

3D BIOPRINTER YORDAMIDA CHOP ETISH JARAYONIDA YUZAGA KELGAN XATO VA KAMCHILIKLAR VA ULARNI TUZATISH

Mamanazarov Akbar Nizom o'g'li

Toshkent tibbiyot akademiyasi, yuz-jag' jarroxligi va umumiy stomatologiya fakulteti assistant o'qituvchisi

akbarnizomivich@gmail.com

+(94)-322-03-94

+(97)-400-03-94

Maqola annotatsiyasi: 3D bioprinting texnologiyasining jadal rivojlanishi regenerativ tibbiyot va to'qimalar muhandisligida yangi chegaralarni ochib, terapevtik qo'llanmalar uchun murakkab biologik tuzilmalarni yaratish imkonini berdi. O'zining istiqbolli salohiyatiga qaramay, bioprinting jarayoni o'z-o'zidan bosilgan konstruktsiyalarning yaxlitligi va funkcionalligini buzishi mumkin bo'lgan xato va kamchiliklar bilan to'la.

Kalit so'zlar: Ekstruziya stavkalari, Hujayra hayotiyli, Qatlamning noto'g'ri joylashishi, Termal nomuvofiqliklar, Regenerativ tibbiyot, Biologik to'qimalar, Mexanik barqarorlik, Kesish stressi, Hujayra o'limi, Reologik xususiyatlar, Real vaqtda monitoring, Adaptiv bosib chiqarish, Kalibrash protokollari, Bioink formulalari, Termal nazorat, Silliqlik ekstruziya, Qatlam tizalanishi.

Kirish: Ushbu maqolada 3D bioprinting jarayonida uchraydigan keng tarqalgan xatolar, ularning oqibatlar va ilmiy dalillar va statistik tahlillar bilan tasdiqlangan samarali tuzatish strategiyalari ko'rib chiqiladi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili: 3D bioprintingda keng tarqalgan xatolar - *1-Mos kelmaydigan ekstruziya stavkalari;* Bioprintingdagi asosiy muammolardan biri bioinklarning izchil ekstruziyasini ta'minlashdir. Oqim tezligidagi o'zgarishlar kam ekstruziyaga yoki ortiqcha ekstruziyaga olib kelishi mumkin, natijada o'lchamdagi noaniqliklar paydo bo'ladi. So'nggi tadqiqotlarga ko'ra, bosilgan konstruktsiyalarning taxminan 30 foizi ushbu nomuvofiqliklar tufayli o'lchovli xususiyatlarga javob bera olmaydi. Ekstruziyaga ta'sir qiluvchi omillar bioinkning viskozitesini, ko'krak diametrini va bosim sozlamalarini o'z ichiga oladi. *2-Qatlamning noto'g'ri joylashishi;* Chop etish jarayonida qatlamning noto'g'ri tizalanishi, natijada paydo bo'lgan konstruktsiyaning strukturaviy yaxlitligiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, konstruktsiyalarning 25% gacha bo'lgan qismi qatlamlarning noto'g'ri joylashishini boshdan kechirishi mumkin, bu ularning mexanik barqarorligi va biologik funkcionalligini buzadi. *3-Haroratning o'zgarishi;* Bosib chiqarish jarayonida bioinklarning asil xususiyatlarini saqlab qolishda haroratni

nazorat qilish juda muhimdir. Harorat pastligi materialning muddatidan oldin gelatsiyasiga yoki etarli darajada qattiqlashishiga olib kelishi mumkin. Tadqiqot shuni ta'kidladiki, barqaror haroratni saqlash bosib chiqarishning aniqligini 40% gacha oshirishi va shu bilan termal nomuvofiqliklar tufayli muvaffaqiyatsiz chop etish holatlarini kamaytirishi mumkin. *4-Hujayra hayotiyligini yo'qotish*; Bioprinting jarayonida hujayralar tomonidan boshdan kechirilgan kesish stressi bosilgan to'qimalarning regenerativ salohiyatiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan hujayra o'limiga olib kelishi mumkin. Ekstruziya paytida kesish tezligi optimal chegaralardan oshsa hujayralarning 50% gacha hayotiyligini yo'qotishi mumkinligi aniqlandi, ayniqsa kesish tezligi optimal chegaralardan oshsa. Bu hayotiylikni yo'qotish juda muhim muammodir, chunki u bioprinted konstruksiyalarning funksional natijalariga bevosita ta'sir qiladi.

Tadqiqot metodologiyasi: 3D bioprinting sohasi rivojlanishda davom etar ekan, ushbu xatolarni bartaraf etish va samarali tuzatish strategiyalarini amalga oshirish bioprinting texnologiyalarini klinik amaliyotga muvaffaqiyatli tadbiiq qilish uchun juda muhim bo'ladi. Kelajakdagi tadqiqotlar ilg'or monitoring va moslashuvchan boshqaruv mexanizmlarini birlashtirgan yanada murakkab bioprinting tizimlarini ishlab chiqishga qaratilishi kerak. Bundan tashqari, hujayra hayotiyligi va struktura yaxlitligini yaxshilaydigan yangi biomateriallarni o'rganish regenerativ tibbiyotda 3D bioprinting imkoniyatlarini rivojlantirish uchun muhim bo'ladi.

Tahlil va natijalar: Ushbu muammolarni hal qilish uchun bir nechta tuzatish strategiyalarini amalga oshirish mumkin: *1-Haqiqiy vaqtda monitoring tizimlari.* Ilg'or real vaqtda monitoring tizimlarini bioprinting ish jarayoniga integratsiyalash xatolarni darhol aniqlash va tuzatishni osonlashtirishi mumkin. Oqim tezligi, harorat va qatlamlarni tekislash kabi parametrlarni tahlil qilish uchun mashinani o'rganish algoritmlaridan foydalanish bosib chiqarish jarayonida moslashuvchan sozlash imkonini beradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bunday tizimlardan foydalanish xatoliklarni 25% gacha kamaytirishi mumkin. *2- Optimallashtirilgan Bioink formulalari.* Moslashtirilgan reologik xususiyatlarga ega bioinklarni ishlab chiqish bosma va hujayra hayotiyligini yaxshilash uchun juda muhimdir. Kesishni yupqalashtiruvchi vositalarni kiritish bioinklarning viskozitesini modulyatsiya qilishga yordam beradi, bu esa bosib chiqarishdan keyingi strukturaviy yaxlitlikni saqlab, silliq ekstruziyaga imkon beradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, optimallashtirilgan bioink formulalari hujayralarning omon qolish darajasini 15-20% ga oshirishi mumkin, bu konstruksiyalarning regenerativ potentsialini sezilarli darajada yaxshilaydi. *3- Moslashuvchan bosib chiqarish texnikasi.* Parametrlarni real vaqtda sozlaydigan adaptiv bosib chiqarish usullaridan foydalanish bosib chiqarish jarayonining aniqligini oshirishi mumkin. Misol uchun, viskozite datchiklarining fikr-mulohazalari asosida ekstruziya tezligini dinamik ravishda sozlash oqim tezligini barqaror saqlashga yordam

beradi va shu bilan ekstruziya xatolarining paydo bo'lishini kamaytiradi. 4-Chop etishdan oldin keng qamrovli kalibrlash. Bosib chiqarishdan oldin puxta kalibrlashni o'tkazish haqiqiy chop etish jarayoni boshlanishidan oldin yuzaga kelishi mumkin bo'lgan muammolarni aniqlash uchun juda muhimdir. Bunga printerning ekstruziya tizimini kalibrlash va bioink bosib chiqarish uchun optimal harorat va yopishqoqlikda ekanligini tekshirish kiradi(bioink qizigach bosim berib chiqazib ko'riladi). Tizimli kalibrlash protokolini amalga oshirish bosib chiqarish aniqligini sezilarli darajada oshirishi va xatolarni kamaytirishi mumkin.

Xulosa va takliflar: Xulosa qilib aytadigan bo'lsak, to'qimalar muhandisligida 3D bioprintingning imkoniyatlari juda katta bo'lsa-da, bosib chiqarish jarayonidagi o'ziga xos xatolarni tan olish va tuzatish ishonchli va funktsional konstruksiyalarga erishish uchun juda muhimdir. Uzluksiz innovatsiyalar va samarali tuzatish strategiyalarini amalga oshirish orqali soha terapevtik qo'llanmalar uchun funktsional to'qimalar va organlarni bioishlab chiqarish maqsadini amalga oshirishga yaqinlashishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Gao, Q., et al. (2017). "Challenges in 3D bioprinting: Materials, technologies, and applications." *Biomaterials Science*, 5(8), 1595–1612.
2. Bertsch, A., et al. (2019). "Current challenges in the use of bioprinting technologies in regenerative medicine." *Biofabrication*, 11(4), 044103.
3. Mota, C., et al. (2020). "Addressing the challenges of 3D bioprinting for tissue engineering applications." *Materials*, 13(12), 2752.
4. Zhao, X., et al. (2016). "Bioprinting of 3D tissues and organs." *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 43(7), 697-711.
5. Ng, W. L., et al. (2016). "Print me an organ! 3D bioprinting technologies in tissue engineering." *Biotechnology Advances*, 34(4), 741-749.
6. Hollister, S. J., et al. (2019). "Challenges and opportunities for bioprinting in tissue engineering." *Annals of Biomedical Engineering*, 47(8), 1681-1697.
7. Zhang, Y. S., et al. (2017). "3D bioprinting for tissue and organ fabrication." *Annals of Biomedical Engineering*, 45(1), 63-72.
8. Feng, X., et al. (2020). "Development and challenges of bioprinting technologies for tissue engineering." *Materials Science and Engineering: C*, 110, 110577.
9. Zhao, W., et al. (2020). "Optimization of 3D bioprinting parameters for tissue engineering applications." *Journal of Materials Science & Technology*, 41, 128-134.
10. Kundu, J., et al. (2017). "Bioinks for 3D bioprinting: Recent developments and future perspectives." *Biomaterials*, 140, 36–56.

11. Shi, J., et al. (2017). "The application of 3D bioprinting in the creation of complex tissue constructs." *Biotechnology Journal*, 12(4), 1600750.
12. Wu, Y., et al. (2020). "Recent progress in 3D bioprinting: Challenges and future directions." *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 108(3), 1590-1606.
13. Lee, A., et al. (2019). "Bioprinting for tissue engineering: A review of recent advances and future perspectives." *Progress in Materials Science*, 101, 62-74.
14. Zhang, W., et al. (2020). "Bioprinting and its applications in tissue engineering and regenerative medicine." *Bioengineering*, 7(3), 74.
15. Jiang, L., et al. (2018). "Challenges and solutions in 3D bioprinting of tissues and organs." *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, 12(9), 1897-1914.
16. Gao, G., et al. (2019). "Recent advances in 3D bioprinting and its application in tissue engineering." *Advanced Drug Delivery Reviews*, 148, 126-137.
17. Zhao, M., et al. (2018). "The role of 3D bioprinting in regenerative medicine." *Biotechnology Advances*, 36(1), 94-108.