PASTKI JAG‘NI QAYTA TIKLASHDA BEMORGA MOSLASHTIRILGAN IMPLANTLARNI KLINIK QO‘LLASH VA TAKOMILLASHTIRISH

Rasulov Raxmatillo Saydulloyevich
Respublika ixtisoslashtirilgan travmatologiya
va ortopediya ilmiy amaliy markazi
Samarkand filiali shifokori
Gmail: raxmatillo.0621@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.23384879

Annotatsiya: Ushbu maqolada pastki jag‘ suyak nuqsonlarini rekonstruksiya qilishda bemorning individual anatomik xususiyatlariga moslashtirilgan implantlardan foydalanishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilingan. Pastki jag‘ning travmatik shikastlanishlari, o‘sma sababli rezeksiya qilinishi va boshqa patologik jarayonlardan keyingi nuqsonlarini tiklashda anatomik aniqlik, chaynash funksiyasi, nutq, yuz simmetriyasi hamda estetik natijalarni ta’minlash muhim klinik vazifalardan hisoblanadi. Maqolada kompyuter tomografiyasi, uch o‘lchamli modellashtirish, CAD/CAM texnologiyalari va 3D bosib chiqarish asosida tayyorlangan titan implantlarning qo‘llanish imkoniyatlari o‘rganilgan. 2021–2026-yillardagi xalqaro ilmiy adabiyotlar tahlili asosida individual implantlarni loyihalash, jarrohlik rejalashtirish, fiksatsiya va operatsiyadan keyingi kuzatuvni takomillashtirish yo‘nalishlari ishlab chiqilgan. Shuningdek, klinik amaliyotga tatbiq etish uchun bosqichma-bosqich algoritm taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: pastki jag‘, mandibula, individual implant, rekonstruktiv jarrohlik, 3D modellashtirish, CAD/CAM, titan implant, suyak nuqsoni, yuz-jag‘ jarrohligi, raqamli jarrohlik, anatomik rekonstruksiya, implant biomexanikasi.

Kirish

Pastki jag‘ yuz skeletining muhim anatomik tuzilmalaridan biri bo‘lib, chaynash, nutq, yutish, nafas yo‘llarining ayrim funksional mexanizmlari va yuzning estetik ko‘rinishida muhim rol o‘ynaydi. Mandibulaning travma, o‘sma, osteomiyelit yoki boshqa patologik jarayonlar oqibatida zararlanishi bemorning nafaqat anatomik holatiga, balki hayot sifatiga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, segmentar suyak nuqsonlari yuz simmetriyasining buzilishi, chaynash samaradorligining pasayishi va tish-jag‘ tizimining funksional yetishmovchiligiga olib kelishi mumkin.

An’anaviy rekonstruktiv usullarda autolog suyak transplantatlari, rekonstruktiv plastinalar va intraoperatsion shakllantiriladigan metall konstruksiyalardan foydalaniladi. Biroq murakkab anatomik nuqsonlarda implantning individual anatomiyaga to‘liq mos kelmasligi, operatsiya vaqtida qo‘shimcha modifikatsiyalash zarurati va funksional natijalarning o‘zgaruvchanligi kuzatilishi mumkin.

So‘nggi yillarda kompyuter yordamida rejalashtirish va individual implantlarni ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishi mandibular rekonstruksiya imkoniyatlarini kengaytirdi. 3D kompyuter tomografiyasi asosida suyakning virtual modeli yaratilishi, nuqson chegaralarining aniqlanishi va implantning oldindan loyihalashtirilishi jarrohlik aniqligini

oshirishga xizmat qiladi. 2022-yilda chop etilgan tizimli tahlilda kompyuter yordamida rejalashtirish qo‘llangan mandibular rekonstruksiyalarda keyingi dental implantatsiyani amalga oshirish ehtimoli an’anaviy usullarga nisbatan yuqoriroq ekani qayd etilgan (OR=2,70; 95% ishonch oralig‘i: 1,52–4,79) [1].

Tadqiqotning maqsadi — pastki jag‘ nuqsonlarini rekonstruksiya qilishda bemorga moslashtirilgan implantlardan foydalanishning zamonaviy klinik yondashuvlarini tahlil qilish hamda ularni loyihalash, ishlab chiqarish, jarrohlik amaliyotiga tatbiq etish va operatsiyadan keyingi kuzatuvni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Materiallar va metodlar

Tadqiqot nazariy-tahliliy xarakterga ega bo‘lib, 2021–2026-yillarda e’lon qilingan ilmiy maqolalar, tizimli sharhlar va klinik tadqiqotlar asosida bajarildi. Asosiy axborot manbalari sifatida PubMed/MEDLINE, Scopus va xalqaro ilmiy jurnallarda chop etilgan materiallar tanlab olindi.

Adabiyotlarni tahlil qilishda quyidagi kalit so‘zlardan foydalanish nazarda tutildi: “patient-specific mandibular implant”, “mandibular reconstruction”, “CAD/CAM”, “3D printed titanium implant”, “virtual surgical planning” va “maxillofacial reconstruction”.

Tanlangan ilmiy ishlar quyidagi mezonlar asosida tahlil qilindi:

- mandibular nuqsonlarni rekonstruksiya qilishga bevosita aloqadorligi;
- individual implantlarning klinik qo‘llanishi va texnologik xususiyatlarini yoritishi;
- jarrohlik aniqligi, anatomik moslik yoki funksional natijalarni baholashi;
- implant bilan bog‘liq asoratlar va uzoq muddatli kuzatuv ma’lumotlarini taqdim etishi;
- 2021–2026-yillar oralig‘ida nashr etilganligi.

Tadqiqotda tizimli tahlil, qiyosiy tahlil, klinik tavsiflarni umumlashtirish va texnologik jarayonlarni modellashtirish usullaridan foydalanildi.

Adabiyotlar tahlilida mandibular rekonstruksiya bilan bevosita bog‘liq klinik natijalar alohida, yuqori jag‘ yoki ortognatik jarrohlikka oid ma’lumotlar esa faqat tegishli raqamli rejalashtirish tamoyillarini izohlash uchun qo‘shimcha dalil sifatida ko‘rib chiqildi.

Natijalar va muhokama

Bemorning anatomik xususiyatlariga mos implantlarni qo‘llashning klinik ahamiyati. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, individual implantlardan foydalanish mandibular nuqsonlarni tiklashda anatomik moslik, jarrohlik aniqligi va rekonstruksiya jarayonini oldindan rejalashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Bunday implantlar bemorning kompyuter tomografiyasi asosida ishlab chiqilib, nuqsonning hajmi, shakli, joylashuvi va mavjud suyak to‘qimasining xususiyatlariga moslashtiriladi.

Darwich va hammualliflarining 2021-yilda e’lon qilingan klinik holat tahlilida o‘sma rezeksiyasidan keyingi mandibular nuqsonni 3D bosib chiqarilgan individual titan implant yordamida tiklash natijalari yoritilgan. Mualliflar virtual rejalashtirish asosida anatomik shaklni tiklash va funksional-estetik natijalarga erishish imkoniyatlarini ko‘rsatganlar [2].

2022-yilda Yang va Oh tomonidan o‘tkazilgan klinik kuzatuvda selektiv lazerli eritish texnologiyasi asosida ishlab chiqarilgan individual titan implantlar mandibular kontur nuqsonlarini tiklashda qo‘llanilgan. Ikki bemorda operatsiyadan keyingi anatomik aniqlik va olti oylik barqarorlik baholangan. Mazkur natijalar implantning qarama-qarshi jag‘ tomoniga

moslashtirilgan virtual modeli anatomik rekonstruksiyada qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi [3].

Individual implantlarni ishlab chiqarish texnologiyalari. Pastki jag‘ni rekonstruksiya qilishda individual implantlarni tayyorlash jarayoni bir nechta o‘zaro bog‘liq bosqichlardan iborat. Dastlab, yuqori aniqlikdagi kompyuter tomografiyasi orqali mandibulaning uch o‘lchamli anatomik modeli shakllantiriladi. Keyinchalik suyak nuqsoni chegaralari belgilanib, implantning geometrik konfiguratsiyasi ishlab chiqiladi.

CAD/CAM texnologiyasi yordamida implantning o‘lchamlari, fiksatsiya nuqtalari va mexanik xususiyatlari oldindan belgilanadi. Titan qotishmalaridan foydalanish konstruksiyaning mexanik mustahkamligini ta’minlashga qaratilgan. Selektiv lazerli eritish yoki elektron nurli eritish kabi additiv ishlab chiqarish usullari murakkab geometrik shakllarni tayyorlash imkonini beradi.

Xue va hammualliflarining 2024-yildagi tadqiqotida 3D bosib chiqarilgan titan qotishmali implantning mandibular rekonstruksiyadagi mexanik xususiyatlari chekli elementlar tahlili va klinik qo‘llash orqali o‘rganilgan. Bunday yondashuv implant konstruksiyasida mexanik yuklamalarni oldindan baholash muhimligini ko‘rsatadi [4].

Klinik tadqiqotlar natijalarining qiyosiy tahlili. Quyidagi jadval 2021–2026-yillardagi tanlangan ilmiy ishlar asosida shakllantirildi.

1-jadval. Pastki jag‘ rekonstruksiyasida individual implantlarni qo‘llash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar tahlili

Mualliflar, yil	Tadqiqot yo‘nalishi	Asosiy natija
Darwich va hammualliflar, 2021	3D titan implant bilan mandibular rekonstruksiya	Anatomik va funksional tiklash imkoniyatlari yoritilgan
Yang va Oh, 2022	Individual titan implant va mandibular kontur	Ikki klinik holatda anatomik aniqlik va 6 oylik barqarorlik kuzatilgan
Taalab va hammualliflar, 2023	Individual titan plastinalar va an’anaviy miniplastinalar	20 bemorli randomizatsiyalangan tadqiqotda individual plastinalar guruhida operatsiya vaqti va ayrim funksional ko‘rsatkichlarda ijobiy farqlar qayd etilgan
Xue va hammualliflar, 2024	3D titan qotishmali implantning biomexanikasi	Chekli elementlar tahlili va klinik qo‘llash o‘rganilgan
Lampert va hammualliflar, 2024	Individual titan fiksatsiya tizimlari	38 bemor natijalari asosida turli plastinalar o‘rtasidagi asoratlar tahlil qilingan
D’Alpaos va hammualliflar, 2026	CAD/CAM asosidagi yuz-jag‘ rekonstruksiyasi	Anatomik aniqlik, funksional natijalar va texnologik cheklovlar umumlashtirilgan

Manba: 2–7 ilmiy tadqiqotlari asosida muallif tomonidan tuzildi. 2026-yilgi manba yuqori jag‘ va o‘rta yuz rekonstruksiyasiga tegishli bo‘lib, jadvalga raqamli rejalashtirish texnologiyalarini qiyosiy baholash maqsadida kiritilgan.

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinadiki, individual implantlar bo‘yicha tadqiqotlar turli klinik vaziyatlarni qamrab oladi. Xususan, Taalab va hammualliflari tomonidan 2023-yilda o‘tkazilgan randomizatsiyalangan klinik tadqiqotda pastki jag‘ tanasi sinishi bo‘lgan 20 bemor ikki guruhga ajratilgan. Individual titan plastinalar qo‘llangan guruhda operatsiya vaqti qisqargani, tishlash kuchi va bemorlar qoniqishining ayrim ko‘rsatkichlari yuqoriroq bo‘lgani qayd etilgan. Biroq ushbu natijalar segmentar suyak nuqsonlarini rekonstruksiya qilish bilan aynan bir xil klinik vaziyat sifatida talqin qilinmasligi kerak [5].

Lampert va hammualliflarining 2024-yildagi retrospektiv tadqiqotida 38 nafar bemorda individual 3D titan miniplastinalar va rekonstruktiv plastinalar qo‘llanishi taqqoslangan. Fiksatsiya yetishmovchiligi, plastina ekspozitsiyasi, suyak bitishining to‘liq bo‘lmasligi va infeksiya kabi asoratlar bo‘yicha guruhlar o‘rtasida statistik jihatdan ahamiyatli farq aniqlanmagan [6].

Ushbu holat individual implantlarning klinik samaradorligini faqat anatomik moslik bilan baholash yetarli emasligini ko‘rsatadi. Implantning mexanik mustahkamligi, yumshoq to‘qimalar bilan munosabati, fiksatsiya sifati va bemorning umumiy klinik holati ham hisobga olinishi lozim.

Individual implantlarni klinik qo‘llash algoritmi. Adabiyotlar tahlili asosida pastki jag‘ rekonstruksiyasida quyidagi takomillashtirilgan klinik algoritm taklif etiladi.

2-jadval. Bemor uchun individual mandibular implantni klinik qo‘llash algoritmi

Bosqich	Amalga oshiriladigan ishlar	Kutiladigan klinik vazifa
Diagnostik	KT, klinik va funksional tekshiruv	Nuqsonning anatomik chegaralarini aniqlash
Raqamli modellashtirish	3D rekonstruksiya, virtual simmetriya	Implantning individual shaklini belgilash
Implant dizayni	CAD/CAM, fiksatsiya nuqtalarini tanlash	Anatomik va mexanik moslikni rejalashtirish
Ishlab chiqarish	Titan qotishmasini 3D bosib chiqarish	Individual konstruksiyani tayyorlash
Operatsion bosqich	Implantni moslashtirish va fiksatsiya	Rekonstruksiya aniqligini ta’minlash
Postoperatsion nazorat	Klinik va radiologik kuzatuv	Asoratlar va funksional tiklanishni baholash

Manba: 4,7,8 asosida muallif tomonidan taklif etilgan.

Taklif etilgan algoritmning muhim jihati shundaki, implantni loyihalash jarayoni faqat suyak nuqsonini yopishga emas, balki kelgusidagi protezlash va chaynash funksiyasini tiklashga ham yo‘naltirilishi kerak.

Individual implantlarni takomillashtirishning istiqbolli yo‘nalishlari. Individual mandibular implantlarni yanada takomillashtirishda quyidagi yo‘nalishlar muhim hisoblanadi:

- Biomexanik optimallashtirish: chekli elementlar tahlili asosida implantning kuchlanish taqsimotini baholash va konstruksiyaning mexanik barqarorligini oshirish.
- Anatomik moslikni kuchaytirish: qarama-qarshi jag‘ning virtual modeli va mavjud suyak tuzilmalaridan foydalanish.

- Nerv tuzilmalarini himoyalash: pastki alveolyar nerv kanali va boshqa anatomik muhim sohalarni hisobga olgan holda vintlar joylashuvini rejalashtirish.
- Raqamli jarrohlik yo‘riqnomalari: kesish va fiksatsiya yo‘nalishini oldindan belgilash orqali operatsion jarayonni standartlashtirish.
- Uzoq muddatli monitoring: implant barqarorligi, infeksiya, yumshoq to‘qima reaksiyasi va funksional ko‘rsatkichlarni muntazam kuzatish.

2026-yilda chop etilgan D’Alpaos va hammualliflarining tizimli sharhida CAD/CAM va bemorga moslashtirilgan implantlar anatomik moslik hamda jarrohlik rejalashtirish imkoniyatlarini kengaytirishi, biroq yuqori xarajat, texnologik infratuzilmaga bog‘liqlik va uzoq muddatli natijalar bo‘yicha ma’lumotlarning cheklanganligi qayd etilgan [7].

O‘zbekiston klinik amaliyotida mazkur texnologiyalarni joriy etishda yuz-jag‘ jarrohlari, radiologlar, ortoped-stomatologlar va biomuhandislar o‘rtasidagi multidisiplinar hamkorlikni rivojlantirish zarur. Xususan, individual implantlarning mahalliy sharoitda loyihalanishi va ishlab chiqarilishi texnologik mustaqillikni oshirish imkoniyatini yaratishi mumkin. Biroq bunday yondashuvni keng klinik amaliyotga tatbiq etishdan oldin texnik validatsiya, biologik xavfsizlik va klinik samaradorlik bo‘yicha mahalliy tadqiqotlar o‘tkazilishi lozim.

Xulosa

Pastki jag‘ nuqsonlarini rekonstruksiya qilishda bemorga moslashtirilgan implantlardan foydalanish zamonaviy yuz-jag‘ jarrohligining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. 2021–2026-yillardagi ilmiy tadqiqotlar tahlili individual implantlarning anatomik moslikni ta’minlash, jarrohlik jarayonini oldindan rejalashtirish va funksional-estetik rekonstruksiya imkoniyatlarini kengaytirishini ko‘rsatadi.

CAD/CAM, 3D modellashtirish va additiv ishlab chiqarish texnologiyalarini birgalikda qo‘llash implantning individual geometrik shaklini yaratish, fiksatsiya nuqtalarini aniqlash va mexanik xususiyatlarini baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, implantning klinik natijasi bemorning suyak sifati, yumshoq to‘qimalar holati, infeksion xavf, operatsion texnika va keyingi kuzatuvga bog‘liq.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, individual mandibular implantlarni klinik qo‘llashda quyidagi yondashuvlarni takomillashtirish tavsiya etiladi: raqamli diagnostika va virtual rejalashtirishni standartlashtirish, implant dizaynida biomexanik tahlildan foydalanish, anatomik muhim tuzilmalarni himoyalash, operatsiyadan keyingi radiologik nazoratni tizimlashtirish hamda uzoq muddatli klinik natijalarni baholash.

Kelgusida Samarqand davlat tibbiyot universiteti va boshqa ixtisoslashgan klinikalarda individual implantlar qo‘llangan bemorlar ishtirokida prospektiv klinik tadqiqotlar o‘tkazish, anatomik aniqlik, operatsiya davomiyligi, asoratlar, chaynash funksiyasi va hayot sifati ko‘rsatkichlarini baholash ushbu texnologiyaning mahalliy klinik samaradorligini aniqlashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yhati

1. König F., Wüster J., Rendenbach C. va boshq. Patient-centred outcomes and dental implant placement in computer-aided free flap mandibular reconstruction: a systematic review and meta-analysis // British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery. – 2022. – DOI: 10.1016/j.bjoms.2022.09.004. – URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36280538/
2. Darwich K., Ismail M.B., Al-Shurbaji Al-Mozaiek M.Y., Alhelwani A. Reconstruction of mandible using a computer-designed 3D-printed patient-specific titanium implant: a case report // Oral and Maxillofacial Surgery. – 2021. – Vol. 25, No. 1. – P. 103–111. – DOI: 10.1007/s10006-020-00889-w.
3. Yang H.J., Oh J.H. Reconstruction of Mandibular Contour Defect Using Patient-Specific Titanium Implant Manufactured by Selective Laser Melting Method // Journal of Craniofacial Surgery. – 2022. – Vol. 33, No. 7. – P. 2055–2058. – DOI: 10.1097/SCS.0000000000008513.
4. Xue R., Lai Q., Xing H. va boshq. Finite element analysis and clinical application of 3D-printed Ti alloy implant for the reconstruction of mandibular defects // BMC Oral Health. – 2024. – Vol. 24. – Article 95. – DOI: 10.1186/s12903-024-03857-y.
5. Taalab D.A., Shehab A.F., Atef M., Shehab M.F. Comparative study between patient specific titanium plates versus conventional miniplates for treatment of mandibular fractures: Randomized clinical trial // Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. – 2023. – Vol. 51, No. 4. – P. 217–223. – DOI: 10.1016/j.jcms.2023.01.015.
6. Lampert P., Fenske J., Wüster J. va boshq. Comparative study of CAD/CAM reconstruction and miniplates for patient-specific fixation in LCL-type mandibular reconstruction // Frontiers in Oncology. – 2024. – Vol. 14. – Article 1438269. – DOI: 10.3389/fonc.2024.1438269.
7. D’Alpaos D., Badiali G., Ceccariglia F., Nosrati A., Tarsitano A. Use of CAD/CAM Workflow and Patient-Specific Implants for Maxillary Reconstruction: A Systematic Review // Journal of Clinical Medicine. – 2026. – Vol. 15, No. 2. – Article 647. – DOI: 10.3390/jcm15020647.
8. Subash P., Nerurkar S.A., Krishnadas A. va boshq. Patient Specific Alloplastic Implant Reconstruction of Mandibular Defects—Safe Practice Recommendations and Guidelines // Journal of Maxillofacial and Oral Surgery. – 2023. – Vol. 22, Suppl. 1. – P. 28–36. – DOI: 10.1007/s12663-023-01881-z.
9. Lampert P., Fenske J., Wüster J. va boshq. Patient-specific 3D-printed mini-versus reconstruction plates for free flap fixation at the mandible: Retrospective study of clinical outcomes and complication rates // Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery. – 2023. – DOI: 10.1016/j.jcms.2023.09.019.
10. Reconstruction of maxillofacial bone defects using patient-specific long-lasting titanium implants // Scientific Reports. – 2022. – DOI: 10.1038/s41598-022-11548-5.