinik qaror madaniyatiga aylanadi.

Muhokama

Muhokamada raqamli ortodontiyaning O'zbekiston klinikalari uchun asosiy masalasi texnologiyani xarid qilish emas, uni ish jarayoniga to'g'ri kiritish ekani namoyon bo'ladi. Skaner bo'lsa-yu, shifokor skanerlash protokolini bilmasa, fayllar tartibsiz saqlansa, laboratoriya bilan format mosligi bo'lmasa, davolash sifati oshmaydi. Raqamli model ishlatilganda ham klinik ko'rik, periodontal baholash, rentgen tekshiruv va yuz estetik tahlili saqlanib qolishi kerak. Ortodontiya tishlarni

mexanik ko‘chirish emas, tish-jag‘ tizimining biologik moslashuvini boshqarishdir. **3D texnologiya** bu boshqaruvni o‘lchovli qiladi, ammo klinik tafakkurni almashtirmaydi.

Rivojlantirish yo‘llari aniq bosqichlardan iborat bo‘lishi kerak. Universitetlarda ortodontik diagnostika bo‘yicha raqamli modul, STL fayl bilan ishlash, skaner xatosini tanish, raqamli set-upni tanqidiy baholash, sefalometriya va 3D model natijalarini solishtirish ko‘nikmalari kiritilishi zarur. Klinikalar esa boshlang‘ich holat, oraliq nazorat va yakuniy natija uchun yagona fotoprotokol va skanerlash jadvalini ishlab chiqishi kerak. Bemor hujjatlarida raqamli fayl sanasi, skaner turi, operator, davolash bosqichi va klinik izoh qayd etilsa, davolash nazorati yuridik va klinik jihatdan mustahkamlanadi.

Raqamli skanerlashning iqtisodiy tomoni ham ehtiyotkor baholanishi lozim. Qimmat uskuna har bir klinika uchun darhol o‘zini oqlamasligi mumkin. Bemor oqimi, ortodontik xizmat hajmi, laboratoriya bilan hamkorlik, aligner ishlari ulushi va xodimlar tayyorgarligi hisobga olinmasa, texnologiya marketing xarajatiga aylanadi. Kichik klinikalar uchun umumiy raqamli laboratoriya yoki skanerlash markazi bilan hamkorlik qilish maqbul bo‘lishi mumkin. Katta klinikalarda esa skaner, 3D printer va CAD dasturini yagona protokolga bog‘lash davolash zanjirini tezlashtiradi.

Okklyuzion kontaktlarni raqamli baholash foydali bo‘lsa-da, funksional chaynash jarayonini to‘liq aks ettirmaydi. Bemorning parafunksional odatlari, bruksizm, til bosimi, lab yopiqligi, og‘iz orqali nafas olish va mushak tonusi tish siljishiga ta’sir qiladi. Skaner statik holatni qayd etadi. Ortodont esa statik model bilan birga funksional omillarni ham baholashi kerak. Agar og‘iz orqali nafas olish yoki tilning noto‘g‘ri pozitsiyasi tuzatilmasa, raqamli reja bo‘yicha erishilgan natija barqaror saqlanmasligi mumkin.

Raqamli ortodontiyada ma’lumot xavfsizligi muhim masala. Bemorning 3D modeli shaxsiy tibbiy ma’lumotdir. Fayl laboratoriyaga, bulutli dasturga yoki boshqa mutaxassisga yuborilganda bemor roziligi va xavfsiz almashuv tartibi bo‘lishi kerak. Klinikada kim faylga kira olishi, u qancha vaqt saqlanishi, qanday nomlanishi va zaxira nusxasi qayerda turishi oldindan belgilanadi. Bunday intizom bo‘lmasa, raqamli qulaylik huquqiy xavfga aylanadi.

Kadrlar tayyorgarligi raqamli ortodontiyaning eng zaif bo‘g‘ini bo‘lishi mumkin. Skaner sotib olish osonroq, uni to‘g‘ri klinik protokolga kiritish qiyinroq. Shifokor skanerlash yo‘nalishini, namlik nazoratini, tish yuzasidagi artefaktlarni, dastur xatolarini va fayl eksport formatlarini bilishi kerak. Hamshira, administrator va laboratoriya xodimi ham jarayonni tushunmasa, bemor oqimi sekinlashadi. Texnologiya jamoaviy ishlashni talab qiladi.

O'zbekiston klinikalari uchun aralash model maqbul bo'lishi mumkin. Har bir klinikada to'liq raqamli laboratoriya bo'lishi shart emas. Skanerlash klinikada, dizayn ixtisoslashgan markazda, bosib chiqarish esa sertifikatlangan laboratoriyada bajarilishi mumkin. Bunday model kichik klinikalarga ham raqamli ortodontiyadan foydalanish imkonini beradi. Muhim shart fayl sifati, muddat, javobgarlik va qayta ishlash tartibini aniq kelishishdir.

Raqamli skanerlash **ortodontik davolash**ni inson omilidan xoli qilmaydi, lekin uni ko'rinadigan va o'lchanadigan qiladi. Shifokor reja, kuch, biologik javob va bemor intizomini boshqaradi. Texnologiya esa boshlang'ich holatni saqlaydi, xatoni erta ko'rsatadi, natijani solishtiradi va bemor bilan muloqotni kuchaytiradi. Shu sababli **3D texnologiyalar** ortodontiyada yordamchi emas, to'g'ri ishlatilganda davolash sifatini boshqaruvchi infratuzilma hisoblanadi.

Ortodontik **3D texnologiyalarni** rivojlantirishda mahalliy klinik tadqiqotlar zarur. O'zbekiston bemorlarida qaysi yosh guruhida alignerga rioya qilish yaxshi, qaysi klinik holatlarda skaner takroriy qolip olishni kamaytiradi, qaysi apparatlar raqamli dizayn bilan samaraliroq tayyorlanadi kabi savollar amaliy qiymatga ega. Xorijiy tajriba foydali, ammo mahalliy bemor xulqi, iqtisodiy imkoniyat va klinik infratuzilma farq qiladi. Mahalliy ma'lumot bo'lmasa, raqamli ortodontiya ko'proq reklama qilingan xizmat bo'lib qoladi.

Bemor xavfsizligi nuqtayi nazaridan **3D texnologiya** ortodontik kuchlarni nazorat qilishga yordam beradi. Rejada tish ildizi alveolyar suyak chegarasidan tashqariga chiqib ketmasligi, haddan tashqari proklinatsiya yoki retraktsiya bo'lmasligi, periodontal xavf kuchaymasligi kerak. Dastur dental tojlarni ko'rsatadi, ildiz va suyak holatini esa rentgen yoki CBCT ma'lumotlarisiz to'liq baholay olmaydi. Shu sababli murakkab holatlarda raqamli skan bilan birga radiologik tekshiruv va periodontal baho majburiy ahamiyatga ega.

Raqamli skanerlashning kundalik amaliyotdagi kichik foydasi ham e'tiborga loyiq. Bemorning gips modelini saqlash uchun xona kerak bo'lmaydi, model sinmaydi, kerakli fayl tez topiladi, boshqa mutaxassisga yuboriladi. Klinik jarayon yengillashadi. Ammo fayllarni tartibsiz saqlash yangi muammo yaratadi. Bemor familiyasi, sana, davolash bosqichi va model turi aniq yozilmasa, raqamli arxiv gips omboridan ham chalkash bo'lishi mumkin. Texnologiya intizomsiz ishlatilsa, qulaylik yo'qoladi.

Raqamli skanerlashni joriy etishda bemor oqimi va klinika logistikasini oldindan hisoblash kerak. Skaner borligi har bir bemorni tezroq qabul qilishni kafolatlamaydi. Operator tajribasiz bo'lsa, skan jarayoni cho'ziladi, fayl qayta olinadi, bemor navbati sekinlashadi. Dastlabki bosqichda kamroq murakkab holatlardan boshlash, xodimlarni

muntazam o'qitish va skan sifatini ichki nazorat qilish maqsadga muvofiq. Shunda texnologiya ishni og'irlashtirmaydi, aksincha tartibga soladi.

Ortodontik davolashda 3D model bemor roziligini sifatli olishga yordam beradi. Bemor o'z holatini ko'rsa, davolash maqsadi, muddati, ehtimoliy cheklov va muqobil yo'lni yaxshiroq tushunadi. Bu huquqiy jihatdan ham muhim. Shifokor rejaning imkoniyat va cheklovlarini aniq ko'rsatadi, bemor esa ongli qaror qabul qiladi. Raqamli vizualizatsiya rozilikni formal imzodan klinik muloqotga aylantiradi.

Davolash yakunida retainer bosqichi raqamli nazorat bilan kuchayadi. Ortodontik natija apparat yechilgan kuni tugamaydi. Tishlar eski holatiga qaytishga moyil bo'ladi, bu biologik qonuniyatdir. Yakuniy skan retainer tayyorlash, keyingi nazoratda relapsni aniqlash va bemorga saqlash rejimini tushuntirish uchun asos bo'ladi. Agar relaps erta sezilsa, katta qayta davolashdan oldin kichik tuzatishlar bilan vaziyat barqarorlashtiriladi.

3D texnologiyalarni o'qitishda nazariya bilan amaliyot birga bo'lishi zarur. Talaba skaner qanday ishlashini o'qibgina qolmay, real bemorda namlik, til harakati, tor og'iz bo'shlig'i va distal sohalarni skanerlash qiyinligini ko'rishi kerak. Shuningdek, yaxshi va yomon skanlarni solishtirib, xatolarni topishni o'rganadi. Bu ko'nikma **ortodontik davolash** sifatiga bevosita ta'sir qiladi.

Raqamli ortodontiyaning rivojlanishi stomatologiya xizmatini shaffofroq qiladi. Boshlang'ich holat, reja va yakuniy natija hujjatlashtiriladi. Shifokor o'z natijasini ko'radi, bemor o'zgarishni tushunadi, klinika sifatni nazorat qiladi. Bunday shaffoflik xato ehtimolini kamaytiradi va kasbiy mas'uliyatni oshiradi. Texnologiya eng katta foydasi aynan shu o'lchanadigan klinik madaniyatni shakllantirishidir.

Raqamli ortodontiyada sifat ko'rsatkichlari oldindan belgilansa, natijani baholash osonlashadi. Davolash muddati, qayta skanlar soni, apparat mos kelmasligi, bemor shikoyati, gigiyena buzilishi, reja bilan haqiqiy siljish farqi va relaps belgisi klinik audit uchun ishlatilishi mumkin. Bunday ko'rsatkichlar shifokorga qaysi bosqich zaifligini ko'rsatadi. Texnologiya faqat yangi uskunadan iborat bo'lmay, o'lchovli sifat nazorati tizimiga aylanganda klinik foyda beradi.

Ortodontik davolashda skaner ma'lumotlari boshqa raqamli manbalar bilan qo'shilganda yanada kuchli bo'ladi. Intraoral fotosurat, yuz fotosurati, telerentgenografiya, CBCT va periodontal baho bir platformada ko'rilsa, shifokor tishni faqat dental yoyda emas, butun kraniofasial tizimda baholaydi. Bu ayniqsa skelet muammosi, asimmetriya, retensiyalangan tish yoki jarrohlik-**ortodontik davolash** talab qilinadigan bemorlarda muhim. Raqamli integratsiya tashxisni chuqurlashtiradi.

Texnologiyani to'g'ri ishlatish bemorning **ortodontik davolashga** ishonchini oshiradi. Bemor har bir tashrifda rejaning qaysi bosqichida ekanini ko'rsa, davolash jarayoni nazorat ostida ekanini his qiladi. Bu psixologik omil oddiy ko'rinsa ham, uzoq muddatli davolashda katta ahamiyatga ega. Shifokor uchun esa bemor bilan kelishmovchilik kamayadi, chunki o'zgarishlar og'zaki emas, raqamli dalil bilan ko'rsatiladi.

Ortodontik raqamli texnologiyalarni to'g'ri ishlatish davolashdan keyingi ilmiy tahlil uchun ham imkoniyat yaratadi. Klinikada yig'ilgan skanlar yosh, jins, anomaliya turi, davolash usuli va natija barqarorligi bo'yicha tartiblanganida mahalliy ilmiy maqolalar, o'quv qo'llanmalar va klinik tavsiyalar uchun dalil bazasi shakllanadi. Bu stomatologiya ta'limi va amaliyotini bir-biriga yaqinlashtiradi.

Ortodontik amaliyotda **raqamli modelning** yana bir ustunligi multidisiplinar rejalashtirishda ko'rinadi. Ba'zi bemorlarda **ortodontik davolash** periodontologik tayyorgarlik, jarrohlik aralashuvi, implantatsiya yoki ortopedik restavratsiya bilan birga olib boriladi. Raqamli fayl parodontolog, ortoped, jarroh va laboratoriya mutaxassisi o'rtasida umumiy vizual til yaratadi. Tishning qayerga siljishi, keyingi protez uchun qancha joy ochilishi, implant uchun mezio-distal masofa yetarliligi va okklyuzion kontaktlar qanday o'zgarishi oldindan ko'riladi. Bu yondashuv alohida mutaxassislarning qarorini bitta klinik reja ichiga kiritadi.

Bolalar va o'smirlar ortodontiyasida 3D skanerlash diagnostika bilan birga motivatsion ahamiyatga ega. O'smir bemorlar ko'pincha uzoq davolash muddatidan charchaydi, breket gigiyenasiga yetarli e'tibor bermaydi yoki alignerni belgilangan vaqtda taqmaydi. Raqamli monitoring orqali tish siljishi ko'rsatilsa, bemor o'z harakati natijasini ko'radi. Gigiyena yomonlashganda milk shishi, emal demineralizatsiyasi yoki apparat atrofidagi muammo rasmlar va skanlar orqali tushuntiriladi. Bunday ko'rgazmalilik tarbiyaviy ta'sir beradi va davolash natijasini himoya qiladi.

Raqamli ortodontiyani amaliyotga kiritishda standart fayl boshqaruvi zarur. Har bir bemor uchun boshlang'ich skan, davolash reja fayli, oraliq skanlar, apparat dizaynlari va yakuniy model alohida nomlanishi va xavfsiz saqlanishi kerak. Fayl tartibsizligi klinik xatoga olib kelishi mumkin. Noto'g'ri bemor modeli bo'yicha aligner yoki retainer tayyorlanishi nafaqat vaqt va mablag' yo'qotadi, balki bemor ishonchini pasaytiradi. Shu bois raqamli ortodontiya texnik ko'nikma bilan birga ma'lumot intizomini ham talab qiladi.

Xulosa

Ortodontik davolashda **3D texnologiyalar** va **raqamli skanerlash** tashxis, rejalashtirish, bemor bilan muloqot va davolash monitoringi sifatini oshiradi. Ular gips

modelga bog‘liqlikni kamaytiradi, o‘lchovlarni standartlashtiradi, laboratoriya bilan almashuvni tezlashtiradi va natijalarni obyektiv solishtirish imkonini beradi. Bu afzalliklar faqat klinik ko‘nikma, to‘g‘ri protokol va biologik chegaralarni hisobga olish bilan real foyda beradi.

O‘zbekiston sharoitida raqamli ortodontiyaning rivojlantirishning eng maqbul yo‘li uni ta’lim, klinik protokol va laboratoriya integratsiyasi bilan birgalikda joriy etishdir. Skaner apparat emas, klinik ma’lumot ishlab chiqaruvchi manba sifatida qaralishi kerak. Shifokor ushbu ma’lumotni rentgen, yuz tahlili, periodontal holat va bemor intizomi bilan bog‘lay olsa, **3D texnologiya** davolash sifatini oshiradi. Aks holda u chiroyli **raqamli model** beruvchi, ammo klinik natijaga yetarli ta’sir qilmaydigan vosita bo‘lib qoladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati

1. Komilov H.P., Ibragimova M.I., Hamroyeva O. Terapevtik stomatologiya propedevtikasi. Darslik. – Toshkent: Yangi asr avlodi, 2006. – 312 b.
2. Xalilov I.X., Xudanov B.O., Daminova Sh.B., Muxamedova M.S., Mirisalixova F.L., Raxmatullayeva D.U. Bolalar terapevtik stomatologiyasi. O‘quv darsligi. – Toshkent, 2017. – 444 b.
3. Irsaliev X.I., Nigmatov R.N., Xabilov N.L. Ortopedik stomatologiya. Darslik. – Toshkent: Global, 2018. – 620 b.
4. Ergashev B.M. Stomatologik bemorlarda raqamli diagnostika usuli bilan tashhis qo‘yish // Yosh olimlar ilmiy-amaliy anjumani materiallari. – Toshkent: Toshkent davlat stomatologiya instituti, 2022. – B. 152–154.
5. Yusupjanova N. Karies va parodont kasalliklari profilaktikasi // Modern Science and Research. – 2025. – T. 2, № 4. – B. 732–736.
6. Saidova M.A. Parodont va oshqozon-ichak trakti kasalliklari // IQRO jurnali. – 2025. – T. 14, № 2. – B. 44–49.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi. O‘zbekiston Respublikasida sog‘liqni saqlash sohasining asosiy statistik ko‘rsatkichlari. – Toshkent, 2024. – 16 b.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 22-yanvardagi PQ-38-son qarori. Sog‘liqni saqlash sohasida islohotlarni chuqurlashtirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida.
9. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 24-iyuldagi 444-son qarori. Tibbiyot tashkilotlarini litsenziyalash va akkreditatsiyalash markazi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida.