

Osteoporotisku trušu kaulu biomehānisko rādītāju izmaiņas pēc lokālas pastiprināšanas ar bifāziskajiem kalcija fosfātu biokeramikas materiāliem

Vladislavs Ananjevs¹, Jānis Vētra²,
Andrejs Skaģers³, Vladimirs Kasjanovs⁴, Ilze Šalma³,
Ģirts Šalms³, Jānis Ločs⁵

¹Rīgas Stradiņa universitāte, Doktorantūras nodaļa, Latvija

²Rīgas Stradiņa universitāte, Anatomijas un
antropoloģijas institūts, Latvija

³Rīgas Stradiņa universitāte, Mutes, sejas un žokļu ķirurģijas katedra, Latvija

⁴Rīgas Stradiņa universitāte, Biomehānikas laboratorija, Latvija

⁵Rīgas Tehniskā universitāte, Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas institūts, Latvija

Ievads. Jebkurš biomateriāls, kurš tiek implantēts dzīvā organismā, izraisa noteiktu lokālu reakciju. Biomateriāla reaktogenitāte ir viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka kaulaudu transplantāta biosaderību. Kaulaudu aizvietošanas materiālus izmanto dažāda veida kaulaudu defektu aizpildīšanai, kaula masas palielināšanai, arī kā lokālas medikamentu piegādes sistēmas un šūnu pamatņu pagatavošanai audu inženierijā. Bifāziska kalcija fosfāta keramika kā kaulaudu aizvietošanas materiāls tiek izmantota, lai uzlabotu osteoporotisku kaulu īpašības un veicinātu kaulaudu dzīšanu. Šajā pētījumā tika izmantots kalcija hidroksiapatīts kopā ar trikalcija fosfātu attiecībā 30 : 70. Kalcija hidroksiapatīta keramika ir ļoti biosaderīga un veido tiešu saiti ar kaulaudiem. Trikalcija fosfāts darbojas kā katalizators, stimulējot jaunu kaulaudu veidošanos. Farmakoloģiskie līdzekļi, piemēram, bifosfonāti, stroncija ranelāts, raloksifēns, denosumabs un paratireoīdā hormona peptīdi plaši tiek izmantoti osteoporozes ārstēšanai. Tiek meklētas jaunas metodes osteoporotisko kaulu lūzumu profilaksei.

Darba mērķis, materiāls un metodes. Pētījuma mērķis bija noskaidrot, kā lokāla pastiprināšana ar bifāziskajiem kalcija fosfātu biokeramikas materiāliem augšstilba *trochanter majus* rajonā ietekmē apakšžokļa kaula biomehāniskās īpašības trušiem ar eksperimentālo osteoporozī.

Eksperimentāla osteoporozē tika izraisīta 18 astoņus mēnešus veciem sieviešu dzimuma trušiem pēc ovariektomijas un tai sekojošas metilprednolona injekcijas 1 mg/kg dienā. Terapijas ilgums bija sešas nedēļas. 14 trušiem tika izveidoti defekti augšstilba *trochanter majus* rajonā. Septiņi defekti tika aizpildīti ar bifāzisku keramiku (HAP/TCP 30/70), pārējie septiņi defekti tika aizpildīti ar 5 % stroncija modificētu divfāžu keramiku. Kontroles grupā bija četri sieviešu dzimuma truši, kuriem tika izveidots identisks kaula defekts, bet netika implantēta biokeramika. Pēc trim mēnešiem dzīvniekiem tika veikta eitanāzija. Taisnstūra formas kaulaudu paraugi tika izgriezti no apakšžokļa leņķa rajona un nolidzināti.

Kaulaudu biomehānisko īpašību izpētei par trīs punktu lieci tika izmantoti taisnstūra formas paraugi, kuri bija ielikti 10 mm attālumā starp atbalstiem. Platums un biezums tika izmērīts ar skaitļu bīdmēru, kura precizitāte – 0,01 mm.

Rezultāti. Pētījuma rezultāti pierādīja, ka paraugu biezums kontroles grupā bija mazāks nekā divās citās grupās. Paraugu biezums kontroles grupā bija 0,33 mm (0,39–0,31), kas ir statistiski ticami mazāks ($p = 0,045$) nekā otrajā grupā – 0,5 mm (0,59–0,35) un trešajā grupā – 0,53 mm (0,86–0,36), $p = 0,039$.

Lieces elastības modulis raksturo materiāla stingumu: jo lielāks ir elastības modulis, jo materiāls ir stingāks. Pētījuma rezultāti pierādīja, ka kontroles grupas paraugu lieces elastības modulis veidoja 5,75 GPa (6,75–3,43), kas ir statistiski ticami mazāk ($p = 0,031$) nekā otrās grupas elastības modulim – 8,48 Gpa (10,55–7,05) un trešās grupas elastības modulim – 6,89 Gpa (8,68–6,83), $p = 0,04$.

Secinājumi. Pētījumā tika konstatēts, ka trušu apakšžokļa leņķa rajona kauls kļūst stingāks pēc defekta aizpildīšanas augšstilba *trochanter majus* rajonā ar HAP/TCP 30/70 keramikas granulām vai ar 5 % stroncija modificētās HAP/TCP keramikas granulām. Eksperimenta grupu paraugu graužošā deformācija ir daudz mazāka nekā paraugiem no kontroles grupas. Eksperimenta grupu paraugu biezums ir lielāks nekā kontroles grupā.

Var secināt, ka lokāla pastiprināšana ar bifāziskajiem kalcija fosfātu biokeramikas materiāliem augšstilba *trochanter majus* rajonā uzlabo dzīvnieku apakšžokļa kaulu biomehāniskās īpašības.

Pētījums tika atbalstīts Nacionālajā pētniecības programmā Nr. 2014.10-4/VPP-3/21 "Daudzfunkcionālie materiāli un kompozīti, fotonika un nanotehnoloģijas". Projekts Nr. 4 "Nanomateriāli un nanotehnoloģijas medicīniskajam pielietojumam".