

Uudsed võimalused kopsu ajutiseks asendamiseks, sealhulgas kopsusiirdamise ootelehel olevatel kriitilises seisundis haigetel

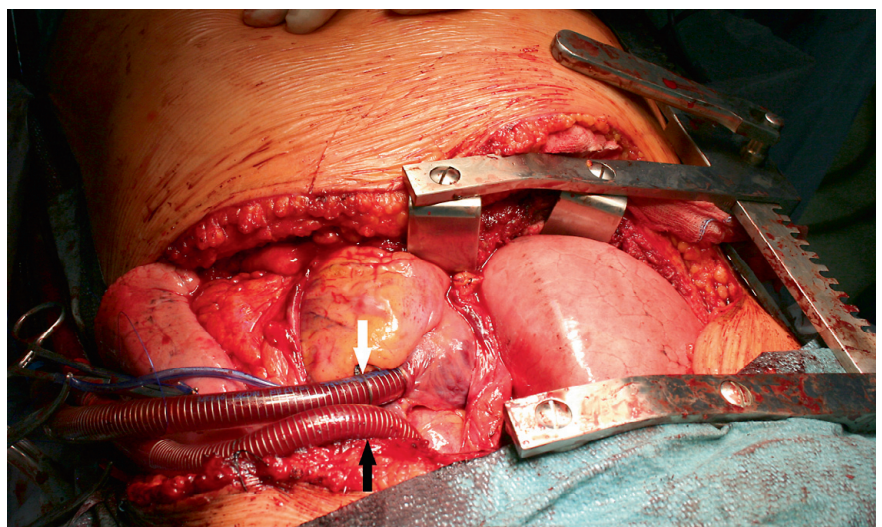
Maailmas tehakse aastas üle 3000 kopsusiirdamise ning siirdamiste arv on pidevalt kasvanud. Vaatamata sellele suureneb aasta-aastalt ka kopsusiirdamise ootelehel olevate patsientide arv ja pikeneb ootelehel viibimise aeg, sest siirdamiseks sobivaid doonorelundeid napib. Pikk ooteaeg kätkeb endas riski, et ootelehel olevate patsientide seisund halveneb. Võib tekkida hospitaliseerimise vajadus hingamispuudulikkuse tõttu, sageli on tarvis ka intensiivravi, kopsude kunstlikku ventilatsiooni ning viimasel ajal üha enam kasutatud ekstrakorporaalset membraanoksügenatsiooni (*extracorporeal membrane oxygenation*, ECMO). ECMO kujutab endast kunstliku vereringe aparaaadi modifikatsiooni, mida kasutatakse kriitilises seisundis südame- ja hingamispuudulikkusega patsientide ravis. Seadme põhikomponentideks on tsirkulatsioonipump, mis tagab verevoolu seadmes, ja oksügenaator, mis võimaldab vere rikastamist hapnikuga ja CO₂ eemaldamist. Seoses tehnoloogia arenguga on praegusajal võimalik ECMO kasutada isegi mitme nädala vältel ning see on loonud ka uued näidustused selle meetodi rakendamiseks. Hingamispuudulikkusega patsientidel on võimalik kasutada nn venoveenooset ECMO, mille puhul vere peale- ja äravool ECMO seadmest toimuvad venoosse süsteemi kaudu (tavaliselt mõlemapoolsete femoraalveenide kaudu). Kombineeritud südame- ja hingamispuudulikkusega patsientidel kasutatakse venoarteriaalset ECMO, mille puhul pealevool seadmesse toimub venoosest süsteemist, äravool aga arteriaals-

sesse süsteemi. ECMO seadet saab venoarteriaalse ühenduse korral kasutada nii perifeersena (kanüülitakse perifeersed veresooned, näiteks femoraalarter ja veen) kui ka tsentraalsena (kanüülitakse parem koda ja aort).

Uudseks võimaluseks hüperkarnia korrigeerimisel ja vähemal määral ka vere oksügenatsiooni tagamisel on kopsu asendav seade Novalung (Nova-lung GmbH, Talheim, Saksamaa), mida kasutatakse lisaks kopsude kunstlikule ventilatsioonile. Novalungi tööelemendiks on väikese takistusega difusioonimembraan, kus toimub CO₂ eemaldamine ja vere rikastamine O₂-ga. Erinevalt ECMOst ei kasutata seadmes tsirkulatsioonipumpa: verevoolu tagab patsiendi oma vereringe. Novalungi on edukalt kasutatud ka n-ö sillana enne kopsusiirdamist: siirdamise ootelehel olevate patsientide seisundi halvenes (raske hüperkarnia tekkimise korral) kasutatakse Novalungi kuni erakorralise kopsusiirdamiseni. Viimasel ajal on ilmunud mitmeid artikleid, kus on käsitletud hingamispuudulikkuse ravis kasutatud

seadmeid, mis ei ahelda patsienti voodisse, võimaldades säilitada haige liikuvuse ning võime jätkata rehabilitatsiooni kuni siirdamiseni. Patsientide võimalikult hea füüsiline võimekus on eduka kopsusiirdamise üheks äärmiselt oluliseks eelduseks.

Jose P. Garcia ühes kaasautoritega kirjeldas ECMO vajavate patsientide käsitlust eesmärgiga viia nad mehaaniliselt ventilatsioonilt spontaansele ehk omahingamisele ja võimaluse korral jätkata haigete rehabilitatsiooni ka intensiivravi tingimustes (1). 10 haigest (keskmine vanus 45,3 aastat; neist 8 meest), kellel kasutati ECMO, õnnestus omahingamisele viia 6 patsienti, neist 2 olid ECMO toetusel kuni siirdamiseni. Neli patsienti suri sepsise või neerupuudulikkuse tõttu. Keskmine ECMO kestus oli 20 (9–59) päeva ja keskmine seadme verevool 3,5 (1,6–4,9) liitrit minutis. Keskmsed O₂ difusiooni ja CO₂ eemaldamise määrad olid vastavalt 127 (36–529) ml/min ja 228 (54–570) ml/min. ECMO toetusega samal ajal omahingamisel olnud patsientidest kolm olid võimelised tulema voodist



Operatsiooniaegne venoarteriaalne tsentraalne ECMO kopsusiirdamise ajal TÜ Kliinikumis. Valge noolega on tähistatud venoosne kanüül paremas kajas ja musta noolega arteriaalne kanüül, mis suubub aorti.

toolile ja tegelema füüsilise treeninguga, üks haigetest oli suuteline täiemahuliseks rehabilitatsiooniks, sh treeninguks kõnnirajal.

Selle uuringuga näidati ECMO vajavate patsientide puhul võimalust mõnedel juhtudel lõpetada mehaaniline ventilatsioon, mis teadaolevalt on ise üheks oluliseks tüsistuste tekke riskiks intensiivravis, ning jätkata lõppstaadiumis kopsuhaigete jaoks üliolulist rehabilitatsiooni. Patsientidele liikumise tagamise eeltingimuseks oli uudse kahevalendikulise ECMO kanüüli kasutamine, mis sisestati tavapärase femoraalse juurdepääsu asemel röntgenoskoopia ja endoösofageaalse ultraheli kontrolli all parempoolse jugulaarveeni kaudu. Patsientide arv oli väike, kuid autorid tõid välja, et paremad tulemused saadi just pneumoonia ja ägeda respiratoorse düstreesündroomiga patsientidel, samas kui idiopaatilise kopsufibroosiga patsientide suremus oli suurem.

Waldemar Bartosik ühes kaasautoritega kirjeldas kaht kopsusiirdamise ootelehel olevat CO₂ retentsiooni ja respiratoorne atsidoosiga patsienti, kellel kasutati edukalt seadet Novalung sillana enne kopsusiirdamist (2). Keskmiseks verevooluks seadmes oli 1,04 (0,5–1,38) l/min. Arteriaalse vere pCO₂ drastiline langus saavutati juba paari tunniga. Mõlemal juhul välditi mehaanilist ventilatsiooni. Ühel patsiendil oli Novalung kasutusel kuni kahe kopsu siirdamiseni, kokku 140 päeva, mis on seni pikim Novalungi avaldatud kasutusaeg. Samal ajal oli patsient võimeline osalema ka pulmonaalses rehabilitatsiooniprogrammis. Teisel patsiendil oli Novalungi vajadus

4 päeva, hiljem siirati patsiendile üks kops.

Tao Zhang kaasautoritega avaldas *in vitro* ja loomkatse tulemused, kus kasutati seadet, mis koosneb magnetilisest tsirkulatsioonipumbast ja sellega ühendatud oksügenaatorist. Eesmärgiks on töötada välja kopsu asendav seade, mis oleks võimalikult väike ja võimaldaks seadme kasutamise ajal patsiendil liikuda ning osaleda aktiivselt rehabilitatsioonis. *In vitro* eksperimendis näidati katsealuse seadme verevoolu 3,5 l/min juures O₂ difusioonivõimet 180 ml/min. CO₂ eliminatsioonivõime oli erinevate verevoolu kiiruste juures 50–70% O₂ difusioonivõimest. Vererakkude kahjustus oli minimaalne. *In vivo* loomkatse implanteeriti seade katseloomadele sarnaselt terminaalse südamepuudulikkuse ravis kasutatava kehavälise tsirkulatsioonipumbaga. Vere peaveool seadmesse toimus südame paremast kojast ja äravool kopsuarterisse. Katseloomadeks oli neli lammast, kellest kolmel kasutati seadet 24 tundi. Pärast narkoosist ärkamist olid katseloomad võimelised seadmega seisma, sööma ja jooma. Autorid peavad väga oluliseks seadme kompaktsust, mis peaks võimaldama seadet kandes patsiendi füüsilist aktiivsust, ning pumba ja oksügenaatori disaini, mis minimaalselt kahjustavad vererakke. Katseseade võiks olla implanteeritav kolmel viisil: vooluga paremast kojast kopsuarterisse, paremast kojast alanevasse aorti või sisestuna perifeersetes veresoontes kaudu perkutaanselt. Üheks kopsu asendava seadme kasutamise näidustuseks oleks kriitilises seisundis patsientide ravi kuni kopsusiirdamiseni.

Kokkuvõttes on kõigis refereeritud artiklites näidatud ajutisi kopsufunktsiooni asendamise võimalusi, mis on tehniliselt lahenduselt küll mõnevõrra erinevad, kuid sarnase eesmärgiga – hoida kriitilises seisundis patsiente kuni kopsusiirdamiseni elus. Suurenev nõudlus kopsusiirdamise järele tingib üha kasvava vajaduse otsida ajutisi lahendusi, mis võimaldaksid hoida patsienti elus, kuni leitakse sobiv doonorelund. Tutvustatud tööde ühisosaks on soov säilitada isegi intensiivravi vajavate patsientide füüsilise aktiivsus ja võimekus osaleda pulmonaalses rehabilitatsioonis. Võimalikult heas füüsilises vormis oleval patsiendil on märkimisväärselt suurem tõenäosus teha läbi komplitseeritud kopsusiirdamise operatsioon ja tüsistusteohklik operatsioonijärgne periood.

ALLIKAD

1. Garcia JP, Kon ZN, Evans C, Wu Z, Iacono AT, McCormick B, Griffith BP. Ambulatory venovenous extracorporeal membrane oxygenation: Innovation and pitfalls. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;142:755–61.
2. Bartosik W, Egan JJ, Wood AE. The Novalung interventional lung assist as bridge to lung transplantation for self-ventilating patients – initial experience. *Interact CardioVasc Thorac Surg* 2011;13:198–200.
3. Zhang T, Wei X, Bianchi G, et al. A novel wearable pump-lung device: In vitro and acute in vivo study. *J Heart Lung Transplant* 2012;31:101–5.



Tanel Laisaar
TÜ Kliinikumi
kopsukliinik
tanel.laisaar@
kliinikum.ee