BIOMATERIALLARNING ZAMONAVIY MATERIALSHUNOSLIKDAGI DOLZARB MUAMMOLARI

Umarova Maxmuda Abdugafarovna, PhD
Toshkent davlat texnika universiteti doktoranti (DSc), Toshkent shahri

Annotatsiya. Ushbu tezisda son va tizza bo‘g‘imi endoprotezlarida qo‘llaniladigan titan qotishmalari, kobalt-xrom-molibden qotishmalari, o‘ta yuqori molekulyar massali polietilen, keramika hamda gidroksiapatit qoplamalarning materialshunoslik nuqtayi nazaridan afzallik va cheklovlari tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor yeyilish mikrozarralari, korroziya, ion ajralishi, kuchlanishdan himoyalanish effekti, bioplyonka va suyak bilan integratsiyalashuv muammolariga qaratiladi.

Kalit so‘zlar: endoprotez, biomaterial, titan qotishmasi, kobalt-xrom-molibden qotishmasi, gidroksiapatit, suyak bilan integratsiyalashuv.

Endoprotez uzoq muddat tanada qoladigan hamda siklik yuklama, ishqalanish, tana suyuqliklari va immun javob bilan bir vaqtda to‘qnashadigan murakkab tibbiy qurilmadir. Shu sababli endoprotez biomateriali faqat mustahkam bo‘lishi bilan cheklanmaydi, u biologik xavfsiz, korroziyaga chidamli, yeyilishga bardoshli va suyak to‘qimasi bilan barqaror bog‘lana oladigan bo‘lishi kerak. ISO 10993-1:2025 yondashuvida biologik baholash xavflarni boshqarish jarayonining ajralmas qismi sifatida talqin qilinadi [1].

Muammoning mohiyati. Zamonaviy son va tizza endoprotezlarida implant oyog‘i yoki kosacha qismi uchun ko‘pincha Ti-6Al-4V va boshqa titan qotishmalari, ishqalanish yuzalari uchun CoCrMo, alumina/tsirkoniya keramika va polietilenning maxsus turlari qo‘llanadi. Titan suyak bilan mosligi va korroziyaga chidamliligi bilan ajralib tursa-da, uning yeyilishga chidamliligi son suyagi boshchasi uchun yetarli emas. CoCrMo qotishmalari yuqori mustahkamlik va tribologik barqarorlikka ega, biroq metall ionlarining ajralishi ayrim bemorlarda sezgirlik xavfini oshirishi mumkin [2].

Birinchi muammo - ishqalanish natijasida hosil bo‘ladigan mikrozarralardir. Polietilen yoki metall/keramika zarralari periprotez muhitida yallig‘lanish javobini kuchaytirib, osteoliz va aseptik bo‘shashishga olib kelishi mumkin [3]. Ikkinchi muammo - elastiklik moduli mos emasligi: metall implant suyakdan ancha qattiq bo‘lsa, yuklama suyakdan implantga ko‘proq o‘tadi va suyakda qayta so‘rilish xavfi kuchayadi. Bu holat kuchlanishdan himoyalanish effekti deb ataladi. Uchinchi muammo - implant yuzasida bakterial bioplyonka hosil bo‘lishi bo‘lib, bu revizion operatsiyalarning muhim sabablaridan biridir.

Ilmiy-amaliy yechim. Materialshunoslik nuqtayi nazaridan muammo kompleks yondashuv orqali hal etiladi: birinchidan, ishqalanish juftligi sifatida yuqori darajada tarmoqlangan polietilen yoki keramika-polietilen kombinatsiyalari tanlanadi; ikkinchidan, g‘ovak titan, gidroksiapatit va biofaol qoplamalar suyak bilan integratsiyalashuvni kuchaytiradi; uchinchidan, sirtni anodlash, fizik bug‘ fazasida cho‘ktirish, plazmali purkash yoki antibakterial qoplamalar orqali korroziya va bioplyonka xavfi kamaytiriladi. 3D-bosma texnologiyasi individual geometriya va g‘ovak strukturani yaratish imkonini beradi, ammo bunday qurilmalar uchun ishlab chiqarish jarayoni, sinov va xossalarni tavsiflash qat’iy asoslanishi zarur [4].

1-jadval. Endoprotez biomateriallari bo‘yicha qisqa tahlil

Biomaterial	Qo‘llanish qismi	Afzalligi	Asosiy muammo	Materialshunoslik yechimi
Titan qotishmasi (Ti-6Al-4V, β-Ti)	implant oyog‘i, kosacha	yengil, biomos, korroziyaga chidamli	elastiklik moduli yuqori	g‘ovak arxitektura, mos modulli qotishma
Kobalt-xrom-molibden qotishmasi (CoCrMo)	boshcha, tizza yuzasi	mustahkam, yeyilishga chidamli	metall ionlari ajralishi	sirtni passivlashtirish, himoya qoplama
O‘ta yuqori molekulyar massali va tarmoqlangan polietilen	oraliq qoplama	past ishqalanish	yeyilish mikrozarralari	tarmoqlash, vitamin E bilan barqarorlashtirish
Keramika (Al_2O_3, ZrO_2)	ishqalanish yuzasi	juda kam yeyilish	mo‘rtlik va yuqori narx	mustahkamlangan keramika
Gidroksiapatit qoplama	implant sirti	suyak bilan integratsiya	qoplama ajralishi	nazoratli plazmali purkash

Xulosa.

Endoprotezlar uchun ideal biomaterial mexanik barqarorlik, biologik xavfsizlik, kam yeyilish va infeksiyaga qarshi chidamlilikni bir vaqtda ta’minlashi zarur. Amaliy tavsiya shuki, implant dizayni material tanlashdan alohida emas, balki sirt muhandisligi, g‘ovak arxitektura, tribologik juftlik va ISO 10993 asosidagi biologik xavfni baholash bilan birgalikda ishlab chiqilishi lozim.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. ISO 10993-1:2025. Biological evaluation of medical devices - Part 1. 42 p.

2. Hu C.Y. et al. Recent updates for biomaterials used in total hip arthroplasty. Biomaterials Research, 2018. **P. 1-12.**

3. Zhang L. et al. The effects of biomaterial implant wear debris on osteoblasts. Frontiers in Cell and Developmental Biology, 2020; 8:352

4. U.S. FDA. Technical Considerations for Additive Manufactured Medical Devices. Guidance, 2017. 32 p.

5. Marin E. History of Metallic Orthopedic Materials. Metals, 2025. 15(4):378. **15 p.**