



UDK: 616.716-001:004.9

## YUZ-JAG' JAROHATLARIDA 3D-REKONSTRUKSIYA VA RAQAMLI REJALASHTIRISH TEXNOLOGIYALARINING AHAMIYATI

**Ruziboyev Abbos Xolmominovich**

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti yuz-jag' jarrohligi mutaxassisligi talabasi

**Oqboyev Zayrulla Boriyevich**

Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Stomatologiya fanlar kafedrası o'qituvchisi, PhD,  
dotsent

**Annotatsiya.** Yuz-jag' jarohatlarida murakkab anatomiyani tiklash bilan birga okklyuziya, ko'rish, chaynash va yuz simmetriyasini saqlash talab etiladi. KT asosidagi 3D-rekonstruksiya, virtual jarrohlik rejalashtirish (VSP), CAD/CAM, 3D-bosma modellar va bemorga mos implantlar siniq fragmentlarini aniq baholash hamda operatsiyani oldindan rejalashtirish imkonini beradi. Tezisdá ushbu texnologiyalarning diagnostika, virtual reduksiya, fiksatsiya va rekonstruksiya áahamiyati hamda asosiy cheklovlari yoritilgan.

**Kalit so'zlar:** yuz-jag' jarohati, 3D-rekonstruksiya, virtual rejalashtirish, CAD/CAM, 3D-bosma, individual implant.

**Аннотация.** При челюстно-лицевой травме необходимо одновременно восстановить сложную анатомию, окклюзию, функцию и симметрию лица. 3D-реконструкция по данным КТ, виртуальное хирургическое планирование, CAD/CAM, 3D-печатные модели и индивидуальные имплантаты позволяют точнее оценивать переломы и заранее моделировать операцию. Рассмотрены их роль в диагностике, виртуальной репозиции и реконструкции, а также основные ограничения.

**Ключевые слова:** челюстно-лицевая травма, 3D-реконструкция, виртуальное планирование, CAD/CAM, 3D-печать, индивидуальный имплантат.

**Abstract.** Maxillofacial trauma requires restoration of complex anatomy, occlusion, function, and facial symmetry. CT-based 3D reconstruction, virtual surgical planning, CAD/CAM, 3D-printed models, and patient-specific implants allow more accurate assessment of fractures and preoperative simulation. This thesis outlines their role in diagnosis, virtual reduction, fixation, and reconstruction, together with major limitations.



**Keywords:** maxillofacial trauma, 3D reconstruction, virtual surgical planning, CAD/CAM, 3D printing, patient-specific implant.

## **KIRISH**

Yuz-jag' sohasining travmatik shikastlanishlari suyak yaxlitligi bilan birga okklyuziya, nafas olish, ko'rish, chaynash, nutq va yuz estetikasini buzishi mumkin. Panfasial, ko'p bo'lakli mandibula, zigomatikomaksillyar kompleks va orbital sinishlarda ikki o'lchamli tasvirlar operatsion taktika uchun doim ham yetarli emas. Shu sababli yuz-jag' travmatologiyasida KT ma'lumotlarini uch o'lchamli qayta ishlash va operatsiyani virtual muhitda rejalashtirishning ahamiyati ortib bormoqda.

Ko'p kesimli KTdan olingan DICOM ma'lumotlari segmentatsiya qilinib, suyaklarning 3D-modeli yaratiladi. Model siniq chiziqlari, fragmentlar siljishi, orbital devor nuqsoni va mandibula konturini fazoviy baholashga imkon beradi. VSP esa fragmentlarni virtual reduksiya qilish, sog'lom anatomiyani qayta yaratish va rejalashtirilgan natijani operatsiyaga ko'chirishga xizmat qiladi (Cronin & Lee, 2024).

## **ASOSIY QISM**

3D-rekonstruksiyaning asosiy afzalligi murakkab travmaning fazoviy anatomiyasini yaxlit ko'rsatishidir. Aksial, koronal va sagittal kesimlarda tarqoq ko'rinadigan fragmentlar uch o'lchamli modelda o'zaro munosabatda baholanadi. Bu panfasial shikastlanishlarda tayanch anatomik nuqtalarni aniqlash, reduksiya ketma-ketligini tanlash va fiksatsiya zonalarini oldindan belgilashni osonlashtiradi.

Virtual reduksiyada sog'lom tomondagi suyak geometriyasi "mirror" usulida akslantirilishi yoki mavjud anatomik orientirlar asosida siniq segmentlar qayta joylashtirilishi mumkin. Orbital sinishlarda sog'lom orbita konturi nuqsonli tomonga ko'chiriladi; zigomatikomaksillyar kompleks jarohatlarida zigoma pozitsiyasi va orbital rim simmetriyasi tiklanadi. Hassan va Mohammed (2023) 3D-modelda miniplata va titanium meshni oldindan moslashtirish orbital hajm va zigoma holatini tiklashda foydali ekanini ko'rsatgan.

Mandibula sinishlarida raqamli rejalashtirish okklyuziya va pastki yuz konturini tiklashda ayniqsa muhim. Komminutiv yoki atrofik mandibulada aniq anatomik referenslar yo'qolishi mumkin. Virtual modelda segmentlar reduksiya qilinib, rekonstruktiv plastina shakli va vintlarning xavfsiz joylashuvi oldindan aniqlanadi. Shifoxona ichidagi raqamli ish jarayonida tiklangan mandibula 3D-printerda chiqarilib, plastina shu modelda oldindan bukilishi mumkin; bu operatsiya vaqtida takroriy moslashtirishni kamaytiradi (King et al., 2019).



3D-bosma anatomik modellar, jarrohlik shablonlari, kesish yo'naltirgichlari va bemorga mos implantlar VSPning real operatsiyaga ko'chirilishini ta'minlaydi. Individual implant katta orbital yoki suyak defektlarida standart implantni operatsiya vaqtida uzoq moslashtirish zaruratini kamaytiradi. Oley va hamkorlarining (2024) sistematik tahliliga ko'ra, 3D-bosma kraniomaksillofasial travma rekonstruksiyasida anatomik aniqlikni oshirish uchun istiqbolli vositadir.

Raqamli rejalashtirishning klinik natijasi faqat chiroyli 3D-model yaratish bilan o'lchanmaydi. Uning haqiqiy qiymati operatsion aniqlik, vaqt, asoratlar va qayta operatsiya ehtimoliga ta'sirida namoyon bo'ladi. Bhatt va hamkorlari (2025) sistematik tahlilda VSP an'anaviy rejalashtirishga nisbatan jarrohlik aniqligini yaxshilashi va operatsiya vaqtini qisqartirishi mumkinligini ko'rsatgan. Ayniqsa simmetriya buzilgan va anatomik orientirlar yo'qolgan holatlarda oldindan tayyorlangan reja intraoperatsion qarorlar sonini kamaytiradi.

Texnologiyaning cheklovlari ham muhim. Birinchidan, natija KT sifati va segmentatsiya aniqligiga bog'liq; artefakt, past rezolyutsiya yoki noto'g'ri threshold virtual modelni real anatomiyadan og'dirishi mumkin. Ikkinchidan, o'tkir travmada vaqt omili mavjud: ma'lumotni import qilish, segmentatsiya, rejalashtirish, bosib chiqarish va sterilizatsiya kechikish keltirib chiqaradi. Bertin va hamkorlari (2025) shu sababli 3D-bosmaning shoshilinch travmada qo'llanishi hali ham logistika bilan cheklanishini qayd etgan.

Uchinchi cheklov xarajat va kompetensiyadir. Printer, material, dasturiy ta'minot, sterilizatsiya va malakali xodim qo'shimcha resurs talab qiladi. Biroq operatsiya vaqti va qayta moslashtirish kamayganda umumiy iqtisodiy samaradorlik yaxshilanishi mumkin. Shu bois istiqbolli model — segmentatsiya, rejalashtirish va 3D-bosmani bir muassasa ichida bajaradigan point-of-care raqamli laboratoriyadir. Bunday yondashuv tashqi kompaniyaga bog'liqlikni va kutish vaqtini kamaytiradi (van den Dries et al., 2026).

Kelajakda sun'iy intellektga asoslangan avtomatik segmentatsiya, siniq fragmentlarini algoritmik moslashtirish, intraoperatsion navigatsiya va aralash reallik virtual rejalashtirishni yanada tezlashtirishi kutiladi. Demak, 3D-rekonstruksiya alohida vizualizatsiya vositasi emas, balki tashxisdan fiksatsiya nazoratigacha bo'lgan yagona raqamli klinik zanjirning tarkibiy qismiga aylanmoqda.

## **XULOSA**

Yuz-jag' jarohatlarida 3D-rekonstruksiya va raqamli rejalashtirish murakkab anatomiyani aniq baholash, siniq fragmentlarini virtual reduksiya qilish, fiksatsiya usulini oldindan tanlash va orbital hamda mandibulyar rekonstruksiyaning individual rejalashtirish imkonini beradi. Ularning eng katta foydasi ko'p bo'lakli, simmetriya buzilgan va anatomik orientirlari yo'qolgan



jarohatlarda namoyon bo'ladi. Biroq klinik samaradorlik yuqori sifatli KT, to'g'ri segmentatsiya, malakali jamoa va tezkor raqamli ish jarayoniga bog'liq. Shuning uchun texnologiyani klinik ko'rsatma asosida tanlab qo'llash va virtual reja natijalarini intraoperatsion nazorat bilan birlashtirish maqsadga muvofiq.

#### **FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR**

1. Bertin, E., Coussens, C., Brumpton, E., Meyer, C., & Louvrier, A. (2025). 3D printing and acute maxillofacial trauma: An overview of the literature. *Oral and Maxillofacial Surgery*, 11(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s41205-025-00285-8>
2. Bhatt, M. A., Kemmu, A., Choudhary, A., Baghel, A., et al. (2025). Use of virtual surgical planning in oral surgery: A systematic review. *Cureus*, 17(3), e81051. <https://doi.org/10.7759/cureus.81051>
3. Cronin, B. J., & Lee, J. C. (2024). Preoperative radiology and virtual surgical planning. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America*, 36(2), 171–182. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2023.12.006>
4. Hassan, T. A. L., & Mohammed, D. A. (2023). Virtual surgical planning and 3-dimensional printing for the treatment of zygomaticomaxillary complex and/or orbital fracture. *Journal of Craniofacial Surgery*, 34(3), e218–e222. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000009056>
5. King, B. J., Park, E. P., Christensen, B. J., & Danrad, R. (2019). In-house digital workflow for the management of acute mandible fractures. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 77(10), 2084.e1–2084.e9. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2019.05.027>
6. Oley, M. H., Oley, M. C., Sukarno, V., & Faruk, M. (2024). Advances in three-dimensional printing for craniomaxillofacial trauma reconstruction: A systematic review. *Journal of Craniofacial Surgery*, 35(7), 1926–1933. <https://doi.org/10.1097/SCS.00000000000010451>
7. van den Dries, S., He, P., & Panchal, N. (2026). The expanding role of virtual surgical planning in maxillofacial trauma management. *Dental Clinics of North America*, 70(3), 703–723. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2026.03.013>