



3D PRINTERLARDA ISHLATILADIGAN BIOMATERIALLAR TURLARI

G'ulomov Shuxrat

Andijon davlat tibbiyot instituti klinikasi dotsenti

Abdukarimova Robiya

Andijon davlat texnika instituti

“Biotibbiyot muhandisligi” yo'nalishi 4-kurs talabasi

Nabiyev Axrorbek

Andijon davlat texnika instituti

“Biotibbiyot muhandisligi” yo'nalishi 4-kurs talabasi

Annotatsiya (O'zbek tilida): Ushbu maqola 3D bosib chiqarish texnologiyalarida qo'llaniladigan biomateriallarning turlari va ularning tibbiyot sohasidagi ahamiyatini o'rganadi. 3D bioprinting jarayonlarida ishlatiladigan polimerlar (masalan, polilaktik kislota, gidrogellar), metall qotishmalar (titan, zanglamaydigan po'lat) va bio-siyohlarning xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi. Biomateriallarning biologik moslashuvchanligi, mexanik xususiyatlari va to'qima muhandisligidagi qo'llanilishi muhokama qilinadi. Shuningdek, biomateriallarning kelajakdagi rivojlanish yo'nalishlari va 3D bosib chiqarishning regenerativ tibbiyotdagi imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Maqola ilmiy-metodologik yondashuv asosida biomateriallarning klinik qo'llanilishidagi muammolarni yoritadi va ularni bartaraf etish yo'llarini taklif qiladi.

Annotatsiya (Ingliz tilida) and their significance in the medical field. The properties, advantages, and limitations of polymers (e.g., polylactic acid, hydrogels), metal alloys (e.g., titanium, stainless steel), and bio-inks used in 3D bioprinting processes are analyzed. The biocompatibility, mechanical properties, and applications of these biomaterials in tissue engineering are discussed.



Additionally, the article explores future development trends of biomaterials and the potential of 3D printing in regenerative medicine. Using a scientific-methodological approach, it highlights challenges in clinical applications and proposes solutions to address them.

Kalit soʻzlar (Oʻzbek tilida): 3D bosib chiqarish, biomateriallar, bioprinting, polimerlar, bio-siyohlar, gidrogellar, metall qotishmalar, toʻqima muhandisligi, regenerativ tibbiyot, biologik moslashuvchanlik.

Keywords (Ingliz tilida): 3D printing, biomaterials, bioprinting, polymers, bio-inks, hydrogels, metal alloys, tissue engineering, regenerative medicine, biocompatibility.

Kirish

3D bosib chiqarish texnologiyasi soʻnggi yillarda tibbiyot, toʻqima muhandisligi va stomatologiya kabi sohalarda katta yutuqlarga erishdi. Ushbu texnologiyaning muvaffaqiyatida biomateriallarning oʻrni beqiyos boʻlib, ular inson tanasiga mos keladigan va maxsus mexanik xususiyatlarga ega moddalarni ifodalaydi. Biomateriallar 3D printerlar orqali murakkab tuzilmalarni, masalan, implantlar, protezlar va hatto toʻqimalarga oʻxshash tuzilmalarni yaratishda ishlatiladi. Ushbu maqola 3D bosib chiqarishda qoʻllaniladigan biomateriallarning asosiy turlari, ularning xususiyatlari, qoʻllanilishi va kelajakdagi istiqbollarini tahlil qilishga bagʻishlanadi. Maqolaning maqsadi – biomateriallarning afzalliklari va cheklovlarini tizimli ravishda koʻrib chiqish hamda ularning tibbiyot sohasidagi imkoniyatlarini baholashdir.

3D bosib chiqarishda ishlatiladigan biomateriallar quyidagi asosiy guruhlarga boʻlinadi:

1.1. Polimerlar



Polimerlar 3D bosib chiqarishda eng ko‘p ishlatiladigan biomateriallar hisoblanadi. Ularning asosiy turlari quyidagilar: Polilaktik kislota (PLA): PLA biologik moslashuvchanligi va oson qayta ishlanishi tufayli tibbiyotda keng qo‘llaniladi. U asosan anatomik modellar, jarrohlik shablonlari va vaqtinchalik implantlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. PLAning afzalligi – uning tabiiy ravishda parchalanadigan xususiyati bo‘lib, bu inson tanasida uzoq muddatli yot modda sifatida qolmasligini ta’minlaydi. Hidrogellar: Hidrogellar suvni ushlab turish qobiliyati va yumshoq tuzilishi tufayli to‘qima muhandisligida muhim o‘rin tutadi. Masalan, jelatin metakrilat (GelMA) va alginat kabi gidrogellar hujayra o‘sishi va to‘qima regeneratsiyasi uchun mos muhit yaratadi. Ular bioprinting jarayonida bio-siyohlarning asosiy komponenti sifatida ishlatiladi.

1.2. Metall qotishmalar

Metall qotishmalar, ayniqsa titan va zanglamaydigan po‘lat, mustahkamlik va korroziyaga chidamlilik talab qilinadigan ilovalarda qo‘llaniladi. Titan qotishmalar: Titan biologik moslashuvchanligi va yuqori mexanik kuchi tufayli suyak implantlari va ortopedik protezlar ishlab chiqarishda afzallik beradi. 3D bosib chiqarish orqali titan implantlarni inson tanasining maxsus anatomiyasiga moslashtirish mumkin. Zanglamaydigan po‘lat: Ushbu material stomatologiya va jarrohlik asboblari ishlab chiqarishda ishlatiladi, chunki u mustahkam va arzon narxda mavjud.

1.3. Bio-siyohlar

Bio-siyohlar bioprinting jarayonida to‘qimalarga o‘xshash tuzilmalarni yaratish uchun ishlatiladi. Ular tirik hujayralar, o‘sinh omillari va matritsa moddalaridan (masalan, kollagen, alginat) iborat. Bio-siyohlarning asosiy afzalligi – ularning inson to‘qimalariga o‘xshash funksionallikni ta’minlash qobiliyatidir. Masalan, 3D Bioprinting Solutions kompaniyasi 2015-yilda qalqonsimon bezni bioprinting orqali muvaffaqiyatli sinovdan o‘tkazgan.



2. Biomateriallarning xususiyatlari va qo'llanilishi.

Biomateriallarning asosiy talablari quyidagilardan iborat: Biologik moslashuvchanlik: Material inson tanasi tomonidan qabul qilinishi va toksik ta'sir ko'rsatmasligi kerak. Mexanik xususiyatlar: Materialning mustahkamligi, elastikligi va chop etish jarayonidagi moslashuvchanligi muhim ahamiyatga ega. Funksionallik: Material maxsus tibbiy maqsadlarga (masalan, suyak regeneratsiyasi, organ modellashtirish) mos bo'lishi kerak. Qo'llanilishi: Polimerlar: Anatomik modellar, jarrohlik shablonlari va vaqtinchalik implantlar ishlab chiqarishda. Metallar: Suyak implantlari, tish protezlari va jarrohlik asboblari. Bio-siyohlar: To'qima muhandisligi, organ modellashtirish va dori sinovlar

3. Cheklovlar va muammolar

3D bosib chiqarishda biomateriallardan foydalanish bir qator muammolarni keltirib chiqaradi. Narx: Yuqori sifatli biomateriallar va 3D printerlarning narxi keng joriy etilishiga to'sqinlik qiladi. Texnik cheklovlar: Murakkab organ tuzilmalarni chop etish va hujayralarning hayotiyligini saqlash qiyinchilik tug'diradi. Axloqiy masalalar: Bioprinting orqali organlar yaratish axloqiy va qonuniy muhokamalarga sabab bo'ladi

4. Kelajak istiqbollari.

Biomateriallarning rivojlanishi kelajakda quyidagi yo'nalishlarda davom etadi: Yangi materiallar: Nanotexnologiyaga asoslangan biomateriallar va yuqori moslashuvchan bio-siyohlar ishlab chiqilmoqda. Arzonlashtirish: Ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish orqali biomateriallarning narxi pasaytiriladi. Klinik integratsiya: 3D bosib chiqarish orqali yaratilgan organlar va to'qimalar klinik amaliyotga kengroq joriy etiladi.

Xulosa



3D bosib chiqarishda ishlatiladigan biomateriallar tibbiyot sohasida inqilobiy imkoniyatlar ochmoqda. Polimerlar, metall qotishmalar va bio-siyohlar to'qima muhandisligi, implantlar va organ modellashtirishda muhim o'rin tutadi. Ushbu materiallarning xususiyatlari, ayniqsa biologik moslashuvchanlik, mexanik mustahkamlik va funksional moslashuvchanlik, ularni zamonaviy tibbiyotda ajralmas qiladi. Biroq, ushbu sohaning rivojlanishi bir qator muammolar bilan to'qnashmoqda, jumladan, yuqori xarajatlar, texnik cheklovlar va axloqiy masalalar. Ushbu xulosada biomateriallarning ahamiyati, ularning kelajakdagi istiqbollari va muammolarni bartaraf etish yo'llari batafsil ko'rib chiqiladi. Biomateriallarning ahamiyati va qo'llanilishi:

Biomateriallar 3D bosib chiqarishning asosiy komponenti sifatida tibbiyotda keng imkoniyatlar yaratmoqda. Polimerlar, masalan, polilaktik kislota va gidrogellar, yumshoq to'qimalarni regeneratsiya qilish va jarrohlik shablonlari ishlab chiqarishda muhim ahamiyatga ega. Ularning biologik moslashuvchanligi va tabiiy parchalanuvchan xususiyati ularni vaqtinchalik implantlar va to'qima muhandisligi uchun ideal qiladi. Metall qotishmalar, ayniqsa titan va zanglamaydigan po'lat, suyak implantlari va stomatologik protezlar ishlab chiqarishda mustahkamlik va chidamlilikni ta'minlaydi. Bio-siyohlar esa bioprinting jarayonida inson to'qimalariga o'xshash tuzilmalarni yaratish imkonini beradi, bu esa organ transplantatsiyasi va dori sinovlarida yangi imkoniyatlar ochadi. Masalan, bio-siyohlar yordamida yaratilgan to'qima modellar dori vositalarining samaradorligini sinashda in vitro sharoitlarda muhim yutuqlarga erishmoqda. Kelajakdagi istiqbollari:

Biomateriallarning kelajakdagi rivojlanishi bir qator muhim yo'nalishlarda davom etmoqda: Nanotexnologiyaga asoslangan biomateriallar: Nano-moddalar va kompozit materiallarning ishlab chiqilishi biomateriallarning mexanik va biologik xususiyatlarini yaxshilaydi. Masalan, uglerod nanotubalari yoki grafen kabi



materiallar polimerlarning mustahkamligini oshirishi va hujayra o'sishini rag'batlantirishi mumkin. Arzonlashtirish strategiyalari: Biomateriallar ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va yangi sintez usullarini joriy etish orqali narxlar pasaytirilmoqda. Bu 3D bosib chiqarish texnologiyasini rivojlanayotgan mamlakatlarda kengroq qo'llash imkonini beradi. Klinik integratsiya: 3D bosib chiqarish orqali yaratilgan organlar va to'qimalar kelajakda klinik amaliyotga kengroq joriy etiladi. Masalan, bioprinting yordamida jigar, buyrak yoki yurak to'qimalarini yaratish bo'yicha tadqiqotlar allaqachon muvaffaqiyatli natijalar ko'rsatmoqda. Aqlli biomateriallar: Kelajakda "aqlli" biomateriallar, ya'ni muayyan kimyoviy yoki fizik stimullarga javob beradigan materiallar ishlab chiqilishi kutilmoqda. Masalan, harorat yoki pH o'zgarishiga javoban shaklini o'zgartiradigan gidrogellar dori yetkazib berish tizimlarida qo'llanilishi mumkin. Muammolar va yechimlar:

Biomateriallarning qo'llanilishidagi asosiy muammolar quyidagilar: Yuqori xarajatlar: Biomateriallar va 3D printerlarning narxi hozirgi kunda keng joriy etilishga to'sqinlik qilmoqda. Buni bartaraf etish uchun ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va arzon xom ashyolardan foydalanish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, tabiiy polimerlar (kollagen, alginat) sintetik materiallarga qaraganda arzonroq alternativ bo'lishi mumkin. Texnik cheklovlar: Bioprinting jarayonida hujayralarning hayotiylikini saqlash va murakkab organ tuzilmalarni chop etish qiyinchilik tug'diradi. Buni yengish uchun yangi bioprinting texnikalari, masalan, ko'p bosqichli chop etish va yuqori aniqlikdagi nozullar ishlab chiqilmoqda. Axloqiy va qonuniy masalalar: Organlarning bioprintingi axloqiy muhokamalarga sabab bo'lmoqda, chunki bu jarayon inson tanasining tabiiy tuzilishiga aralashishni anglatadi. Bunday muammolarni hal qilish uchun xalqaro bioetika qoidalari va qonunchilikni takomillashtirish zarur.



3D bosib chiqarishda biomateriallardan foydalanish tibbiyotning kelajagini shakllantirishda muhim rol o'ynamoqda. Polimerlar, metall qotishmalar va biosiyohlarning xilma-xilligi va moslashuvchanligi bu texnologiyani to'qima muhandisligi, regenerativ tibbiyot va shaxsiy tibbiy yechimlarda yetakchi qiladi. Biroq, muammolarni bartaraf etish va yangi innovatsiyalarni joriy etish orqali ushbu soha yanada rivojlanishi mumkin. Kelajakda biomateriallarning xususiyatlarini yaxshilash, ishlab chiqarish xarajatlarini pasaytirish va klinik amaliyotga kengroq integratsiya qilish orqali 3D bosib chiqarish inson salomatligini yaxshilashda muhim o'rin egallaydi. Tadqiqotchilar, muhandislar va tibbiyot mutaxassislari o'zaro hamkorlikda ishlash orqali ushbu sohaning to'liq salohiyatini ro'yobga chiqarishi mumkin.

Foydalangan adabiyotlar :

1. Kingsun. (2024). Tibbiyotda 3D bosib chiqarishni o'rganish: asosiy tibbiy ilovalar va foydalar.
2. Cyberleninka. (n.d.). Tibbiyotda 3D printerning qo'llanilishi.
3. Vikipediya. (2022). 3D bioprint
4. Szabó, A. et al. (2025). Digital Light Processing of 19F MRI-Traceable Gelatin-Based Biomaterial Inks towards Bone Tissue Regeneration.
5. Stolarov, P. et al. (2025). Suitability of Gelatin Methacrylate and Hydroxyapatite Hydrogels for 3D-Bioprinted Bone Tissue.