

Pēteris Stradiņš

Desmit vērši jeb ceļš uz modernu sirds vārstuļu ārstēšanu¹

Cilvēka sirds vārstuļu patoloģiju ārstēšana ir viens no kardioķirurģijas un kardioloģijas pamatvirzieniem. Tieši vārstuļu ārstēšanas evolūcija ir viens no mūsdienu sirds ķirurģijas un invazīvās kardioloģijas attīstības stūrakmeņiem. Lai izsekotu šo ceļu no pašiem pirmsākumiem līdz mūsdienām, izmantošu alegoriju par desmit dzenbudisma vēršiem.

Dzenbudismā ir labi zināma 10. gadsimtā radīta desmit tušas zīmējumu² sērija, kurā attēlota cilvēka virzība uz apgaismību un parādīts, kā gans tiecas valdīt pār sava ego “vērsi” un cenšas pakļaut savas domas un kaislības, lai ar apgaismotu un mierpilnu prātu kalpotu visas esības labā.³

Vērša meklētāja un sirds vārstuļu ķirurģijas attīstības gaitu raksturo trīs kopīgas iezīmes – liela ticība, lielas šaubas un liela drosme. Bez šiem nosacījumiem nebūtu progresa ne zinātnē, ne sirds ķirurģijā, ne sirds vārstuļu ārstēšanā.

Pasaules medicīnas vēsturē atklājumi rindojas blīvi cits pēc cita, papildinot viens otru, tāpēc šajā apskatā pieminēšu tikai spilgtākos un zīmīgākos notikumus.

¹ Raksts izstrādāts, balstoties uz referātu, kas nolasīts 2022. gada 17. maijā, saņemot Paula Stradiņa balvu medicīnā.

² Attēlu autors Tenšo Šūbuns (*Tenshō Shūbun*) (天章周文) (1414–1463).

³ Juris Rubenis, “Apgaismība mūsdienās?” lekcija, Integrālās izglītības klubs, 2020. gada 21. februāris, <https://www.iii3.lv/blogi/apgaismiba-musdienas/>.

1. Vērša meklēšana

Jauneklis apņēmīgi meklē vērsi. Viņš ir devies tālu prom no mājām, nonācis ceļa izvēles priekšā un izjūt pārliecības trūkumu, tomēr tas ir simbols cerībai un optimismam, nevis šaubām.

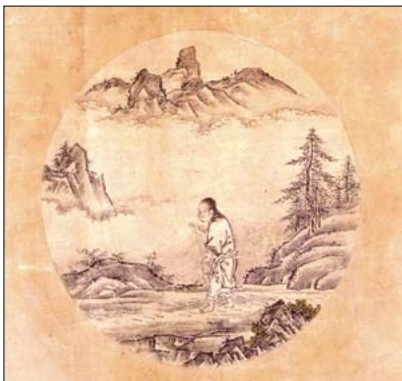
Iesākot stāstu par sirds vārstuļu patoloģiju ārstēšanas vēsturi, vispirms ir jāpiemin ievērojams sengrieķu ārsts, ķirurgs, rakstnieks un filosofs Galēns (130–201 AD, sk. 1. att. pielikumā), kurš mūsu ēras sākumā sniedzis pirmo sirds vārstuļu aprakstu: “Četras atveres kambaros, katrā divas; pa vienām asinis ieplūst, pa otrām izplūst.”⁴ Diemžēl Galēns uzskatīja, ka starpsienā starp kreiso un labo kambari ir savienojums, un tas gadsimtiem ilgi maldināja medicīnas sabiedrību.⁵



2. Vērša pēdu atrašana

Jauneklis upes krasta zālē atklāj vērša pēdas un uzzina, ka vērsis tiešām eksistē. Viņam rodas jaunas iespējas.

Laiks rit, un renesanses laikmetā tiek atklātas jaunas zināšanas par cilvēka ķermeni. Tās nebija papildinātas kopš antīkās pasaules laikiem, turklāt mirušu cilvēku sekcijas tika veiktas reti, baidoties no slimību izplatības un reliģisku iemeslu dēļ.



⁴ Marianna Karamanou, Christodoulos Stefanidis, Gregory Tsoucalas et al., “Galen’s (130–201 AD) Conceptions of the Heart”, *Hellenic J Cardiol.* 56, No. 3 (2015): 197–200.

⁵ Alexandra Mavrodi and George Parasevas, “Morphology of the heart associated with its function as conceived by ancient Greeks”, *Int J Cardiol.* 172, No. 1 (2014): 23–28.

Īpaši jāatzīmē Leonardo da Vinči (1452–1519) – izcils mākslinieks un zinātnieks ar plašu interešu loku, tostarp par anatomiju, kurš augstu vērtējis uz pieredzi balstītas praktiskās zināšanas. Pētniecības nolūkos Leonardo da Vinči ir veicis vairāk nekā trīsdesmit cilvēku ķermeņu sekcijas un atstājis aprakstu par četriem sirds vārstuļiem (sk. 2. att. pielikumā) un to lomu asins cirkulācijā. Lai pētītu asiņu hidrauliskās īpašības, viņš izgatavoja vairākus vērša sirds vaska atlējumus, savukārt no tiem – stikla modeļus, kas atdarināja cilvēka asinsriti.⁶

Tāpat lieli nopelni sirds izpētes vēsturē ir slavenajam britu ārstam Viljamam Hārvijam (1578–1657), kurš 1628. gada publikācijā *“Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus”* (sk. 3. att. pielikumā) pirmo reizi aprakstīja asinsrites lokus. Viņš bija novērojis, ka sirds vārstuļi ļauj asinīm plūst tikai vienā virzienā, un norādīja, ka “asinis riņķo bez apstājas un sirds darbība to paveic sūknējot. Un tas ir iemesls, kāpēc sirds saraujas un pukst”.⁷

3. Vērša ieraudzīšana

Jauneklis ierauga vērsi. Tagad viņa ceļu rāda ne tikai pēdu nospiedumi, bet arī pats vērsis. Lietā tiek liktas visas piecas maņas.

Šajā mirklī mēs pievēršamies vērsim, nevis tikai tā pēdu nospiedumiem. Sirds vārstuļu funkcija ir noskaidrota, un, lai sāktu stāstu par sirds vārstuļu patoloģiju ārstēšanu, mums ir jāatgriežas aptuveni simt gadu senā pagātnē, kad Rietumeiropā un Amerikas Savienotajās Valstīs vislielāko saslimstību un mirstību radīja reimatiskās sirds slimības. Tā laika preses izdevumos par medicīnu lasām, ka “reimatiskās sirds slimības ir visnopietnākā



⁶ Antonio V. Sterpetti, “Cardiovascular Research by Leonardo da Vinci (1452–1519)”, *Circulation Research* 124 (2019): 189–191.

⁷ Domenico Ribatti, “William Harvey and the discovery of the circulation of the blood”, *Journal of Angiogenesis Research* 1, no 1 (2009): 1–3.

reimatiskā drudža izpausme un viena no visaktuālākajām problēmām medicīnā”.⁸

Faktiski šo periodu var uzskatīt par modernās sirds ķirurģijas rītausmu, jo tieši reimatisms un tā plašā izplatība bija iemesls, kas lika ārstiem meklēt risinājumus.

Pirmkārt, jāpiemin 1923. gads, kad ASV ķirurgs Eliots K. Katlers (*Elliot C. Cutler*) piedāvāja jaunu sirds vārstuļu operācijas tehniku – ar speciālu instrumentu, punktējot funkcionējošu sirdi, caur sirds galotni izveidot papildu atveri stenozētajā mitrālajā vārstulī. Šādi viņš veica pirmo veiksmīgo sirds vārstuļu operāciju 12 gadus vecai meitenei (sk. 4. un 5. att. pielikumā).

Mūsdienu skatījumā ir skaidri redzami šīs metodes trūkumi, jo, izveidojot papildu atveri stenozētajā vārstulī, tiek atbrīvota asins plūsma, bet vienlaikus rodas mitrālā vārstuļa funkcijas nepietiekamība. Tomēr nevar noliegt, ka šai operācijai bija pozitīvs, kaut arī īslaicīgs rezultāts.

Tāpat jāpiemin 1925. gads, kad sers Henrijs Sutars (*Henry Souttar*) veica pirmo veiksmīgo mitrālā vārstuļa stenozes dilatāciju ar pirkstu. Tā ir slēgta operācija, kuras laikā ķirurgs caur kreiso ātriju digitāli paplašina sašaurināto vārstuli. Diemžēl, apkopojot abu iepriekš minēto operāciju rezultātus, tika konstatēta ārkārtīgi augsta pēcoperācijas mirstība, tāpēc šīs ārstēšanas metodes neizplatījās. Tikai 1948. gadā, t. i., vairāk nekā divdesmit gadus pēc pirmās sera H. Sutara digitālās mitrālā vārstuļa stenozes dilatācijas, Čārlzs P. Beilijs (*Charles P. Bailey*) un Dvaitis E. Harkens (*Dwight Emary Harken*) veica komisurotomiju, kurā pirmo reizi tika izmantots speciāls instruments – valvulotoms (sk. 6. att. pielikumā), kas turpmākajos gadu desmitos glāba daudzu pacientu dzīvības.⁹

Šajā sirds vārstuļu ķirurģijas attīstības posmā īpašas uzmanības vērti ir pirmie ziņojumi par vārstuļu aizstājējiem – protēzēm.

1952. gada 11. septembrī Čārlzs A. Hafneigels (*Charles A. Hufnagel*) ierosināja un īstenoja atjautīgu un novatorisku operāciju – lejupejošā aortā implantēja peldošu lodīšveida vārstuļa protēzi, to veicot darbojošajai sirdij.¹⁰

⁸ Rachel Hajar, “Rheumatic Fever and Rheumatic Heart Disease a Historical Perspective”, *Heart Views* 17, No. 3 (2016 Jul–Sep): 120–126.

⁹ L. Gonzalez-Lavin, “Charles P. Bailey and Dwight E. Harken – the dawn of the modern era of mitral valve surgery”, *Ann Thorac Surg.* 53, No. 5 (1992 May): 916–919.

¹⁰ C. A. Hufnagel and W. P. Harvey, “The surgical correction of aortic regurgitation”, *Bull Georgetown Univ Med Cent.* 6, No. 3 (1953): 60–61.

Kaut arī, aizstājot aortālo vārstuli nevis tā anatomiski īstajā pozīcijā pie sirds asinsrites izplūdes, bet krietni tālāk – descendējošā aortā –, nevar sasniegt optimālus hemodinamiskos rādītājus, tomēr to var uzskatīt par pirmo sirds vārstuļa protēzes prototipu. Pirmā paciente bija trīsdesmit gadus veca sieviete ar reimatisku aortas vārstuļa kaiti un smagu aortas vārstuļa nepietiekamību.

Runājot par sirds ķirurģijas priekšvēsturi Latvijā, jāuzsver, ka pirmā dokumentētā sirds operācija notika 1930. gadā, kad profesors Pauls Stradiņš pēc jaunas sievietes pašnāvības mēģinājuma no viņas sirds izvilka adāmadatu.

Nākamā operācija, iespējams, ir norisinājusies 1939. gadā, kad vienā no Rīgas privātklīnikām Baznīcas ielā profesors Vladimirs Mincs, Reinholds Girgensons un Pāvils Mucenieks operēja 27 gadu vecu sievieti ar iedzimtu sirdskaiti – atvērtu arteriālo vadu. Tomēr par šo operāciju un tās gaitu ir pretrunīgas ziņas.

Gatavošanās plānveida vārstuļa un sirdskaišu ķirurģijai Latvijā sākas 20. gadsimta 50. gadu otrajā pusē. 1958. gada 30. martā Paula Stradiņa Klīniskajā universitātes slimnīcā (toreiz – Rīgas pilsētas 2. slimnīcā, sk. 7. un 9. att. pielikumā) pēc profesora Paula Stradiņa iniciatīvas notika pirmā plānotā sirds operācija Latvijā, ko veica divi viesķirurgi no Maskavas – Jevgeņijs Mešalkins un Igors Medvedevs –, piedaloties Ēvaldam Ezerietim, Jānim Slaidiņam un Paulam Stradiņam. Tajā pašā dienā stundu vēlāk profesors Ēvalds Ezerietis kopā ar asistentiem Veroniku Rozenbahu un Ojāru Aleksi veica pirmo patstāvīgo komisurotomiju Latvijā.

Interesanti, ka 1958. gada pavasarī līdztekus sirds vārstuļa operācijai Rīgas pilsētas 2. slimnīcā arī Rīgas 1. slimnīca pievērsās sirds ķirurģijai – 1958. gada 18. maijā notika sirds operācija, kurā mitrālu komisurotomiju 35 gadu vecai pacientei veica Rīgas Stradiņa universitātes (tolaik – Rīgas Medicīnas institūta) docents Anatolijs Ņikitins un asistēja ķirurgs Ļevs Hnohs (sk. 8. att. pielikumā).

Jāuzsver, ka docentam A. Ņikitinam ir patiešām svarīga loma Latvijas sirds ķirurģijas attīstības sākumposmā. Rīgas 1. slimnīcā divpadsmit gadu laikā (1958–1970) viņš ir veicis 227 mitrālas, aortālas un mitrāli aortālas komisurotomijas ar tolaik izcilu pēcooperācijas rezultātu (letalitāte – tikai 2,2 % gadījumu). Ar šādiem rezultātiem varētu lepoties jebkura tā brīža lielākā Rietumu slimnīca. Docents A. Ņikitins datus par šīm operācijām ir apkopojis savā disertācijā.

Tā paša gada maijā Rīgas 1. slimnīcā norisinājās nozīmīga Latvijas ķirurģu, bērnu ķirurģu un terapijas zinātnisko biedrību apvienotā sēde, kas tika veltīta pirmajām sirds operācijām Latvijā un tika analizētas pasaules un Padomju Sociālistisko Republiku Savienības (PSRS) iespējas sirds vārstuļu ārstēšanā. Šajā sēdē uzstājās arī akadēmiķis profesors Pauls Stradiņš (sk. 10. un 11. att. pielikumā). Jāatzīmē, ka sirds ķirurģijas popularizēšana un uzsākšana Latvijā, iespējams, bija viens no viņa pēdējiem nozīmīgākajiem profesionālajiem izaicinājumiem.¹¹

4. Vērša notveršana

Jauneklis cenšas savaldīt vērsi, un tas prasa lielu piepūli. Vērsis ir spēcīgs un grib atrīvoties. Vienīgā iespēja vērsi pakļaut ir pielikt vēl lielāku spēku.

Šo sirds vārstuļu ķirurģijas attīstības posmu raksturo vairāki izšķiroši notikumi gan pasaulē, gan Latvijā. 1953. gada 6. maijs bija vēsturisks mirklis sirds ķirurģiskajā ārstēšanā – ASV ķirurgs Džons H.



Gibons (*John H. Gibbon*) veica pirmo veiksmīgo atvērto sirds operāciju ar ekstrakorporālu oksigenāciju jeb mākslīgo asinsriti.¹² Paciente bija astoņpadsmit gadus veca meitene ar iedzimtu sirdskaiti – ātriju starpsienas defektu. Kopējais mākslīgās asinsrites laiks ilga četrdesmit piecas minūtes. Šī bija pirmā reize, kad, izmantojot Gibona izgudroto aparātu (sk. 12. att. pielikumā), ķirurgam bija iespēja apturēt sirdsdarbību un pilnīgā redzes kontrolē koriģēt patoloģiju darbojošai sirdij, kas nebija pildīta ar asinīm. Tas bija apvērsums, kas nākotnē ļāva sasniegt milzīgu progresu sirds ķirurģijā.¹³

¹¹ A. Ņikitins, “Toreiz. Atmiņas un diapozitīvi par pirmajām sirds operācijām 1958. gadā”, lekcija Sirds ķirurģijas centra 50. gadadienai veltītā pasākumā, 2019. gada 5. jūlijs.

¹² J. D. Hill, “John H. Gibbon, Jr. Part I. The development of the first successful heart-lung machine”, *Ann Thorac Surg.* 34, No. 3 (1982): 337–341.

¹³ Tom P. Theruvath and John S. Ikonomidis, “Historical perspectives of The American Association for Thoracic Surgery: John H. Gibbon, Jr (1903–1973)”, *J Thorac Cardiovasc Surg.* 147, No. 3 (2014 Mar): 833–836.

Otrs pavērsiens bija pirmo sirds vārstuļu protēžu radīšana. 1960. gadā Dvaits E. Harkens (*Dwight E. Harken*) ziņoja par pirmo aortas vārstuļa protezēšanu. Tajā pašā gadā Alberts Stārs (*Albert Starr*) pirmo reizi mitrālā vārstuli aizstāja ar lodīšu protēzi (sk. 14. att. pielikumā), kas tika izstrādāta kopā ar inženieri Lovelu Edvardu (*Lowell Edwards*).¹⁴ Turpmāko septiņu gadu laikā tika implantētas gandrīz 2000 *Starr-Edwards* sirds vārstuļu protēzes, un tās kļuva par mehānisko vārstuļu protēžu zelta standartu. Kaut arī no mūsdienu viedokļa tās nebūt nebija ideālas protēzes, tomēr tās ir glābušas dzīvības tūkstošiem cilvēku. Vēlāk, šo prototipu industrializējot, tika likti pamati kompānijai “*Edwards*” – vienam no nozīmīgākajiem sirds vārstuļu ražotājiem, kas visvairāk ietekmējis sirds vārstuļu ķirurģijas attīstību.

“Vērša noķeršanu” Latvijā iezīmēja 1969. gads. Līdz tam sirds ķirurģija vienlaikus attīstījās vairākās Latvijas slimnīcās – P. Stradiņa Republikas klīniskajā slimnīcā, Rīgas pilsētas 1. klīniskajā slimnīcā un Republikas bērnu klīniskajā slimnīcā. Atsevišķas sirds operācijas notika arī PSRS Baltijas kara apgabala hospitālī, kas tolaik bija slēgta tipa medicīnas iestāde armijas vajadzībām. 1969. gadā profesors Jānis Volkolākovs uz P. Stradiņa Republikas klīniskās slimnīcas Vispārīgās ķirurģijas klīnikas bāzes nodibināja Sirds un asinsvadu ķirurģijas centru, apvienojot Latvijas sirds ķirurģu zināšanas un prasmes un koncentrējot tās vienā slimnīcā. Likumsakarīgi Latvijā ienāca modernākās sirds ķirurģijas novitātes – 1971. gadā profesors J. Volkolākovs (sk. 13. att. pielikumā) veica pirmo aortas vārstuļa protezēšanu un 1972. gadā pirmo mitrālā vārstuļa protezēšanu.

Pirmajām lodīšveida protēzēm bija vairāki trūkumi – galvenokārt augstā trombogenitāte un hemodinamiskās nepilnības, kas mudināja inženierus protēzes pilnveidot. 1969. gadā zviedru sirds ķirurgs Vikings Bjorks (*Viking Björk*) un amerikāņu inženieris Donalds Šēlijs (*Donald Shiley*) radīja *Björk-Shiley* viena diska protēzi, savukārt 1977. gadā ķirurgi sāka lietot ASV kompānijas “*St. Jude Medical*” izstrādāto karbona divlapiņu protēzi (sk. 16. att. pielikumā), kuras prototips joprojām nav pārspēts un ar nelielām modifikācijām tiek lietots arī mūsdienās.

Apzinoties mehānisko protēžu vājos punktus, turpinājās jaunu protēžu meklējumi, līdz 1962. gadā britu ķirurgs Donalds Ross (*Donald Ross*) veica

¹⁴ Elliot L. Chaikof, “The development of prosthetic heart valves – lessons in form and function”, *N Engl. J Med.* 357, No. 14 (2007 Oct 4): 1368–1371.

pirmo veiksmīgo aortas vārstuļa homotransplantāta implantāciju. Lai aizstātu patoloģiski izmainīto aortas vārstuli, viņš lietoja speciāli sagatavotu un apstrādātu miruša cilvēka transplantātu.

Pēc pieciem gadiem – 1967. gadā – Donalds Ross nāca klajā ar unikālu ideju, kas tika realizēta un mūsdienās ir pazīstama ar terminu “Rosa operācija”. Šīs operācijas laikā patoloģiski izmainītu aortas vārstuli aizstāja ar paša pacienta plaušu vārstuļa autotransplantātu, savukārt plaušu vārstuli aizstāja ar homotransplantātu.¹⁵ Tādējādi pacients ieguva jaunu aortas vārstuli, kas bija veidots nevis no svešiem, bet paša pacienta audiem, un tas ir īpaši piemērots bērniem un jauniešiem, jo vārstulis var augt un attīstīties reizē ar visu organismu.

Bioloģisko sirds vārstuļu protēžu attīstībā būtiska nozīme ir arī franču ķirurgam Alēnam Karpentjē (*Alain Carpentier*), kurš 1967. gadā ar kolēģiem ieviesa glutaraldehīdā apstrādātus cūku sirds vārstuļus (sk. 18. att. pielikumā), kas iestiprināti sintētiska materiāla karkasā.¹⁶ Pirms tam ksenotransplantāta vārstuļi tika uzglabāti formaldehīdā, kas pēc implantācijas izraisīja ātru vārstuļu deģenerāciju.

Otrā “vērša noķeršana” Latvijā notika 2002. gada 10. aprīlī, kad tika veikta pirmā sirds transplantācija profesora Romana Lāča vadībā (sk. 15. att. pielikumā). Lai arī šī operācija nebija cieši saistīta ar vārstuļu ķirurģiju, ir neapšaubāmi skaidrs, ka šis solis ļāva sirds ķirurģijai uzplaukt un attīstīties tādai, kādu mēs to redzam mūsdienās. No organizatoriskās puses tā bija liela uzdrīkstēšanās, kas pierādīja, ka Sirds ķirurģijas centrs Latvijā var un tam ir iespējas veikt tik sarežģītas operācijas.

¹⁵ Larry W. Stephenson, Jeffrey L. Rodengen and Jon Vanzile, *State of the Heart: The Practical Guide to Your Heart and Heart Surgery* (Write Stuff Enterprises Inc; Fort Lauderdale, 1999), 154–155, 288.

¹⁶ A. Carpentier, G. Lemaigre, L. Robert et al, “Biological factors affecting long-term results of valvular heterografts”, *J Thorac Cardiovasc Surg*, 58, No. 4 (1969 Oct): 467–483.

5. Vērša pieradināšana

Ir vajadzīga pātāga un pavada, lai neļautu vērsim aizklīst citur. Reiz pieradināts vērsis kļūst rāms.

Esam nonākuši stabilākā sirds ķirurģijas periodā, kurā turpinās attīstība un meklējumi, bet tajā pašā laikā tiek izmantotas arī jau zināmas metodes un materiāli. Pirmkārt, jāmin dažādu sirds vārstuļu protēžu tipu izmantošana. Kā jau iepriekš tika minēts, vēsturiski attīstījās divi protēžu veidi – mehāniskās karbona divlapiņu protēzes un bioloģiskās protēzes, kas tika veidotas no speciāli apstrādātām cūkas sirds vārstuļa vai liellopa perikarda lapiņām un tika iešūtas sintētiskos karkasos. Sākotnēji bioloģiskās protēzes nebija ilgmūžīgas, taču, uzlabojoties tehnoloģijām un reizē arī pieaugot operējamo pacientu vecumam, tika novērots straujš bioprotēžu lietošanas pieaugums.



Jauņākās Eiropas kardiologu un sirds ķirurgu biedrību vadlīnijas nosaka, ka mehāniskās protēzes ir ieteicamas pacientiem līdz sešdesmit gadu vecumam, bet vecākiem slimniekiem jādod priekšroka bioloģiskām protēzēm.¹⁷

Latvijā sirds vārstuļu bioprotēžu lietojums ievērojami palielinājās no 2010. gada. Apkopotie dati liecina, ka, piemēram, 2002. gadā bioprotēzes veidoja tikai 4 % no Sirds ķirurģijas centrā vārstuļu operācijās izmantotajām protēzēm. Turpretim pēdējos gados, piemēram, 2021. gadā, bioprotēžu īpatsvars ir sasniedzis jau aptuveni 90 %. Tātad krasi palielinājusies šī protēžu veida izvēle. Tas saistīts ar Latvijas populācijas novecošanu un jaunākās paaudzes bioloģisko protēžu pieejamību, kas pilnībā atbilst vadošo Eiropas sirds ķirurģijas centru statistikas datiem.

¹⁷ Alec Vahanian, Friedhelm Beyersdorf, Fabien Praz et al, “2021 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease: Developed by the Task Force for the management of valvular heart disease of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)”, European Heart Journal 43, No. 7 (2022 Feb 14): 561–632.

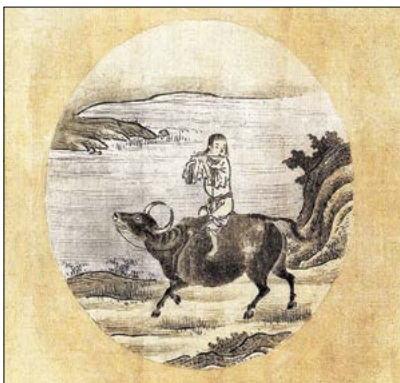
Mehānisko un bioloģisko protēžu priekšrocības un trūkumi ir aprakstīti daudzos pētījumos un publikācijās. Joprojām turpinās centieni uzlabot protēžu kvalitāti. Piemēram, ASV kompānija “On-X”, izmantojot divlapiņu karbona vārstuļa protēzes prototipu, ir izveidojusi uzlabotu protēzes modeli no īpaši gluda karbona ar maksimālu lapiņu atvēršanās leņķi.¹⁸ Atšķirībā no citām mehāniskām vārstuļa protēzēm šīs protēzes īpaši gludā virsma un atvēršanās leņķis nodrošina iespēju pielietot atvieglotu antikoagulācijas režīmu.

Savukārt jaunākā tipa bioprotēze ir *Inspiris Resilia*, ko ražo kompānija “Edwards”. Šī protēze tiek uzglabāta sausā veidā atšķirībā no tradicionālajiem audu vārstuļiem, kas tiek apstrādāti ar glutaraldehīdu. Sausais uzglabāšanas veids samazina kalcija uzkrāšanos un palielina vārstuļa izturību. Turklāt šai protēzei ir unikāla karkasa konstrukcija, kas vēlāk ļauj ievietot lielāka izmēra perkutānu vārstuļa protēzi, ja iepriekšējā protēze gadu gaitā ir nolietojusies.¹⁹

6. Atgriešanās mājās uz vērša muguras

Cīņa ir izcīnīta. Vairs nav svarīgi, cik spēka tā ir prasījusi. Prieks!

Gadu gaitā sirds vārstuļu ķirurģiskā ārstēšana ir pilnveidojusies. Ir pieejamas protēzes, mākslīgā asinsrite un praksē pārbaudīti dažādi tehniskie paņēmieni, tomēr operācija joprojām ir saistīta ar ķirurģiskiem griezieniem. Tāpēc jāizceļ mazāk traumatiska ārstēšanas iespēja – sirds



¹⁸ John Puskas, Marc Gerdisch, Dennis Nichols et al, “Reduced anticoagulation after mechanical aortic valve replacement: Interim results from the Prospective Randomized On-X Valve Anticoagulation Clinical Trial randomized. Food and Drug Administration investigational device exemption trial”, *J Thorac Cardiovasc Surg.* 147, No. 4 (2014): 1202–1210.

¹⁹ John Puskas, Joseph E. Bavari, Lars G. Svensson et al, “The COMMENCE trial: 2-year outcomes with an aortic bioprosthesis with RESILIA tissue”, *Eur J Cardiothorac Surg.* 52, No. 3 (2017 Sep 1): 432–439.

vārstuļu operācija ar minimāli invazīvu pieeju, kas pēdējās desmitgadēs ir strauji attīstījusies. Tās pamatprincips ir ķirurģiska vārstuļu aizstāšana ar kvalitatīvu protēzi, veicot ne vairāk kā 5 cm garu griezienu ribstarpā, neskarot kaulus.

Šādās minimāli invazīvās operācijās izmanto bezšuvju vārstuļu protēzes, kas tika radītas pirms trīsdesmit gadiem. Tās ļauj veikt vārstuļa nomaīņu caur nelielām atverēm ierobežotā vizuālā kontrolē. Pateicoties bezšuvju vārstuļiem, vēlāk attīstījās transkatetra vārstuļu tehnoloģijas.²⁰

Praksē tiek lietota kompānijas “*Edwards*” ražotā protēze *Intuity* un kompānijas “*LivaNova*” ražotā protēze *Perceval*. Tās abas uzrāda labus klīniskos rezultātus un vārstuļu hemodinamiku, kas reti saistīta ar komplikācijām. Lietojot bezšuvju vārstuļu protēzes, operāciju iespējams veikt ar mazāku griezienu un saīsināt aortas oklūzijas un mākslīgās asinsrites laiku. Tāpat svarīga priekšrocība ir ātrāks pacienta atlabšanas periods un dzīves kvalitātes atgūšana.²¹

Savukārt mitrālā vārstuļa minimāli invazīvā pieeja (*Port Access*) īstenojama ar torakoskopiju vai robotķirurģijas metodi. Mitrālā vārstuļa patoloģiju korekcijai var izmantot arī novatoriskas ierīces, piemēram, *NeoChord* un *Harpoon*. Tie ir moderni instrumenti pieejai caur sirds galotni, ar kuru palīdzību var atjaunot mitrālā vārstuļa hordas.²² Zināmā mērā to var uzskatīt par atgriešanos vēsturē, jo 1923. gadā Eliots K. Katlers veica pirmo vārstuļa operāciju caur sirds galotni. Pirmā *NeoChord* transapikālā implantācija Latvijā notika 2014. gadā, un to veica Pēteris Stradiņš, piedaloties Uldim Strazdiņam, Mārtiņam Kalējam, Edītei Vārtaņai un Indrai Viļumsonei.

²⁰ M. Russo, M. Taramasso, A. Guidotti et al, “The evolution of surgical valves”, *Cardiovascular Medicine* 20, No. 12 (2017): 285–292.

²¹ Massimo Mecca, Andrea Montisci, Antonio Miceli et al, “Sutureless Perceval Aortic Valve Versus Conventional Stented Bioprostheses: Meta-Analysis of Postoperative and Midterm Results in Isolated Aortic Valve Replacement”, *J Am Heart Assoc.* 7, No. 4 (2018 Feb 16): e006091.

²² Andrea Colli, David Adams, Alessandro Fiocco et al, “Transapical NeoChord mitral valve repair”, *Ann Cardiothorac Surg.* 7, No. 6 (2018 Nov): 812–820.

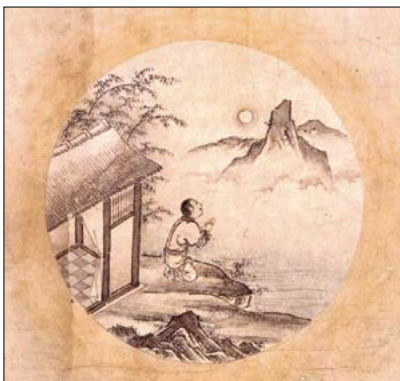
7. Vērša aizmiršana

Vērsis nav redzams. Jauneklis mierīgi sēž pie sava mājokļa. Vērsis savu lomu ir izpildījis. Pie apvāršņa ir pilnmēness, apgaismības simbols, un norādes uz to vairs nav vajadzīgas.

Sirds ķirurģijas tehnoloģiskās iespējas ļauj veikt dažāda veida operācijas, tostarp mazinvažīvas, kas sniedz pacientam daudz priekšrocību, tomēr vienmēr ļoti svarīgs ir ilgtermiņa rezultāts, īpaši sirds mitrālā vārstuļa gadījumā. Tāpēc nozīmīgs mitrālā vārstuļa ķirurģiskas ārstēšanas pavērsiena punkts bija 1980. gads, kad jau iepriekš minētais slavenais franču ķirurgs Alēns Karpentjē mitrālā vārstuļa protezēšanu piedāvāja aizstāt ar plastisko operāciju – anuloplastiku (sk. 17. att. pielikumā). Viņš ieteica no vārstuļa izgriezt patoloģiski izmainīto, bojāto segmentu, savukārt pārējās vārstuļa struktūras atjaunot un nostiprināt ar anuloplastikas riņķi.²³ Vēlāk izrādījās, ka vairāk nekā 80 % mitrālo vārstuļu deģeneratīvo regurgitāciju ir ārstējamas ar plastikas palīdzību un rezultāts ir ilgnoturīgs.

Šīs metodes priekšrocības nav apstrīdamas – pacientam nav protēzes, tātad pēc operācijas visu mūžu nav jālieto antikoagulanti, kā tas ir mehāniskas protēzes gadījumā, vai arī nedraud vārstuļa deģenerācija, kā tas notiek bioloģiskas protēzes gadījumā. Ne velti metodes radītājs Alēns Karpentjē ir teicis, ka “mūsdienu sirds ķirurga uzdevums ir operācijas laikā ne tikai atjaunot bojātā vārstuļa funkciju, bet gan atjaunot to tā, lai tas funkcionētu visu pacienta dzīvi”.

Latvijā mitrālā vārstuļa plastikas operāciju programma tika uzsākta 2004. gadā, un to realizēja ārsti Pēteris Stradiņš, Jānis Volkolakovs jun. un Ralfs Kolītis. Sākotnēji tās bija tikai dažas operācijas gadā, bet 2021. gadā jau 91 % deģeneratīva mitrālā vārstuļa slimību tika ārstētas ar plastikas operāciju. Tas ir ļoti augsts īpatsvars, un jāatzīst, ka faktiski šodien visi



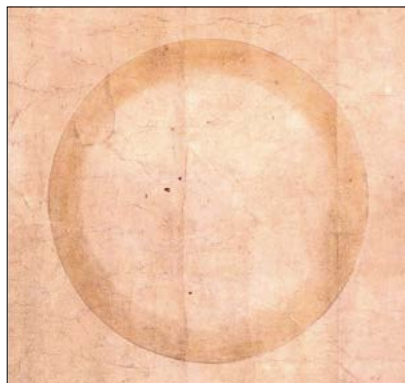
²³ Alain Carpentier M. D., “Cardiac valve surgery – the “French correction””, J Thorac Cardiovasc Surg. 86, No. 3 (1983 Sep): 323–337.

Sirds ķirurģijas centra ķirurgi ir apguvuši šo metodi, tāpēc šos rādītājus patiešām var vērtēt kā nozīmīgu Latvijas sirds ķirurģijas sasniegumu.

8. Sevis aizmiršana

Arī jauneklis ir pazudis. Tukšs aplis un pilnības zīme. Visas iespējas.

Visbeidzot jāpiemin sirds vārstuļu ķirurģijas pēdējais attīstības posms – transkatetra implantācija. 2002. gada aprīlī franču kardiologs Alans Kribjē (*Alan Cribier*) veica pirmo perkutāno aortas vārstuļa implantāciju jeb TAVI (sk. 19. att. pielikumā). Pacients bija 62 gadus vecs vīrietis ar aortas stenozi,



kuram smagā veselības stāvokļa dēļ nebija iespējama klasiska, atvērta ķirurģiska operācija.²⁴ Pasaulē ir veiktas vairāk nekā 500 000 TAVI procedūru.

Latvijā pirmā transapikālā (caur sirds galotni) aortas vārstuļa stentprotēzes implantācija (TAVI) notika 2009. gada 30. septembrī, un to veica Pēteris Stradiņš, Andrejs Ērglis, Eva Striķe, Mārtiņš Kalējs, Ainārs Rudzītis un Andis Dombrovskis (sk. 20. att. pielikumā). Kopš 2009. gada gan Latvijā, gan arī pasaulē šīs tehnoloģijas evolūcija ir bijusi acīmredzama. Mūsdienās gandrīz visos gadījumos varam veikt TAVI bez ķirurģiska grieziena un bez pilnas narkozes, kas īpaši svarīgi ir gados veciem pacientiem un pacientiem ar smagām blakus slimībām.

Jāuzsver, ka TAVI metodes pielietojums nav iespējams bez sirds ķirurģijas vēsturiskā mantojuma, bez ciešas ķirurgu un invazīvo kardiologu sadarbības un viņu pielietotajiem tehniskajiem paņēmieniem.

Kāda ir sirds vārstuļu ārstēšanas nākotne? Vai ķirurģiju aizstās ar transkatetra metodēm? Jāņem vērā, ka TAVI tiek lietota tikai aortas vārstuļa patoloģijas ārstēšanai. Pašlaik to galvenokārt izmanto pacientiem, kuriem ķirurģiska operācija nav iespējama vai kuriem ķirurģiskas ārstēšanas risks

²⁴ Alain Cribier, Helene Eltchaninoff, Assaf Bash et al, “Percutaneous transcatheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description”, *Circulation* 106, No. 24 (2002 Dec 10): 3006–3008.

ir pārāk augsts. Tomēr daudzviet pasaulē transkatetra metodi izvēlas arī gados jaunākiem pacientiem, kurus var operēt ķirurģiski.²⁵

Vai tā ir paradigmas maiņa? Dati tiek apkopoti, un pētījumi turpinās. Īstermiņa rezultāti liecina, ka TAVI nav sliktāka par konvencionālu operāciju. Tomēr viss nav tik vienkārši, jo jāņem vērā ilgtermiņa rezultāti un dažādas pacientu grupas. Ir virkne mazāku pētījumu, kuros dati atšķiras, un ne vienmēr grupa pacientu, kam veikta TAVI, uzrāda labus rezultātus, īpaši tas ir novērojams ilgtermiņā (pēc 4–5 gadiem šādiem pacientiem rezultāti ir ievērojami sliktāki nekā grupai pacientu, kam veikta ķirurģiska operācija).²⁶ Tāpat arī jaunākie pētījumi liecina, ka zema riska pacientiem, kuriem primāri ir implantēts sirds vārstulis, vēlākā dzīves posmā riski palielinās. Pēdējā Eiropas sirds ķirurgu kongresā tika rekomendēts no jauna pārskatīt vadlīnijas un samazināt TAVI indikācijas.

9. Atgriešanās pie pirmcēloņa

Atkal parādās formas, taču bez vērša un jaunekļa. Patiesība ir tepat, tā nav tālu jāmeklē.

Ko esam noskaidrojuši?

Pirmais secinājums. Ir skaidrs, ka vārstuļu korekciju skaits palielināsies, jo sabiedrība noveco, diagnostikas iespējas ir ievērojami uzlabojušās, ir attīstījusies ķirurģija un paplašinājusies invazīvo metožu pieejamība.

Otrais secinājums. Jāizvērtē transkatetra vārstuļu izturība un ilgtermiņa rezultāti. TAVI metode ir izcila gados veciem pacientiem ar aortas vārstuļu stenozi un daudzām blakus slimībām.

Trešais secinājums. Ir neskaitāmi pētījumi un dati par vārstuļu ķirurģiskās protezēšanas rezultātiem. Lai nākotnē aortas vārstuļa stenožu



²⁵ Andreas Beckmann, Anne-Katrin Funkat, Jana Lewandowski et al, “German Heart Surgery Report 2016: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery”, Thorac Cardiovasc Surg. 65, No. 7 (2017 Oct): 505–518.

²⁶ Akash Kataruka and Catherine M. Otto, “Valve durability after transcatheter aortic valve implantation”, J Thorac Dis.10 (Suppl 30) (2018 Nov): S3629–S3636.

ārstēšanā dotu priekšroku TAVI, ir jāiegūst pierādījumi par implantu ilgtermiņa izturību un jāsamazina to izmaksas.

Ceturtais secinājums. Mitrālā vārstuļa ārstēšanā ķirurģiskā operācija joprojām ir zelta standarts. Transkatetra metodes nav tik attīstītas, lai pat īstermiņā tās būtu analogas ķirurģiskai pieejai.

Piektais secinājums. Pacienti ar kombinētām sirds slimībām (vai-rāku vārstuļu slimība, kombinācija ar koronāro sirds slimību utt.) priekš-roka jādod ķirurģiskai operācijai. Jaunākajās vadlīnijās ir skaidri norādīts, ka viena no ķirurģijas priekšrocībām ir iespēja operācijas laikā ārstēt vai-rākas patoloģijas.

10. Atgriešanās tirgus laukumā

Jauneklis ir novecojis, kļuvis resns²⁷ un gudrs. Viņš ir ieradies tirgus laukumā, lai dalītos ar savu gudrību, un sastop jaunu ganu. Cikls ir noslēdzies.



Alegoriski sirds ķirurģs ir izmantojis līdz šim zināmās metodes, ir apgājis apli un atgriezies sākumpunktā, viņš ir vecs un gudrs. Protams, mēs zinām, ka nākotnē nāks jaunas ārstēšanas metodes. Pirms desmit gadiem diskutējām, vai sirds ķirurģijas metodes nomainīs invazīvā kardioloģija, tomēr tas nav noticis, un tagad mēs zinām, ka tas nenotiks. Vēl vairāk – visticamāk, arī invazīvajai kardioloģijai būs līdzīgs attīstības cikls, kāds tas ir bijis sirds ķirurģijai. Piemēram, pieprasījums pēc invazīvām, kaut vai tikai diagnostiskām, procedūrām drīzumā var strauji samazināties.²⁸

Tāpēc pamatots ir jautājums, kurp mēs, ķirurgi, dodamies? Varam iztēloties medicīnu renesanses laikā un ķirurģijas attīstības ceļu no ļoti vienkāršām ārstēšanas metodēm, piemēram, operāciju ar pirkstu, bez

²⁷ Resns – gudrības simbols Austrumu kultūrā.

²⁸ William F. Fearon and Rushi V. Parikh, “FFR-CT Planner: The Next Tool in the Precision PCI Armamentarium?”, *J Am Coll Cardiol Img.* 15, No. 7 (2022 Jul): 1256–1258.

palīginstrumentiem, līdz mūsdienām ar sarežģītām vizualizācijām un tādām ārstēšanas metodēm kā TAVI. Sirds ķirurģiem rodas aizvien jauni uzdevumi, joprojām sastopamies ar slimībām, kuras var ārstēt tikai ķirurģiski. Noteikti tiks atklātas jaunas ierīces un metodes, tomēr, salīdzinot ar atvērtu sirds operāciju, tās viennozīmīgi būs dārgākas, sarežģītākas un, galvenais, pacientam riskantākas. Liela daļa koriģējamu sirds patoloģiju joprojām risināmas tikai ar sirds operācijas metodi, tāpēc vajadzīga sirds ķirurģijas tālāka attīstība, piemēram, iedzimtu sirdskaišu, koronārās sirds slimības, sirds vārstuļu ārstēšanā un īpaši endokardīta jeb sirds infekcijas un krūšu kurvja aortas un tās zaru ārstēšanā. Turklāt nākotnē komplikācijas, kas radīsies, lietojot dažādas ierīces, visticamāk, būs jārisina ar sirds ķirurģiju.

Sirds ķirurģija, ejot cauri šiem attīstības posmiem, ir bijusi kā paraugs un katalizators daudzu medicīnas nozaru attīstībai, un tas ir noticis, pateicoties pašai dziedzīgiem un izciliem mediķiem, kurus vieno trīs kopīgas iezīmes – liela ticība, lielas šaubas un liela drosmē. Bez šiem nosacījumiem nebūtu aprakstītā progresa un izglābto pacientu dzīvību. Bet ceļš uz modernu sirds vārstuļu ārstēšanu turpinās, mūs gaida arvien jaunas iespējas un izaicinājumi, un esmu pārliecināts, ka laika gaitā iegūtās zināšanas un profesionālā pieredze mums palīdzēs.

Pēteris Stradiņš,

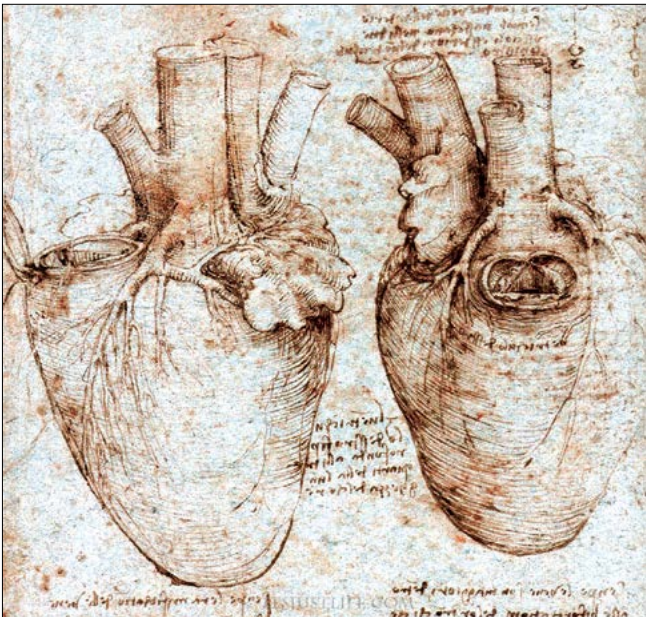
MD, PhD, profesors, Sirds ķirurģijas centra vadītājs,
Paula Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca, Latvija /
MD, PhD, Professor, Chief of Cardiac Surgery Centre,
Pauls Stradins Clinical University Hospital, Latvia

P. Stradiņa rakstam “Desmit vērši jeb ceļš uz modernu sirds vārstuļu ārstēšanu”



1. attēls. Galēns (130–201 AD), sengrieķu ārsts, ķirurgs, rakstnieks un filozofs. Portrets, 18. gadsimta gravīra¹

2. attēls. Renesanses laika sirds uzbūves zīmējums. Autors: itāļu mākslinieks un zinātnieks Leonardo da Vinči (1452–1519)²



EXERCITATIO
ANATOMICA DE
MOTV CORDIS ET SAN-
GVINIS IN ANIMALI-

BVS,
GVILIELMI HARVEI ANGLI,
*Medici Regii, & Professoris Anatomia in Col-
legio Medicorum Londinensi.*



FRANCOFVRTI,
Sumptibus GVILIELMI FITZERI.

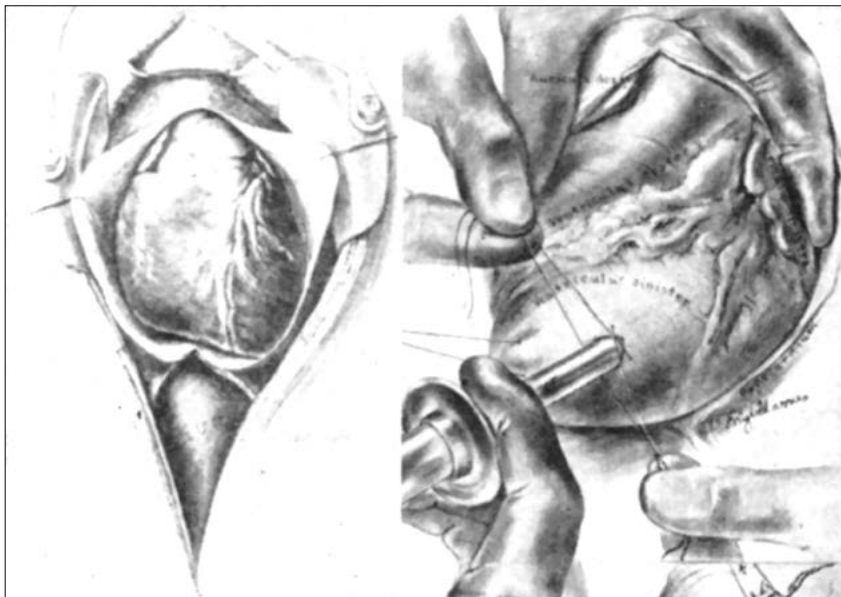
ANNO M. DC. XXVIII.

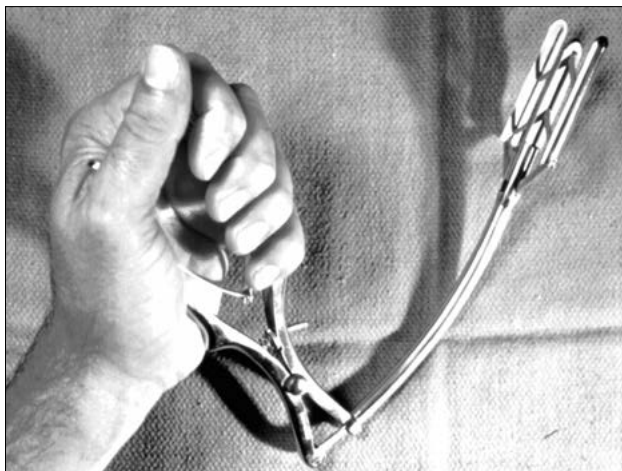
3. attēls. Britu ārsta Viljama Hārvija (1578–1657) 1628. gada publikācijas
“*Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*” titullapa³



4. attēls. Divpadsmitgadīgā
paciente pēc Eliota Katlera
pirmās veiksmīgās sirds
vārstuļu operācijas
1923. gadā⁴

5. attēls. Instruments, kādu
ASV ķirurgs Eliots Katlers
izmantoja pirmajā sekmīgajā
sirds vārstuļu operācijā
1923. gadā⁵





6. attēls. Valvulotoms – instruments, kuru ASV ķirurgi Čārlzs Beilijs un Dvaits Harkens izmantoja pirmajā komisurotomijā jeb vārstuļu stenozes operācijā (1948)⁶



7. attēls. Ķirurgi prof. Ēvalds Ezerietis un prof. Pauls Stradiņš Rīgas pilsētas 2. slimnīcā, tag. P. Stradiņa Klīniskajā universitātes slimnīcā (1958)⁷



8. attēls. Pirmā plānotā sirds operācija Rīgas pilsētas 1. slimnīcā. Operē Anatolijs Ņikitins un asistē Ļevs Knohs (18.05.1958.)⁸



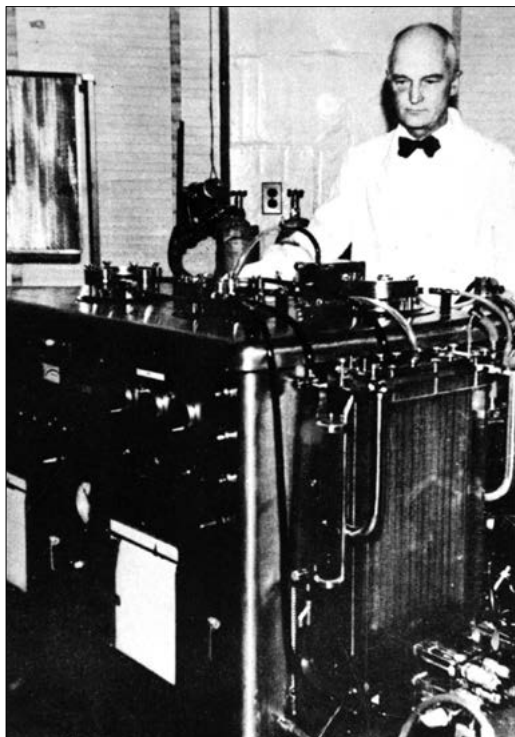
9. attēls. Operāciju zāle Rīgas pilsētas 2. slimnīcā (tag. P. Stradiņa Klīniskā universitātes slimnīca), operē prof. Pauls Stradiņš⁷



10. attēls. Akadēmiķa Paula Stradiņa uzruna Latvijas ķirurgu, bērnu ķirurgu un terapijas zinātnisko biedrību apvienotajā sēdē Rīgas 1. slimnīcā (1958. g. maijs)⁷



11. attēls. Latvijas ķirurgu, bērnu ķirurgu un terapijas zinātnisko biedrību apvienotā sēde, veltīta pirmajām sirds operācijām Latvijā (1958. g. maijs). No kreisās: prof. Pauls Stradiņš, viesi no tā laika lielākā PSRS Sirds ķirurģijas centra Maskavā – prof. Viktors Saveljevs, prof. Gdaļs Gelšteins, prof. Viktors Smoļņikovs –, un prof. Arčils Mačabeli⁷



12. attēls. ASV ķirurgs
Džons Gibons pie mākslīgās
asinsrites aparāta⁹

13. attēls. Sirds un
asinsvadu ķirurģijas centra
dibinātājs prof. Jānis
Volkolākovs operāciju zālē⁷





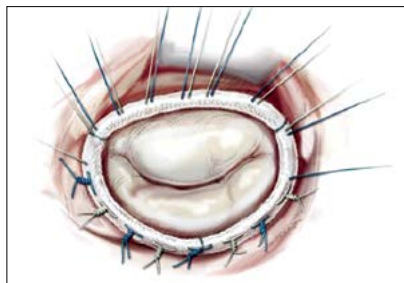
14. attēls. Lodīšu protēze, kādu 1960. gadā izstrādājis ASV ķirurgs Alberts Stārs kopā ar inženieri Lovelu Edvardu¹⁰

15. attēls. Pirmā sirds transplantācija Latvijā P. Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Sirds ķirurģijas centrā (10.04.2002.), sirds ķirurgi profesors Romāns Lācis, Pēteris Stradiņš un Uldis Strazdiņš un operāciju māsa Aleksandra Lāce⁷





16. attēls. *St. Jude Medical* 1977. gadā radītā divlapiņu protēze¹¹



17. attēls. Mitrālā vārstuļa plastiskās operācijas princips pēc Alēna Karpentjē 1980. gadā izgudrotās metodes: bojātais segments tiek izgriezts, bet pārējās vārstuļa struktūras atjaunotas un nostiprinātas ar anuloplastikas riņķi¹²



18. attēls. Franču ķirurgs Alēns Karpentjē ar glutaraldehīdā apstrādāta cūkas sirds vārstuļa paraugu, kuru viņš kopā ar kolēģiem ieviesa 1967. gadā¹³



19. attēls. Perkutānās aortas vārstuļa implantācijas (TAVI) ieviesējs franču kardiologs Alans Kribjē ar pirmo pacientu, 2002. gads¹⁴



20. attēls. Latvijā pirmā transapikālā (caur sirds galotni) aortas vārstuļa stentprotēzes implantācija (TAVI) notiek P. Stradiņa Klīniskās universitātes slimnīcas Sirds ķirurģijas centrā (Pēteris Stradiņš, Andrejs Ērglis, Eva Strīķe, Mārtiņš Kalējs, Ainārs Rudzītis, Andis Dombrovskis), 2009. gada 30. septembris⁷

Pielikumā izmantoto ilustrāciju avoti:

- ¹ Galen, <https://en.wikipedia.org/wiki/Galen#/media/File:Galenus.jpg>.
- ² Leonardo da Vinci's Elegant Studies of the Human Heart Were 500 Years Ahead of Their Time, <https://www.openculture.com/2020/09/leonardo-da-vincis-elegant-studies-of-the-human-heart.html>.
- ³ De Motu Cordis, <https://www.cabinet.ox.ac.uk/de-motu-cordis-1628>.
- ⁴ Elliott C. Cutler and S. A. Levine, "Cardiotomy and valvulotomy for mitral stenosis. Experimental observations and clinical notes concerning an operated case with recovery," *The Boston Medical and Surgical Journal* June 28 (1923): 1026.
- ⁵ Dwight E. Harken, Laurence B. Ellis, Paul F. Ware et. al., "The surgical treatment of mitral stenosis," *The New England Journal of Medicine* 239, no. 22 (1948): 803 (Fig. 2).
- ⁶ Denton A. Cooley and O. H. Frazier, "The Past 50 Years of Cardiovascular Surgery," *Circulation* 102, no. suppl. 4 (2000): Iv-87–Iv-93, https://doi.org/10.1161/circ.102.suppl_4.IV-87 (Fig. 8).
- ⁷ Prof. P. Stradiņa personīgais arhīvs.
- ⁸ Prof. A. Ņikitina personīgais arhīvs.
- ⁹ Tyler M. Bauer and Vakhtang Tchanchalashvili, "The Person Behind the Inventor of the Heart-Lung Machine: John H. Gibbon Jr, MD (1903–1973)," *Artificial Organs* 42, no. 8 (2018): 765–775, <https://doi.org/10.1111/aor.13280>.
- ¹⁰ Prof. P. Stradiņa foto.
- ¹¹ Deepak Asudani, "Prosthetic heart valves," *CancerTherapyAdvisor.com*, <https://www.cancertherapyadvisor.com/home/decision-support-in-medicine/hospital-medicine/prosthetic-heart-valves/>.
- ¹² Stephan Jacobs, Simon H. Sündermann, "Minimally invasive valve sparing mitral valve repair – the loop technique – how we do it," *Ann Cardiothorac Surg* 2, no. 6 (2013): 818–824, <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2013.11.09>.
- ¹³ Sandrine Cabut et Chloé Hecketsweiler, "Cœur artificiel, succès médical et médiatique," 20 janvier 2015, https://www.lemonde.fr/medecine/article/2015/01/20/c-ur-artificiel-succes-medical-et-mediatique_4559611_1650718.html. Patrika Kovarika (*Patrick Kovarik*) / AFP (Francijas preses aģentūra) foto.
- ¹⁴ TAVI, "First FIM Percutaneously Implanted Heart Valve (PHV) implantation on 16 April, 2002", www.pronline.com, 7 November, 2017; <https://www.pronline.com/About-PCR/40-years-angioplasty/Spotlight-on/FIM-PHV-implantation>.