

NOVEL STRUCTURE OF BLOOD VESSEL IMPLANTS

ASINSVADU IMPLANTI AR INNOVATĪVU STRUKTŪRU

Kanceviča Viktorija, Kasjanovs Vladimirs, Auzāns Alberts**Atslēgas vārdi: artērijas, membrānas, biomehānika, biosaderīgs, biomehānika.**

Biežākais mirstības iemesls Latvijā ir sirds un asinsvadu slimības, kas izpaužas kā stenokardija vai miokarda infarkts. Līdz ar to vidējais dzīves ilgums šeit dzīvojošiem cilvēkiem ir viszemākais Eiropas Savienībā t. i. Latvija – sirds slimību flagmanis Eiropā. Arī pasaulē šī problēma ir aktuāla, tāpēc pieprasījums pēc bioloģiski nekaitīgiem un mehāniski saderīgiem asinsvadu implantiem ir liels. Zinātniskie pētījumi šajā jomā turpinās un tehnoloģijas nepārtraukti attīstās.

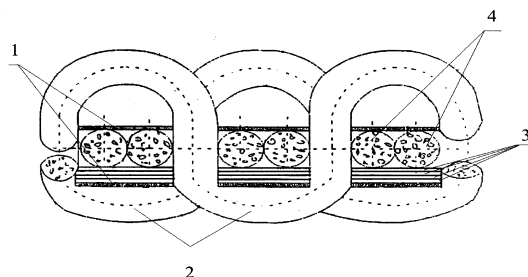
Pašreizējie zinātnes sasniegumi aterosklerozes pētniecībā liecina, ka maģistrālo artēriju aterosklerozes pamatā ir sienas struktūras un mehānisko īpašību izmaiņas, kas saistītas ar organisma vielu maiņas traucējumiem, ar asins koagulācijas sistēmas izmaiņām, neveselīgo dzīvesveidu un citiem faktoriem. Zināms, ka aterosklerozes process maģistrālo asinsvadu segmentos saglabājas ilgstoši, kas dod iespēju šo bojājumu rekonstruēt. Tātad, ķirurģiska iejaukšanās patoloģiski izmainītu, vai traumatiski bojātu maģistrālo asinsvadu segmentu aizvietošanai ar implantu, spēj novērst bīstami izteiktu asins cirkulācijas nepietiekamību un atjaunot pilnvērtīgu tās plūsmu.

Tas nozīmē, ka mākslīga implanta radīšana ar atbilstošu struktūru, ilgmūžīgām biomehāniskām īpašībām un bioloģisku nekaitīgumu būtu viens no asinsvadu rekonstruktīvās ķirurģijas risinājumiem, lai atjaunotu asinsrites funkcionēšanu kopumā [1,2].

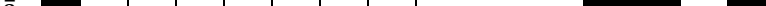
Zināms, ka maģistrālās artērijas sistēmas ir ar deformatīvām īpašībām, bet praktiskajā ķirurģijā izmantojamie asinsvadu implanti ir stingri vai ar minimālu elastību. Cilvēka organismā viena sirds cikla laikā artērijas spēj dilatēties iekšēja spiediena fizioloģiskās normas robežās par 10 – 15%. Tas nozīmē, ka asinsvada implantam pie tādiem pašiem noteikumiem jāspēj dilatēties vismaz par 15%, jo tā sienu sasaiste ar dzīvajiem audiem *in vivo* nedaudz mazina protēzes deformatīvās īpašības. Novērots, ka pēdējos gados tirgū piedāvāto asinsvadu implantu izmantošana rekonstruktīvajā ķirurģijā tomēr uzrāda līdz 25% gadījumos agrīnās vai vēlīnās trombozes. Trombozes iemesls visbiežāk ir sintētiskā materiāla mehāniskā nesaderība ar protezējamā asinsvada biomehāniskajām īpašībām. Rezultātā implanta sienas ar neatbilstošām deformatīvām īpašībām nespēj dzēst augstās pulsa viļņa svārstības, kas noved pie pulsa viļņa ātruma pieauguma, tā atstarošanās pieauguma un enerģijas zuduma.

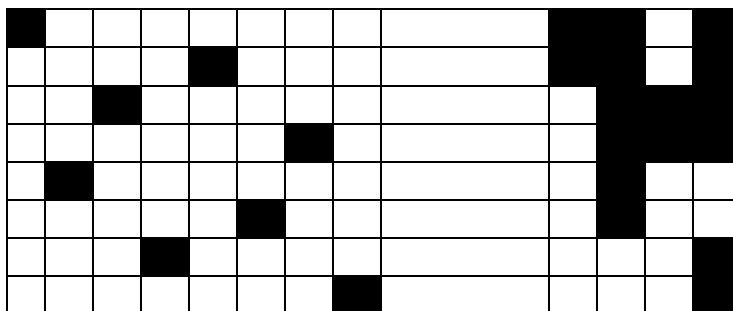
Zināms, ka artēriju sienām ir īpaša struktūra, tās sastāv no trīs pamata slāņiem – iekšējā (intīma), vidējā (mediālais) un ārējā (adventīcija). Iekšējais karkasa slānis ir vairāk vai mazāk krokains, sastāv no saistaudu šūnām, elastīgām un kolagēna šķiedrām. Vidējais karkasa slānis sastāv no gludu muskuļaudu spirālēm un savstarpēji sasaistītām elastīgām membrānām, apvītām ar kolagēna šķiedrām. Šāda atsperei līdzīga šķiedru struktūra nodrošina asinsvada sienas atgriešanos sākuma stāvoklī pēc izstiepuma, kas rodas asins pulsa viļņa darbības rezultātā. Ārējais karkasa slānis sastāv no vidēja un liela izmēra elastīgo šķiedru kūlīšiem sasaistītiem ar gludu muskuļaudu spirālēm [3].

Bioloģisko implanta caurlaidību nodrošina dubultvelūra klājums protēzes ārējā slānī, kas sastāv no poliestera šķēru un audu cilpām. Implanta vidējo slāni veido savstarpēji sapīti poliuretāna un poliestera šķēru un audu pavedieni, bet tā iekšējo slāni veido poliestera pavedienu raupjš klājums, kas ļauj ātri nofiksēties fibrīna un neointimas gultnei un nodrošināt protēzes nevainojamu funkcionēšanu.



1 un 2-atbilstoši poliuretāna un poliestera šķēru pavidieni;
3 un 4-atbilstoši poliuretāna un poliestera audu pavidieni.

Katrs implanta kalibrs atšķiras ar izmantoto šķēru skaitu. Šķērus nīšu stāvos saver ar nepārtraukto grupveida vērūmu (Attēlā  2).



Attēls 2. šķēru vērums nīšu stāvos un karte

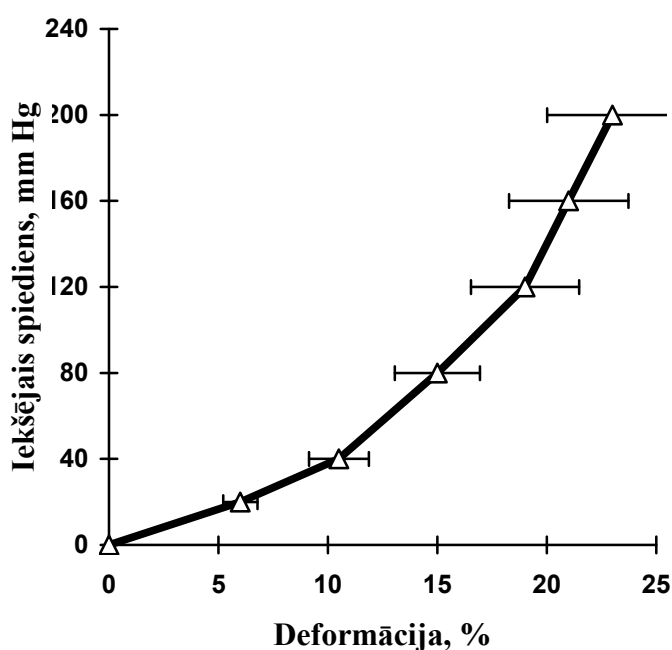
21

Noaustu asinsvada implantu uzvelk uz stikla caurulītes un sterilizē autoklāvā ar destilēta ūdens tvaikiem, lai atbrīvotos no tehnoloģiskajās pārejās iegūtiem sāļiem. Te notiek arī implanta struktūras un formas termostabilizēšana.

Pēc tam inovatīvās struktūras implantu piesūcina ar preparātu šķīdumu, kas izžūstot materiāla porās un starp pavedienu filamentiem veido mākslīgas membrānas. Pēdējās izpilda matricas lomu - nodrošinot teicamu protēzes ķirurģisko caurlaidību un dzīvo audu terapiju. Implantam ieaugot organismā, membrānas izšķīst neradot kaitīgas vielas. Slāņu savstarpējais sapinums, vidējā slāņa struktūra un viskozā šķīduma membrānas izslēdz asins izplūdumu caur protēzes sienām un veido implantam neirstošus galus.

Pēdējā tehnoloģiskā operācija – protēzes sterilizācija gāzes sterilizatorā un iesaiņošana sterilā paketē.

Innovatīvās struktūras asinsvadu implants ass virzienā spēj deformēties līdz 50%, bet aploces virzienā – atbilstoši slogošanas režīmam līdz 25%. (Att. 3.)



Attēls 3. Iekšējā spiediena un deformāciju sakarība

Jaunās struktūras implants atšķiras no "Gore –Tex "un citu firmu asinsvadu protēzēm ar to, ka tam ir cilvēka asinsvadiem atbilstošas biomehāniskās īpašības un tā funkcionēšana nav atkarīga no diametra un garuma.

Innovatīvās struktūras asinsvadu protēzes tika implantētas suņiem un teļiem ārējās zarnukaula artērijās, kuras pēc trīs, sešiem, divpadsmit un piecpadsmit mēnešiem eksplantēja, lai novērtētu *in vitro*, veicot patohistoloģisko izmeklēšanu.

Iegūtie dati liecina, ka implants labi sagul ar artēriju adventīciju, to anastamozēs un protēzes vidusdaļā lumens ir brīvs. Jau pēc viena mēneša implanta anastamozes un protēzes vidusdaļu izklāj neointima no saistaudu šūnām un kolagēna šķiedrām. Implantu caur aug šūnas, atsevišķu saistaudu šķiedras un fibrīna depozi. Pēc divpadsmit mēnešiem – implanta anastamozes un vidusdaļa izklāta ar iekšēju kapsulu – endotēliju un apņemta ar ārējokapsulu, kas veidota no saistaudiem un saistaudu šūnām. Ir notikusi laba inovatīvās struktūras implanta inkorporācija, bez iekaisuma parādībām Att. 4.



Attēls 4. Inovatīvās struktūras asinsvada implanta histoloģisko izmeklējumu aina.

Secinājumi

Izstrādāts inovatīvas struktūras, bioloģiski nekaitīgs, auster asinsvadu implants ar biomehāniski pamatotām īpašībām, kas reālos funkcionēšanas apstākļos – dzīvnieku organismos spēj labi inkorporēties bez iekaisuma parādībām. Šo asinsvadu implantu pielietojums klīnikās uzlabos pēcoperācijas rezultātus un saīsinās pacientu rehabilitācijas laiku.

Literatūra

1. Gupta BS, Kasyanov VA. Biomechanics of human common carotid artery and design of novel hybrid textile compliant vascular grafts. J Biomed Mater Res 1997;34 (3):341-349.
2. Niklason LE, Gao J, Abbott WM, Hirschi KK, Houser S, Marini R, Langer R. Functional arteries grown in vitro. Science 1999;284 (5413):489-493.
3. Б. А. Пурина, В.А. Касьянов Биомеханика крупных кровеносных сосудов человека РИГА "ЗИНАТНЕ" 1980, с. 18 – 29.
4. Viktoria Kantsevitcha, Eriks Masteiko, Leonids Ribickis United States Patent US 6,863,696 B2 Mar. 8, 2005 VASCULAR PROSTHESIS

Kanceviča Viktorija, Prof., Dr. habil. sc. ing. Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and desing, Āzenes 14, riga LV – 1048, Latvia Phone: +371 26322834

Kasjanovs Vladimirs, leading research, Dr. habil. sc. ing. Riga Technical university, Institute of Biomaterials and biotechnology, Āzenes 14, Riga LV – 1048, Latvia Phone: + 371 29134170

Auzans Alberts Assoc. Prof., Dr. veterinary medic., faculty of Veterinary Medicine, LUA, Latvia Phone + 371 29134170

Kanceviča Viktorija, Kasjanovs Vladimirs, Auzāns Alberts. Asinsvadu implantī ar inovatīvu struktūru.

Biežākais mirstības iemesls Latvijā ir sirds un asinsvadu slimības, kas izpaužas kā stenokardija vai miokarda infarkts. Arī pasaulē šī problēma ir aktuāla, tāpēc pieprasījums pēc bioloģiski nekaitīgiem un mehāniski saderīgiem asinsvadu implantiem ir liels. Tomēr pēdējos gados tirgū piedāvāto asinsvadu implantu izmantošana praktiskajā ķirurģijā uzrāda līdz 25% gadījumos agrīnās vai vēlīnās trombozes. Trombozes iemesls visbiežāk ir sintētiskā materiāla mehāniskā nesaderība ar protezējamā asinsvada biomehāniskajām īpašībām. Mēs piedāvājam tādu inovatīvu asinsvada implanta struktūru, kura sienas sastāv no trīs slāņiem un to izgatavo no bioloģiski nekaitīgiem, netoksiskiem poliestera un poliuretāna pavedieniem. Jaunās struktūras asinsvada implanta izgatavošanai izmanto aušanas tehnoloģiju un doba pinuma rakstu. Šo implantu piesūcina ar viskozu preparātu šķīdumu, kas izžūstot materiāla porās veido mākslīgas membrānas, kas nodrošina teicamu protēzes ķirurģisko caurlaidību un dzīvo audu terapiju. Jaunās struktūras asinsvadu implants ass virzienā spēj deformēties līdz 50%, bet aploces virzienā – atbilstoši slogošanas režīmam līdz 25%. Jaunās struktūras asinsvadu protēzes tika implantētas suņiem un teļiem un pēc trīs, sešiem, divpadsmit un piecpadsmit mēnešiem eksplantētas, lai veiktu histoloģisko izmeklēšanu. Iegūtie rezultāti apliecināja, ka pēc divpadsmit mēnešiem notikusi laba inovatīvās struktūras implanta inkorporācija, bez iekaisuma parādībām.

Kanceviča Viktorija, Kasjanovs Vladimirs, Auzāns Alberts. Novel Structure Of Blood Vessel Implants.

In Latvia more often people die from vascular diseases that is expressed as stenocardia or heart attack of myocardium. In the world this problem is also relevant, therefore demand on biologically harmless and mechanically compatible vascular graft is great. However, use in practical surgery at the market of the offered prosthetic appliances of blood vessels the last years show early or late thromboses in 25 % cases. More frequent reasons of thrombosis are a mechanical incompatibility of synthetic material with biomechanics properties of vascular graft. We offer a new structure of vascular graft appliance with the three-layered walls, which is produced from biologically harmless, not toxic polyester and polyurethane filaments. For manufacturing of vascular grafts of new structure a technology of weaving and hollow interlacing is utilized. The produced vascular grafts are saturated with viscose solution of preparations, which drying out and form in the pores of material membranes. Membranes provide excellent surgical permeability and therapy of living fabrics. Vascular graft of new structure is capable to stretch in axial direction to 50%, and on a circumference - up to the 25%, respectively. Vascular grafts of new structure were implanted in animals and after three, six, twelve and fifteen months of explantation morphological researches were done. The results testify that after twelve months of vascular graft stay in an organism it was well incorporated without the inflammatory phenomena.

Канцевича Виктория, Касьянов Владимир, Аузанс Албертс. Имплантаты кровеносных сосудов с инновативной структурой.

В Латвии наиболее часто умирают от сердечно сосудистых заболеваний, что выражается как стенокардия или инфаркт миокарда. В мире эта проблема также актуальна, поэтому спрос на биологически безвредные и механически совместимые импланты кровеносных сосудов велик. Однако, использование в практической хирургии на рынке предлагаемых протезов кровеносных сосудов в последние годы показывают ранние или поздние тромбозы в 25 % случаев. Наиболее частыми причинами тромбоза является механическое несовместимость синтетического материала с биомеханическими свойствами протезируемого кровеносного сосуда. Мы предлагаем новую структуру кровеносно сосудистого протеза с трехслойными стенками, который выработан из биологически безвредных, не токсичных полиэфирных и полиуретановых нитей. Для изготовления протезов кровеносных сосудов новой структуры используется технология ткачества и покое переплетение. Выработанный протез пропитывают вязким раствором препаратов, который высыхая формирует в порах материала мембраны. Мембраны обеспечивают отличную хирургическую проницаемость и терапию живых тканей. Протез новой структуры способен деформироваться в осевом направлении до 50%, а по окружности – до 25% соответственно режиму нагрузки. Протезы кровеносных сосудов новой структуры имплантировались животным и после трех, шести, двенадцать и пятнадцать месяцев эксплантировались, для морфологических исследований. Полученные результаты свидетельствуют, что после двенадцать месяцев пребывания протеза в организме он хорошо инкорпорировался без воспалительных явлений.