

## 40 aastat kehavälist vereringet Eestis

Jüri Samarütel<sup>1</sup>, Arvo Klaar<sup>2</sup>, Ürjo Ploom<sup>2</sup> – <sup>1</sup>TÜ Kliinikumi anestesiooloogia- ja intensiivravi kliinik, <sup>2</sup>TÜ Kliinikumi kardiovaskulaar- ja torakaalkirurgia kliinik

kehaväline vereringe, südamekirurgia, reanimatsioon, hüpothermia, trahhea reseksioon

**Kehavälist vereringet südameoperatsioonide ajal ning elustamise puhul on Eestis kasutatud 40 aastat. Esimene operatsioon avatud südamel kehavälise vereringe tingimustes tehti Tartus 17. märtsil 1966. aastal. Praeguseks on kehavälist vereringet kasutatud umbes 10 000 avatud südamel tehtud operatsiooni korral.**

17. märtsil 2006. möödus 40 aastat ühest tähtsündmusest Eesti meditsiini arengus: prof A. Kliiman oma meeskonnaga tegi esimese operatsiooni nn lahtisel, avatud südamel kehavälise vereringe tingimustes – 16aastasel neiu suletud südamekodade vaheseina defekt. Praegu on kunagine patsient elus ja töövõimeline.

Kehavälise vereringe kasutuselevõtt lõi eelduse kaasaegse südamekirurgia arenguks Eestis: praeguseks on Tartu kardiokirurgid selle abil teinud ligikaudu 4500 ja Tallinna kardiokirurgid 5500 operatsiooni. Südamekirurgia omakorda on olnud stiimuliks kardioloogia, angiokardiograafia, anestesiooloogia-intensiivravi, laborimeditsiini, vere-teenistuse jt erialade arengule. Nii olid kehavälise vereringega opereeritud patsiendid esimesed, kel kasutati otsest, invasiivset arteriaalse vererõhu jälgimist. Samuti oli kehavälise vereringe kasutuselevõtt ajendiks vere happe-leelistasakaalu mõõtmiseks vajaliku Mikro-Astrupi aparatuuri hankimiseks ja tööle rakendamiseks Maarjamõisas veebruaris 1966. Kuna eriala kirurgiline pool on seoses osakondade aastapäevade ja TÜ Kliinikumi juubelikonverentsiga lähiminevikus leidnud kajastamist nii sõnas kui ka kirjas, püüame siinkohal põgusalt tutvustada kehavälise vereringe kui obligatoorse abimeetodi arengut koos võimalike rakendustega väljaspool südamekirurgiat.

Idee kasutada isoleeritud elundite või ka kogu organismi elutegevuse taastamiseks ning säilitamiseks kunstlikku läbivoolutust vere jm vedelikega pärineb 19. sajandi algusest Prantsusmaalt

J. J. C. LeGallois'lt. Sadakonna aasta vältel ei jõutud kaugemale eksperimentidest giljotineeritud inimeste või katseloomade peade, jäsemete ja sise-elunditega. Tellimuse kliiniliselt kasutatavate südant ja kopse ajutiselt asendavate aparaatide loomiseks lõi südamekirurgia tormiline areng 1950. aastail ning vajadus manipuleerida „kuival”, vereringest välja lülitatud südamel. Ka kogu meditsiiniline tehnoloogia oli selleks ajaks saavutanud taseme, mis võimaldas selliste aparaatide ehitamist.

Konkureeriv meetodika, vereringe seiskamine umbes 10 minutiks, tõstes hapnikuvaeguse taluvust organismi eelneva jahutamisega kuni 30 °C piiresse (nn mõõdukas hüpothermia), kannatas esmajoones paratamatu ajapiirangu all. Madalamate temperatuuride saavutamine organismi üldise jahutamisega, mis pikendanuks intrakardiaalse korrektsiooni aega, on seotud eluohtlike ravile allumatute südame rütmihäirete tekkega. Vaid üksikutel kollektiividel õnnestus juurutada sügavama hüpothermia ja isegi 30–40 minutini ulatuvate vereringeseiskamiste regulaarne kasutamine aksepteeritavate tulemustega. Eesti südamekirurgias on hüpothermiat üldiselt rakendatud vaid kombinatsioonis kehavälise vereringega. Küll on hüpothermiat kasutatud seljaaju protektsioonivõttena aordi koarktatsiooni operatsioonidel.

Esimest edukat südameoperatsiooni kehavälise vereringe tingimustes kirjeldas 1954. aastal J. H. Gibbon Mayo kliinikust Ameerika Ühendriikides. Operatsiooniga suleti kodade vaheseina defekt. Eeltöö selleks algas juba enne

II maailmasõda – väidetavalt ajendas J. H. Gibbonit nn süda-kops-aparaati looma arstiteaduse võimetus anda abi kopsuarteri massiivse trombemboolia korral (1). Nõukogude Liidus peeti kehavälise vereringe kliinilise kasutamise alguseks Moskvas 1957. a novembris A. A. Višnevski sooritatud operatsiooni. Novembris 1968. a, vähem kui aasta pärast Ch. Barnard'i tegi sama kirurg Peterburi Sõjameditsiiniakadeemias tehniliselt õnnestunud südamesiirdamise operatsiooni, kuid haige hukkus ravile allumatu pulmonaalhüpertensiooni tõttu (2). Enamik tolleaegseid juhtivaid keskusi N. Liidus võttis kunstliku vereringe meetodika kasutusele alles 1959. aastal. Seega, 1962. a, kui Maarjamõisa haigla tellis endale kehavälise vereringe aparraadi, ja 1963. a, kui algas selle kasutamise omandamine eksperimentaaloperatsioonidega koertel, oli meetodika üldse kasutusel olnud vähem kui 10 aastat, raudse eesriidega isoleeritud N. Liidus vaid 3–4 aastat. Siinkohal on huvitav märkida, et esimene edukas südameoperatsioon kehavälise vereringega tehti Leedus oktoobris 1964, Lätis detsembris 1966.



Foto 1. Aparraadi ISL-2 ettevalmistamine operatsiooniks. V. Kutsari foto.

Veel 1955. a oli C. W. Lillehei USAs kirjeldanud südameoperatsioonide seeriat kaasasündinud rikete puhul, kus kehavälise vereringe aparraadi asemel kasutati ristvereringet lapse isa või emaga. Kuigi tulemused olid head, ei leidnud meetod arusaadavatel põhjustel laia levikut.

Meie esimene kehavälise vereringe aparraat ISL-2 (vt foto 1) oli konstrueeritud Peterburi Sõjameditsiiniakadeemias F. V. Balljuzeki juhtimisel. Esmakordselt viibisime (A. Kliiman, J. Samarütel) sealses P. A. Kuprijanovi rajatud arstide täiendus-kliinikus 1964. aasta kevadtalvel ja nägime aparraati töös. Tutvusime ühtlasi sealse perfusionisti V. I. Skorikuga, kelle soovitusel modifitseerisime 1969. aastal ISL-2 aparraati. Vajaminevad nn disk-oksügenaatori plastikdetailid valmistas tehas Estoplast Tallinnas (loomulikult mittemeditsiinilistest plastikust). Aparraadi ehitas ümber Tartu Ülikooli eksperimentaalitöökoda A. Jaagosilla juhtimisel (vt foto 2).

Modifitseeritud aparraadi peaaegu poole võrra väiksem täitemaht 1,7 l võimaldas üle minna aparraadi täitmisele täisvere asemel vereasendajatega,

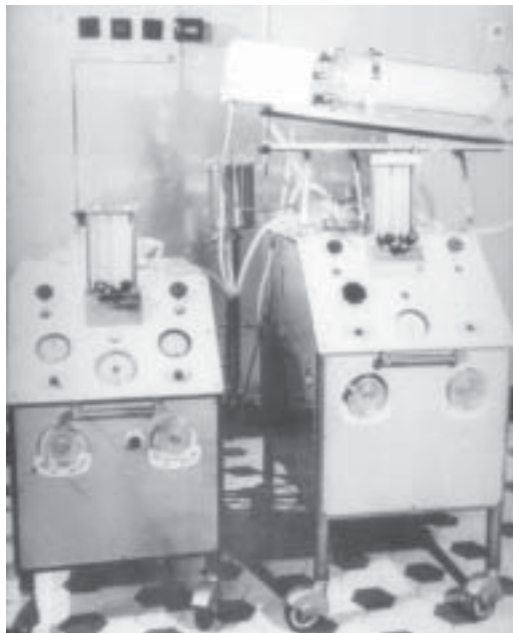


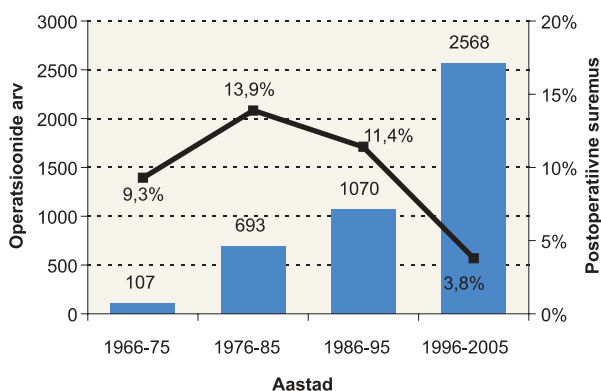
Foto 2. Modifitseeritud kehavälise vereringe aparraat, mida kasutati aastail 1969–1976. V. Kutsari foto.

nn juhitava hemodilutsiooni rakendamisele. Tänapäeval on tõenäoliselt raske ette kujutada, et meie tegevuse algaastail tähendas kehavälise vereringega südameoperatsioon sama päeva hommikul kuvelt eelnevalt patsiendiga ja samuti omavahel sobitatud doonorilt hepariiniga antikoaguleeritud vere võtmist aparadi täiteks. Lisaks varuti kirurgilise verekaotuse asenduseks värske tsitraatveri neljalt haigega sobitatud doonorilt. Kuprijanovi kliiniku eeskujul kasutasime 1990. aastani vahetus perfusioonijärgses perioodis vere hüübivuse taastamiseks protamiini kõrval regulaarselt otseseid vereülekandeid, täiskasvanutel tavaliselt kahelt doonorilt (à 450 ml), lastel ühelt.

Joonisel 1 on toodud aastate kaupa kehavälise vereringega tehtud südameoperatsioonide arv ja lähitulemused (suremus haiglas). Pärast spetsialiseeritud südamekirurgia osakonna avamist ja südameklappide omandatud rikete korrigeerimise juurutamist 1975.–1976. a kasvas plahvatuslikult operatsioonide arv. Muretsesime ka uut tüüpi kunstliku vereringe aparadi, analoogse A. N. Bakulevi nimelises Moskva Südame- ja Veresoontekirurgia Instituudis kasutusel olnud aparatuuriga. Alles 1985.–1987. a muutus meile kättesaadavaks välismaine aparatuur, mille kõik verrega kokku puutuvad pinnad olid valmistatud ühekordselt kasutatavast plastikust. Operatsioonide puhul südame klappidel võeti kasutusele ka nn kardiopleegia – südame veretuks muutmine aordi klemmimisega, isheemia-

proteksioon üldise ja lokaalse hüpotermiaga, lisaks farmakoloogiliste (hüperkaleemia jms) võtetele. Kuna opereeriti raskemaid haigeid, suurenes ka suremus. Viimastel aastatel on kirurgilise aktiivsuse uue elavnemisega letaalsus vähenenud rahvusvaheliselt igati aktsepteeritavale tasemele. Opereeritute keskmine vanus on nagu kõikjal maailmas samas enam kui kahekordistunud.

Loomulikult on saavutatud tulemuste taga kogu meeskonna, esmajoones kirurgide brigaadi meeterlikkuse kasv. Siiski võime retrospektiivselt hinnata, et kaheldamatu roll ravitulemuste paranemisel on olnud ka suhteliselt ohutult korraldatud kehavälisel vereringel. Kuigi aparatuuri pumbad ja oksügenaator suudavad ajutiselt tagada gaasivahetuse ja metabolismi talutava biotraumaga, ei võrdu kehavälise vereringe siiski füsioloogilisega. Paratamatu on vere vormelementide trauma, hüübimissüsteemi ja põletikumediaatorite aktiveerumine otsesest kokkupuutest tehispindadega, eriti aga otseselt gaasidega vaht-, mull-, disk- jms oksügenaatorites, kus puudub eraldav membraan. Ravimatu kopsukahjustuse teke eelkirjeldatud põhjustel piiras selliste oksügenaatorite kasutamise kestuse maksimaalselt 6 tunnini. Vahu või mullide puudulik eliminatsioon enne patsiendi arteriaalsesse süsteemi jõudmist oli intrakardiaalse õhu mitteüldaldase eemaldamise kõrval postoperatiivse ajukahjustuse, sageli püsikooma tüüp põhjuseks. Vaid spetsiaalsed membraanitüüpi oksügenaatorid, mille kliiniliselt



**Joonis 1. Kehavälise vereringega südameoperatsioonid Tartus 1966–2005.**

kasutatavad prototüübid võeti arenenud riikides kasutusele 1960ndate lõpul, võimaldavad päevi kestvat kehaväliselt oksügenisatsiooni (nn ECMO, *Extracorporeal Membrane Oxygenation*). Meile muutus selline oksügenaatori tüüp kättesaadavaks alates 1987. aastast. Kehavälise vereringe üheks puuduseks on veel enamiku aparatuuride loodav mittepulseeriv vool, mis võib oluliselt halvendada mikrotsirkulatsiooni.

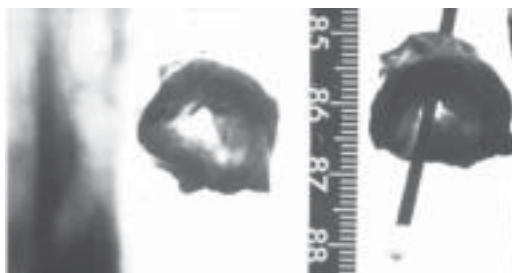
Eeltoodu on lühidalt resümeerinud üks 20. sajandi südamekirurgia korüfeesid, Denton Cooley: "*When the patient is put on perfusion, he begins to die. The sooner he comes off, the better.*" (Kui haigel algab kehavälise vereringe, hakkab ta surema. Mida varem perfusioon lõpetatakse, seda parem.)

Peamine surmapõhjus meie haigetel on olnud äge südamepuudulikkus, s.o ebamäärane koondtermin, mis võtab kokku operatsioonieelse müokardikahjustuse, puuduliku kardiopleegia, koronaarterite õhkeboolia, müokardi trauma, operatsiooni efektiivsuse, infusioonravi, transfusioonravi, anesteesia, inotropse ja vasoaktiivse ravi, aga kahtlemata ka kehavälise vereringe adekvaatsuse. Võime liialdamata väita, et 4500 kehavälise vereringe kohta otseselt meetodist tulenevad tüsistused on olnud surmapõhjuseks 0,1%-l opereeritustest.

Manifestsete tüsistuste puudumine on võimaldanud suhteliselt vabalt kasutada kehaväliselt vereringet nn abistava perfusioonina vahetult intrakardiaalse korrektsiooni järgse südamepuudulikkuse raviks koos haige täieliku, ühtlase ülessoojendamisega hüpotermiast. Pikim edukas kehavälise vereringe on meie kogemuses kestnud veidi üle 5 tunni.

Järgnevalt on esitatud mõningad daatumid kehavälise vereringe kui meetodika arengu kohta Tartus:

- 1984 - edukas kehavälise vereringe kasutamine 2kuusel imikul (vatsakeste vaheseina defekti sulgemine);
- 1992 - samal vastündinul suurte veresoonte transpositsiooni korrektsioon;
- 2004 - edukas operatsioon kehavälise vereringega 82aastasel patsiendil;
- 1994 - täieliku vereringe-seiskamise kasutamine



**Foto 3. Trahhea stenoos tomogrammil ja operatsiooni-preparaadina.**

aordikaare operatsioonidel (minimaalne temperatuur 17 °C, pikim vereringe seiskus 70 minutit).

Kehavälise vereringe suhteline ohutus võimaldas seda 1980. a edukalt kasutada gaasivahetuse tagamiseks vahetult trahhea bifurkatsiooni kohal paikneva kriitilise stenoosi resektsiooni ajaks 49 a meespatsiendil (vt foto 3).

Sternotoomia kaudu tehtud operatsioonil võimaldas kokku umbes 100 minutit kestnud kehavälise vereringe kanüülidega paremas südamekojas ja reiearteris kopsude ventileerimise täielikku seiskamist trahhea stenoosi resektsiooni ja seejärel ots otsaga anastomoosi õmblemise perioodiks (kirurgid A. Kliiman ja V. Laisaar). Fotol 4 on patsient 2001. aastal muul põhjusel ravil viibimise ajal, kui täielikult puudusid hingamiseldude sümptomid.



**Foto 4. Patsient 21 aastat pärast trahhea resektsiooni.**

Eraldi tuleks peatuda kehavälise vereringe kasutamisel elustamiseks kliinilisest surmast tavaravile allumatu vereringe-seiskuse korral. Kunstlinge taasalustamine nn abistava ehk paralleelse perfusioonina on standardvõte ägeda südamepuudulikkuse raviks kardiokirurgilises operat-

sioonitoas. Väljaspool südamekirurgiat leiab see tänapäevani väga piiratud kasutust, ilmselt peamiselt logistilistel ja majanduslikel põhjustel. Esimene edukas elustamine Eestis kliinilisest surmast kehavälise vereringega toimus 9. septembril 1985. a.

60aastasel 2. tüüpi diabeedi ja kroonilise südamepuudulikkusega naispatsiendil tekkis angiograafiakabinetis koronarograafia käigus ravile allumatu südamevatsakeste fibrillatsioon. Otsus kanüleerida reiesooneid ja rakendada kehavälise vereringet sai tehtud u 30 minutit kestnud südamemassaaži järel, kui intubatsioonitorust voolas massiliselt vahtu. Korduvate defibrillatsioonide ja ravimite tulemusena polnud süda kordagi käivitunud. Oli tegemist seisundiga, kus praeguste tõendus põhiste rahvusvaheliste ravijuhendite järgi oleks tulnud reanimatsioonikatse lõpetada. Ravi jätkama ajendas meid kesknärvisüsteemi aktiivsuse säilimine. 30 minutit pärast otsuse tegemist (1 tund südameseiskust) käivitati kehavälise vereringe, peagi taastus südametöö. Ühetunnise toetava perfusiooni järel oli võimalik kehavälise ringe (kes-

tusega 86 minutit) lõpetada. Haige teadvus taastus samal ööl. Kuigi reanimatsioonijärgne kulg tuisustus korduvaid operatsioone nõudnud sooleisheemiaga, läks haige 3 kuud hiljem rahuldavas seisundis koju. 1992. aastal esitasime anesthesioloogide maailmakongressil Haagis stendiettekande 7 analoogsest elustamiskatses. Ellu jäi veel 51 a mees, keda 1992. a õnnestus elustada joobes alajahtununa (23 °C) tekkinud südamevatsakeste fibrillatsioonist (kinnine südamemassaaž 3 t 10 min, kehavälise vereringe 4,5 t). Ülessoojendamine venis mitmesuguste tehniliste viperuste tõttu (vt foto 5).

Meie põhjanaabritel on kehavälise vereringe kujunenud standardvõtteks hüpothermia foonil kujunenud vereringeseiskusest elustamisel. Fantastilisi resultate on publitseeritud ka kehavälise ringe (ECMO) rakendamisest kardiotoksiliste ravimimürgistuste korral suhteliselt noortel inimestel, samuti külmas vees uppunute elustamisel. Jääknähtudeta ellujäämisi on kirjeldatud 66- ja 80minutilise veesoleku ja kuni 170 minutit kestnud kinniste südamemassaažide järel (3).

Meile teadaolevalt on Eestis seni edutult lõppenud katsed kasutada kehavälise vereringet kopsuarteri embolektomia ajal. Seda on Tartus üritatud kolmel juhul. Ebaõnnestumiste põhjuseks oli peamiselt suure osa embolite paiknemine distaalsetes kopsuarteri harudes ja nende erinev vanus, mistõttu osa hüübeid oli juba organiseerumas ja liitunud veresoonte intimaga. Samas on tänapäeval saavutatud isegi 94% elulemus erakorralise kopsuarteri embolektomia järel ligi poolesajal patsiendil (4). Kindlasti on sellele kaasa aidanud embolite eelnev lokaliseerimine kontrastainega augmenteeritud komputertomograafia meetodil, mis on võimalik ka Eesti raviasutustes.

Alates 2003 aastast on Tartus kasutatud ka südame parema või vasema poole toetamist spetsiaalse pumbaga. Nüüdisaegne aparatuur võimaldab sellist toetavat vereringet nagu ka ECMO (kehavälise membraanoksügenisatsiooni) ja üldse abistavat vereringet läbi viia antikoagulante kasutamata. Piiravaks on selliste vahendite hind, mis aga võiks tulevikus eeldatavasti muutuda nende laiemaks levikuga taskukohasemaks.



Foto 5. Hüpothermiast elustatud meespatsient intensiivriivil.

Ennustamine on tänamatu ülesanne – raske on prognoosida, kus ollakse Eesti meditsiinis järgmise 40 aasta pärast. Usume, et võrreldes lähiminevi-

kuga rahvusvahelisest tiiptasemest mitte kaugemal, vaid pigem lähemal.

#### Kirjandus

1. Galletti PM, Brecher GA. Heart-lung bypass. Principles and techniques of extracorporeal circulation. New York, London: Grune & Stratton; 1962.
2. Kuprijanov PA. Iskusstvennoje krovoobraššeniye v hirurgii serdtsa i magistralnõh sosudov. Leningrad: Medgiz; 1962.
3. Gilbert M, Busund R et al. Resuscitation from accidental hypothermia of 13.7°C with circulatory arrest. Lancet 2000;355:375–6.
4. Leacche M, Unic D et al. Modern surgical treatment of massive pulmonary embolism: results in 47 consecutive patients after rapid diagnosis and aggressive surgical approach. J Thorac Cardiovasc Surg 2005;129(5):1018–23.

#### Summary

##### 40 years of extracorporeal circulation in Estonia

On March 17, 1966 the first open heart operation using heart-lung bypass was performed in Tartu, Estonia. Since that time approximately 10,000 open heart operations have been performed in Estonia.

During the last decade 2,568 open heart surgeries with heart-lung bypass were carried out in Tartu; postoperative mortality rate being 3.8%. The heart-lung

bypass has been successfully used for resuscitation from intractable cardiac arrest, for rewarming in cases of deep hypothermia with circulatory arrest, or during operation for correction of tracheal stenosis. Modern technology provides new challenges for use of bypass techniques in various cases of cardiac arrest and for mechanical support of the failing heart.

[jjyri.samarytel@kliinikum.ee](mailto:jjyri.samarytel@kliinikum.ee)