



TRAVMATOLOGIYA SOHASIDA 3D PRINTERLARNI QO‘LLASHNI SOHA RIVOJIGA QO‘SHGAN HISSASINI O‘RGANISH

G'ulomov Shuxrat

Andijon davlat tibbiyot instituti klinikasi dotsenti

Abdukarimova Robiya

Andijon davlat texnika institut

“Biotibbiyot muhandisligi” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Nabiyev Axrorbek

Andijon davlat texnika instituti

“Biotibbiyot muhandisligi” yo‘nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada travmatologiya sohasida 3D printer texnologiyalarining qo‘llanilishi va ularning sohaga qo‘shayotgan innovatsion hissasi o‘rganiladi. 3D printerlar yordamida suyak implantlari, ortopedik protezlar hamda individual moslashtirilgan tibbiy qurilmalar ishlab chiqarish imkoniyati tibbiy jarayonlarda aniqroq, samaraliroq va bemor uchun xavfsizroq yechimlarni taqdim etmoqda. Maqolada 3D bosma texnologiyalarning afzalliklari, amaliyotdagi qo‘llanilishi va mavjud muammolar tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu texnologiyaning travmatologiya rivojiga ijobiy ta’siri va istiqbollari haqida ilmiy asoslangan xulosalar keltiriladi.

Kalit so‘zlar: rekonstruksiya, biokompatibil, PEEK (polyether ether ketone), ortopediya, protez.

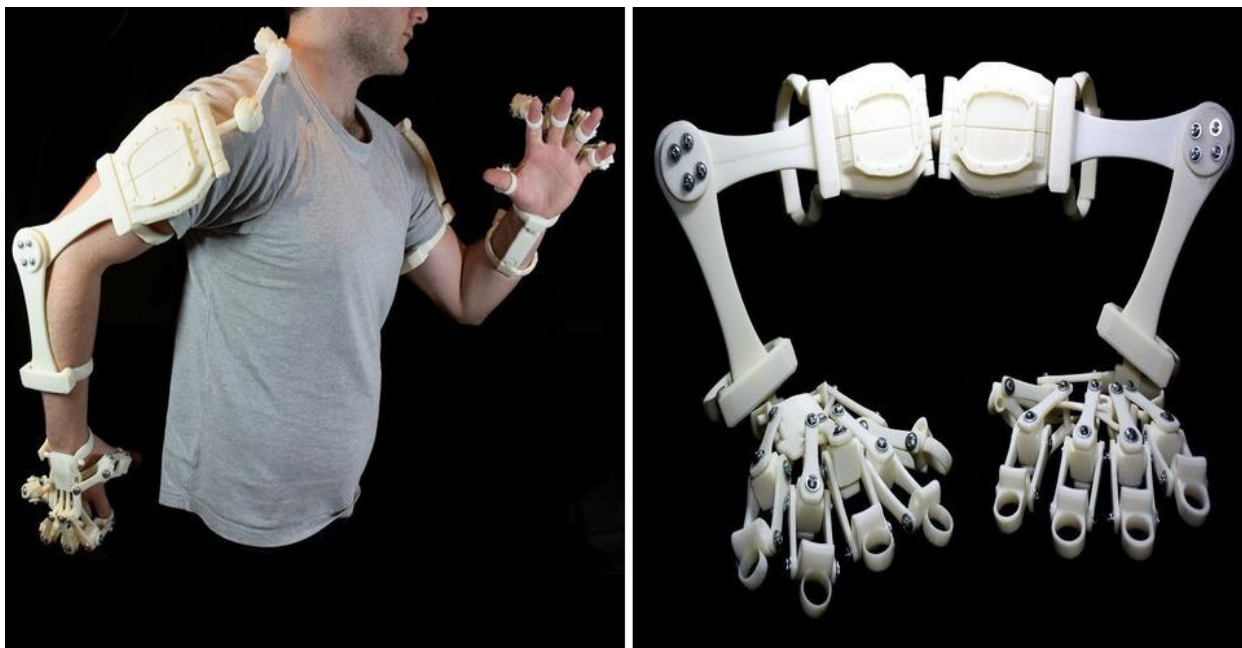
Kirish

Oxirgi o‘n yillikda tibbiyot fanidagi eng jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlardan biri – **individualizatsiyalashgan davolash uslublarini** yaratishdir. Aynan shu nuqtada **3D bosma texnologiyasi (3D printing)** travmatologiyada inqilobiy o‘zgarishlarni boshlab berdi. Ilgari tayyor, standart



o'lchamdagi implantlar asosida davolash amalga oshirilgan bo'lsa, bugungi kunda **bemorning shaxsiy anatomik tuzilmasiga mos, aniq model asosida** tayyorlangan tibbiy vositalar keng joriy qilinmoqda. [1] Bu esa nafaqat operatsiyalar samaradorligini oshiradi, balki **asoratlarni xavfini sezilarli darajada kamaytiradi**.

Masalan, 2024-yilda Germaniya, Yaponiya va AQShdagi klinik markazlarda olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, **3D bosilgan individual implantlar yordamida amalga oshirilgan suyak rekonstruksiya operatsiyalari** an'anaviy metodlarga nisbatan **35–50% tezroq tiklanish davrini ta'minlagan**. Ayniqsa, **yuqori darajadagi suyak deformatsiyalari yoki murakkab sinishlarda 3D** texnologiyalar o'rini hech bir an'anaviy vosita bosa olmayapti.



1-rasm. Yordamchi qo'1 protezlari

Shuningdek, **operatsiyadan avvalgi bosqichda 3D printer yordamida suyakning to'liq fizik modelini yaratish** jarrohga bevosita real maket asosida operatsiyani rejalashtirish imkonini beradi. Bu yondashuv, ayniqsa, **yosh bolalar, qariyalar yoki ko'p sonli suyak shikastlari bo'lgan bemorlarda xavfni**



kamaytirishga xizmat qilmoqda. [2] Endilikda, travmatologiyada **shunchaki davolash emas, balki yuqori aniqlikda tiklash (rekonstruksiya)** muhim mezon sifatida ilgari surilmoqda – bunda 3D printerlar muhim rol o‘ynaydi.

Bugungi kunda 3D bosma texnologiyalari faqatgina modellashtirish yoki prototip yaratish bilan cheklanib qolmay, balki bevosita **jarrohlik amaliyotida qo‘llaniladigan yakuniy tibbiy mahsulotlarni** tayyorlash imkonini bermoqda. Ayniqsa, **biokompatibil materiallar** – ya’ni inson tanasi bilan muvofiq va rad etilmaydigan materiallar – asosida ishlab chiqarilgan implantlar travmatologik davolashda katta burilish yasamoqda. [3] Masalan, **Titanium va PEEK (polyether ether ketone)** materiallari asosida bosilgan suyak protezlari va implantlar nafaqat mustahkamligi, balki organizm bilan moslashuvchanligi bilan



ajralib turadi.



2-rasm. Titanium materiali va uning qo‘llanilishi



Shuningdek, Osiyo va Yevropa davlatlarida 2022–2024 yillarda olib borilgan klinik tajribalarda, 3D texnologiyalar yordamida tayyorlangan individual protezlar yordamida amalga oshirilgan ortopedik operatsiyalarda **asoratlarning soni 40% gacha kamaygani** ilmiy maqolalarda qayd etilgan. Bu esa, texnologiyaning nafaqat eksperimental, balki real klinik amaliyotda ham samaradorligini ko'rsatadi.

3D bosma eng avvalo **suyak sinishlari** va **kompleks jarohatlarda** qo'llaniladi. Masalan, yuza joylashgan suyaklarning (to'piq, tirsak, yelka) murakkab sinishlarida bemorning tomografik ma'lumotlari asosida to'g'ridan-to'g'ri shikastlangan qismlar bilan mos keluvchi implantlar tayyorlanadi. Bu implantlar suyak shakliga mukammal mos kelganligi sababli jarrohlik operatsiyasi tez va kam invaziv bo'ladi. Bunday yondashuv suyakning noto'g'ri bitib qolish xavfini kamaytiradi va rehabilitatsiya muddatini sezilarli darajada qisqartiradi. [4]

Shuningdek, 3D bosma **bo'g'im protezlarida** ham keng foydalanilmoqda. Ayniqsa tizza va son bo'g'imlarining yallig'lanish yoki degenerativ kasalliklari tufayli almashtirilishi kerak bo'lgan hollarda, bemorning harakat fiziologiyasiga mos, engil, balki og'irlikni teng taqsimlovchi protezlar yaratilmoqda. Bu esa bemor uchun qulaylik, og'riqning kamayishi va harakat faolligining tiklanishini ta'minlaydi.



3-rasm. Bo'g'imlar uchun protez



Travmatologiyada yana bir muhim yo‘nalish bu — **rekonstruktiv jarrohlik**. Bunda avtohalokat yoki og‘ir sanoat jarohatlari tufayli suyakning bir qismini to‘liq yo‘qotgan hollarda, an’anaviy usullarda ko‘chirma suyaklar bilan muolaja qilinadi. Ammo bu doim ham to‘liq tiklanish bermaydi. [5] 3D texnologiya esa bemorning suyak anatomiyasiga mos, yo‘qotilgan fragmentni to‘liq shaklda tiklay oladigan sun’iy suyaklarni tayyorlaydi. Ayniqsa, pastki jag‘, peshona yoki chakka suyaklari kabi vizual jihatdan muhim zonalarda bu usul estetik natijalari bilan ham yuqori baholanmoqda.

Travmatologiya sohasida yana bir dolzarb jihat – bu **murakkab yuz-suyak deformatsiyalarini tiklash**, ya’ni rekonstruktiv travmatologiya hisoblanadi. An’anaviy usullar bunday hollarda ko‘pincha estetik va funksional jihatdan to‘liq natija bera olmaydi. Ayni vaqtda 3D texnologiyalar orqali jarrohlarga **kompyuter tomografiyasi (KT) asosida tayyorlangan individual suyak modellarini** ishlab chiqish, ularni avvaldan sinab ko‘rish va kerak bo‘lsa takomillashtirish imkoniyati beriladi. Bu yondashuv **murakkab operatsiyalarni qisqa vaqt ichida, minimal xatolik bilan bajarishga** sharoit yaratmoqda. [6]

Bundan tashqari, yetakchi tibbiyot universitetlari va markazlari (masalan, Mayo Clinic – AQSh, Tokyo Medical University – Yaponiya) tomonidan 3D bosma texnologiyalar asosida yaratilgan **raqamli anatomik kutubxonalar** shakllantirilmoqda. [7] Bu kutubxonalar travmatologiya sohasi mutaxassislari uchun o‘quv va diagnostik vosita sifatida katta ahamiyatga ega bo‘lmoqda. Shu bilan birga, tibbiy ta’limda ham 3D modellar real bemorlar bilan ishlashdan oldin **simulyatsiya vositasi sifatida** keng qo‘llanilmoqda.

2025-yilga kelib O‘zbekistonda tibbiyot sohasiga, xususan travmatologiya va ortopediya yo‘nalishiga raqamli texnologiyalar jadal kirib kelmoqda. Ular orasida 3D bosma texnologiyasi eng tez rivojlanayotgan yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etiladi. Ilgari faqat import asosida keltirilgan tayyor protezlar va



standart implantlar bilan cheklanilgan bo'lsa, hozirda mamlakat ichida ham individual suyak implantlarini ishlab chiqarish bo'yicha ilk amaliy qadamlar qo'yilmoqda. Bu esa bemorlar uchun nafaqat davolanish tezligini oshirdi, balki operatsiyalarning aniqligi, funksional natijadorligi va estetik jihatdan qoniqarli bo'lishini ham ta'minlay boshladi.

Ayniqsa, titanium materiallari asosida 3D bosma yordamida yaratilayotgan implantlar soni ortib bormoqda. Ular yengil, mustahkam va inson organizmi tomonidan rad qilinmasligi tufayli, travmatik suyak shikastlarida mukammal muqobil sifatida ishlatilmoqda. O'zbekistonning ayrim ixtisoslashtirilgan tibbiyot muassasalarida, masalan, Respublika ixtisoslashtirilgan travmatologiya va ortopediya ilmiy-amaliy tibbiyot markazida 3D model asosida yakka tartibda tayyorlangan suyak qismlarini almashtirish bo'yicha dastlabki muvaffaqiyatli amaliyotlar o'tkazildi. Bu esa jarrohlarga har bir bemorning anatomik tuzilmasini chuqur o'rganish, operatsiyani oldindan modellashtirish, va natijada xatolik ehtimolini kamaytirish imkonini berdi.

Shuningdek, 3D bosma vositalari orqali yaratilgan suyak modellarining o'quv jarayoniga tatbiq etilishi tibbiy ta'lim sifatini oshirmoqda. Toshkent tibbiyot akademiyasi, Andijon va Samarqand davlat tibbiyot institutlarida amaliy mashg'ulotlar uchun 3D bosilgan realistik anatomik modellar joriy etilmoqda. Bu yangilik orqali talabalar oddiy nazariy bilim bilan emas, balki real klinik holatlarga yaqin sharoitda tayyorlanmoqda.

Mahalliy ishlab chiqaruvchilar va innovatsion texnologiya markazlari ham bu jarayonga jalb etila boshladi. 2025-yil boshidan boshlab ba'zi texnoparklarda 3D biotibbiy bosma yo'nalishida startap loyihalar moliyaviy va texnik jihatdan qo'llab-quvvatlanmoqda. Bu esa kelajakda O'zbekiston ichida protezlar va tibbiy modellarni importga bog'liq bo'lmagan holda ishlab chiqarish imkonini yaratadi.



Umuman olganda, 3D bosma texnologiyalari O‘zbekistonda travmatologiya sohasiga samarali, xavfsiz va iqtisodiy jihatdan maqbul yechimlar olib kirmoqda. Bu texnologiyalar orqali bemorlar individual yondashuv asosida sifatli tibbiy xizmat olishga erishmoqda, tibbiy muassasalar esa zamonaviy ilm-fan asosida faoliyatini rivojlantirmoqda. Yaqin yillarda bu yondashuv mamlakat sog‘liqni saqlash tizimida standart amaliyotga aylanishi kutilmoqda.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, 3D bosma texnologiyalarining travmatologiya sohasida joriy etilishi O‘zbekiston tibbiyotida katta imkoniyatlar eshigini ochmoqda. Bu texnologiyalar yordamida murakkab suyak siniklari, bo‘g‘im deformatsiyalari va individual rekonstruksiya talab qiluvchi holatlarda yuqori aniqlik va bio uyg‘unlikka ega implantlar yaratish imkoniyati paydo bo‘lmoqda. Dunyo tajribasi shuni ko‘rsatadiki, PEEK va titanium asosidagi 3D implantlar orqali bemorlarning sog‘ayish muddati qisqaradi, operatsion tavakkalchiliklar kamayadi va ortopedik aralashuvlar ancha samarali bo‘ladi. Ayniqsa, bemorning individual anatomik xususiyatlariga moslashtirilgan holda ishlab chiqilgan protez va implantlar yordamida jarrohlik amaliyotining natijaviyligi sezilarli darajada oshadi. O‘zbekiston sharoitida esa bu texnologiyani to‘liq tatbiq etishda muayyan muammolar, xususan, tibbiy 3D printerlarning cheklanganligi, malakali mutaxassislar yetishmovchiligi, standartlashtirish me'yorlarining sustligi hamda iqtisodiy va texnologik infratuzilmaning to‘liq shakllanmaganligi kabi omillar mavjud. Biroq so‘nggi yillarda ilmiy-tadqiqot ishlari, tibbiy muhandislik, bioinformatika va raqamli texnologiyalar yo‘nalishidagi o‘sishlar, shuningdek, oliy ta'lim muassasalarida zamonaviy sog‘liqni saqlash texnologiyalariga ixtisoslashgan yo‘nalishlar ochilayotgani ushbu sohaning istiqbolini kengaytirmoqda.



Kelgusida davlat va xususiy sektor o'rtasidagi samarali hamkorlik, normativ-huquqiy bazaning rivojlantirilishi hamda ilmiy innovatsion markazlar faoliyatining faollashtirilishi orqali O'zbekistonda 3D bosma texnologiyalarini travmatologiyada kompleks joriy etish mumkin bo'ladi. Shu asosda, mazkur texnologiyalar kelajakda sog'liqni saqlash tizimining ajralmas va strategik yo'nalishlaridan biriga aylanishi, hamda bemorlar hayot sifati va umri davomiyligini sezilarli yaxshilashi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Ventola, C. (2014). Medical Applications for 3D Printing: Current and Projected Uses. *Pharmacy and Therapeutics*.
2. Javaid, M; Haleem, A. (2018). Additive Manufacturing Applications in Medical Cases: A Literature Based Review. *Alexandria Journal of Medicine*.
3. Tack, P; Victor, J; Gemmel, P. (2016). 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *BioMedical Engineering OnLine*.
4. Martelli, N; Serrano, C. (2016). Advantages and disadvantages of 3-dimensional printing in surgery: A systematic review. *Surgery*.
5. Shafiee, A; Atala, A. (2016). Printing Technologies for Medical Applications. *Trends in Molecular Medicine*.
6. Wang, L; Wang, Y. (2020). 3D Printing in Orthopedic Surgery: Current Applications and Future Developments. *Orthopedic Research and Reviews*.
7. Rengier, F; Mehndiratta, A; von Tengg-Kobligk (2010). 3D Printing Based on Imaging Data: Review of Medical Applications. *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*.