

## ŠIUOLAIKINĖS SKILVELIUS PAVADUOJANČIOS PRIEMONĖS

Justas Ovsianas<sup>1</sup>, Petras Petkevičius<sup>1</sup>, Norvydas Zapustas<sup>1</sup>, Giedrė Bakšytė<sup>2</sup>, Andrius Macas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos Medicinos fakultetas,

<sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Kardiologijos klinika,

<sup>3</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Anesteziologijos klinika

**Raktažodžiai:** ūminis širdies nepakankamumas, skilvelius pavaduojančios priemonės, intraaortinė balioninė kontrapulsacija, mikroaksialinės sistemos, nuolatinės tėkmės centrifuginės sistemos, ekstrakorporinė membraninė oksigenacija, Impella, TandemHeart, CentriMag, CardioHelp.

### Santrauka

Pacientai su nestabilia hemodinamika vis dar išlieka dideliu iššūkiu specialistui. Medikamentinio gydymo galimybėms išsekus, įprastinėmis kardiologinėmis metodikomis įvedamos sistemos šiuo atveju yra sunkiai pritaikomos dėl laiko trūkumo, operacijos masto bei yra neprieinamos mažesniems centrams. Didelis šių pacientų mirštamumas verčia ieškoti minimaliai invazyvių ir greitai pritaikomų priemonių hemodinamikai užtikrinti ir palaikyti. Todėl pastaruoju metu populiarėja nekonvencinės, minimaliai invazyvios, skilvelius pavaduojančios priemonės. Apžvalgoje aptariamos šiuo metu plačiausiai taikomų sistemų: *intraaortinės balioninės kontrapulsacijos (IABK)*, *Impella*, *TandemHeart*, *veno-arterinės ECMO (angl. extracorporeal membrane oxygenation)* - veikimo principai, panaudojimo indikacijos, įtaka hemodinamikai bei gydymo rezultatai.

### Įvadas

Nepaisant didelio progreso intensyviojoje terapijoje bei plataus spektro diagnostikos, būklės monitoravimo ir medikamentinio gydymo galimybių, sunkios būklės pacientai su nestabilia hemodinamika išlieka dideliu iššūkiu specialistui. Didelis šių pacientų mirštamumas net ir taikant optimalią terapiją inotropiniais ir vazopresiniais medikamentais verčia ieškoti minimaliai invazyvių ir greitai pritaikomų priemonių hemodinamikai užtikrinti ir palaikyti. Kraujotakos palaikymo sistemos gali būti klasifikuojamos atsižvelgiant į numatomą naudojimo trukmę (iki 1

mėn.; daugiau negu 1 mėn.), funkciją (kairiojo, dešiniojo skilvelių; dviskilvelinė), fiziologinį efektą (mažina prieškrūvį; mažina pokrūvį; abu kartu), veikimo pobūdį (nuolatinės, pulsinės tėkmės) ir įvedimo metodiką (operacinė; minimaliai invazyvi). Kardiologinėmis metodikomis įvedamos sistemos, galinčios visiškai pavaduoti širdies veiklą, šiuo atveju yra sunkiai pritaikomos dėl laiko trūkumo, operacijos masto. Be to, šiai procedūrai reikalinga specializuota operacinė komanda yra neprieinama mažesniems centrams. Ideali mechaninė kairiojo skilvelio veiklą pavaduojanti priemonė turėtų būti minimaliai invazyviai ir greitai įterpiama reanimacijos ar rentgeno operacinės sąlygomis atliekant venos arba arterijos punkciją, turėtų reikauti minimalaus paciento paruošimo prieš procedūrą, užtikrinti pakankamą minutinį širdies tūrį (MŠT) esant skirtingai ūminio širdies nepakankamumo (ŪŠN) etiologijai, jos veikimo parametrai turėtų būti lengvai monitoruojami ir koreguojami, turėtų būti mažai komplikacijų ir pašalinių reiškinių, susijusių su sistemos įkišimu, organizmo reakcija į prietaisą, jo naudojimu ir pašalinimu iš organizmo.

**Straipsnio tikslas** – remiantis mokslinės literatūros duomenimis, apžvelgti šiuo metu plačiausiai klinikinėje praktikoje taikomas minimaliai invazyvias skilvelius pavaduojančias sistemas, jų veikimo principus, panaudojimo indikacijas, įtaką hemodinamikai bei gydymo rezultatams.

### Tyrimo objektas ir metodas

Atlikta fundamentalių ir klinikinių mokslinių straipsnių apžvalga ir analizė. Paieška buvo vykdoma PubMed, Cochrane, Medline, European Society of Cardiology duomenų bazėse. Išnagrinėti naujausi straipsniai apie minimaliai invazyvias skilvelius pavaduojančias sistemas, jų veikimo principus, panaudojimo indikacijas, įtaką hemodinamikai ir gydymo indikacijas. Iš viso apžvelgti 87 moksliniai darbai, atrinkta 40 aktualiausių mokslinių publikacijų.

**Intraaortinė balioninė kontrapulsacija (IABK)** - seniausiai esanti klinikinėje praktikoje ir šiuo metu kai kuriuose centruose vis dar plačiausiai naudojama pagalbinė

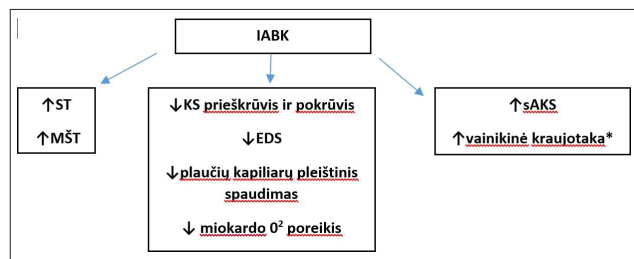
mechaninė kraujotakos palaikymo priemonė. Ilgą laikotarpį tai buvo vienintelė minimaliai invazyviu būdu, be operacijos į žmogaus organizmą įterpiama sistema, specialiai sukurta palengvinti kairiojo skilvelio darbą. Pastaruoju metu svarių klinikinių tyrimų rezultatai kelia vis daugiau abejonių dėl IABK naudojimo pagrįstumo, nors hemodinamiu ir fiziologiniu aspektais šios priemonės naudojimas ir atrodo pagrįstas. Į klinikinę praktiką diegiamų naujų skilvelių veiklą pavaduojančių sistemų (Impella, TandemHeart) hemodinaminis efektyvumas ir naudojimo rezultatai yra taip pat neišvengiamai lyginami su IABK rodikliais.

Balionas, atlikus femoralinės arterijos punkciją rentgeno kontrolėje, yra įleidžiamas į nusileidžiančią krūtinės aortos dalį, kur alternuojančiai ir sinchronizuotai su širdies veikla išpučiamas (diastolėje) ir aktyviai išleidžiamas (sistolėje), taip padidinamas diastolinis spaudimas aortoje, pagerėja vainikinių arterijų kraujotaka, o sistolės metu dėl sumažėjusio spaudimo aortoje sumažėja pokrūvis ir miokardo deguonies poreikis (1 pav.). Priemonei veikiant efektyviai, minutinio širdies tūrio (MŠT) padidėjimas yra nuo 0,2 iki 0,5 l/min. (20-30 proc.) [1]. Sistemos įvedimas yra greitas, tačiau efektyvumui užtikrinti yra reikalinga bent minimali liekamoji širdies funkcija, o didžiausias MŠT padidėjimas yra stebimas pacientų su sunkiu MŠT sumažėjimu grupėje [1].

Šiuo metu vis labiau diskutuojama dėl šios pagalbinės priemonės efektyvumo, naudojimo indikacijų apibrėžtumo ir mokslinio pagrįstumo.

Kardiogeninis šokas dėl ūminio miokardo infarkto yra viena iš dažniausių situacijų, kai taikoma IABK, tačiau pastarųjų metų tyrimai IABK pranašumo prieš konservatyvią terapiją vazopresoriais ir kitomis priemonėmis neparodė: Euro Heart Survey registro, įtraukusio 47407 pacientų su ūminiu miokardo infarktu duomenimis, mirštamumas IABK grupėje ir konservatyvios terapijos grupėje atitinkamai buvo 56,9 proc. ir 36,1 proc., o IABK naudojimas nebuvo susijęs su didesniu išgyvenamumu (ŠS 1,47;

**1 pav.** IABK poveikis hemodinamikai



*ST* -sistolinis tūris; *MŠT* - minutinis širdies tūris; *KS* - kairysis skilvelis; *EDS* - galinis diastolinis spaudimas (angl. end-diastolic pressure); *sAKS* - sistolinis arterinis kraujo spaudimas; \* - kai nėra reikšmingų vainikinių arterijų stenozų.

$P=0,07$ )<sup>2</sup>. IABK buvo taikyta 25 proc. registro pacientų su kardiogeniniu šoku, tačiau ne visai konkretizuoti IABK naudojimo kriterijai ir randomizacijos trūkumas nepaneigia to, kad IABK buvo taikoma sunkesnės būklės pacientams ir tai galėjo turėti įtakos rezultatams. IABK efektyvumu taip pat buvo suabejota po didelės apimties randomizuoto IABP-SHOCK II tyrimo, kuriame buvo įtraukta 600 pacientų su miokardo infarktu, komplikuoju kardiogeniniu šoku. 30 dienų mirštamumas IABK grupėje nebuvo reikšmingai mažesnis (39,7 proc. IABK ir 41,3 proc. kontrolė; RR 0,96; CI 0,79-1,17;  $P=0,69$ ). Kituose tyrimuose IABK nauda taip pat neįrodyta. 2014 metų Europos kardiologų draugijos miokardo revaskuliarizacijos gairėse rutiniškai naudoti šią priemonę neberekomenduojama, jos vieta ir reikšmė gydymo strategijoje apibrėžiama tik kaip „tilto“ terapija iki operacinio gydymo esant MI su mechaninėmis komplikacijomis (IIa C lygio rekomendacija) [3].

Ribotą IABK efektyvumą kardiogeninio šoko atveju galima paaiškinti remiantis sisteminė šios sunkios būklės patofiziologija, apimančia ne tik kraujotakos, audinių mikrocirkuliacijos, bet ir imuninę bei neuroendokrininę sistemas [4]. Didelę reikšmę kardiogeninio šoko dėl MI patofiziologijoje užima besivystantis dauginės organų disfunkcijos sindromas (DODS) ir sisteminio uždegiminio atsako reakcija [5]. IABP SHOCK tyrimo rezultatai parodė, kad IABK naudojimas neturėjo įtakos DODS bei sisteminė uždegiminei reakcijai (vertinant APACHE II balų pokytį), nors smegenų natriuretinis peptidas (angl. - *brain natriuretic peptide (BNP)*) reikšmės dėl sumažėjusio kairiojo skilvelio sienelių tempimo buvo reikšmingai mažesnės IABK grupėje [6].

Profilaktinės IABK taikymo indikacijos, tokios kaip IABK, naudojimas didelės rizikos perkutaninės transluminalinės vainikinių arterijų intervencijos (PTVAI) metu, taip pat palyginti neseniai buvo įvertintos randomizuotais tyrimais. Iki tol buvo remiamasi prieštariniais registru ir retrospektyvinių studijų duomenimis bei ekspertų nuomone. PROTECT II multicentrinis randomizuotas tyrimas, įtraukęs 427 pacientus, palygino didelės rizikos PTVAI rezultatus naudojant IABK ir Impella sistemas: mirštamumo dėl komplikacijų (49 proc. IABK ir 37 proc. Impella,  $P=0,014$ ) ir kardiovaskulinių komplikacijų (31 proc. IABK ir 22 proc. Impella,  $P=0,034$ ), dažnis 90 dienų laikotarpiu buvo statistiškai reikšmingai mažesnis antroje pacientų grupėje [7]. Prieš tai D. Perera ir kitų autorių atlikta randomizuota studija su 301 pacientu, kuriems buvo atliekama didelės rizikos PTVAI, parodė, kad IABK naudojimas neturėjo įtakos 30 dienų kardiovaskulinių įvykių dažniui (15,2 proc. IABK ir 17,4 proc. kontrolė,  $P=0,85$ ) ir mirštamumui per 6 mėnesius po procedūros (4,6 proc. IABK

ir 7.4 proc. kontrolė,  $P=0,32$ ), nors komplikacijų susijusių su procedūra dažnis PTVAI metu buvo mažesnis naudojant IABK (1.3 proc. ir 10.7 proc.,  $P < 0,001$ ) [8]. Kita vertus, tęstinės tų pačių autorių studijos tolimieji rezultatai parodė 34 proc. mažesnę mirštamumą IABK grupėje [9].

Apibendrinant, IABK profilaktinis taikymas, atliekant didelės rizikos PTVAI, šiuo metu taip pat neturi svaraus pagrįstumo, nes naujųjų kairiojo skilvelio veiklą pavaduojančių priemonių rezultatai (Impella grupė) yra geresni.

**Mikroaksialinės sistemos.** Impella - mikroaksialinis skilvelius pavaduojantis prietaisas, kuris yra naudojamas laikinai palaikyti kairiojo (Impella 2,5 LV ar Impella 5,0 LV)

**1 lentelė.** Klinikinės studijos parodė, kad Impella pasižymi geresniu hemodinaminio efektu nei IABK, taikyta pacientams kardiogeninio šoko metu po priekinio MI [11].

Prietaisas	Indikacijos	Hemodinaminis efektas	Prietaiso įvedimas
<b>Impella 2,5 LV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Didelės rizikos PTVAI, kai yra kairiojo skilvelio disfunkcija [10];</li> <li>įvairios etiologijos kardiogeninis šokas [11].</li> </ul>	Užtikrina 2,5 l/min kraujo tėkmę iš kairiojo skilvelio į kylančiąją aortą.*	Prietaisas įvedamas perkutaniškai. Naudojama Seldingerio technika.
<b>Impella 5,0 LV</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Po taikytos kardiotoomijos, išsivysčius kairiojo skilvelio nepakankamumui [12, 13];</li> <li>po širdies transplantacijos išsivysčius ūmiai organo atmetimo reakcijai [12, 13];</li> <li>kaip tiltas pradedant naudoti ilgai taikomas skilvelius pavaduojančias priemones [12, 13].</li> </ul>	Užtikrina iki 5 l/min kraujo tėkmę iš kairiojo skilvelio į kylančiąją aortą.	Įvedamas chirurgiškai suformavus angą <i>a. femoralis</i> , nes prietaiso diametras yra didelis lyginant su Impella 2,5 LV.
<b>Impella 5,0 RD</b>	Dešiniojo skilvelio nepakankamumas išsivystęs: <ul style="list-style-type: none"> <li>po širdies transplantacijos;</li> <li>po kardiotoomijos;</li> <li>mitralinio vožtuvo protezavimo;</li> <li>po kairįjį skilvelį pavaduojančio prietaiso naudojimo [14].</li> </ul>	Užtikrina 5 l/min kraujo tėkmę iš dešiniojo skilvelio į plaučių kamieną.	Tai ekstrakardinis prietaisas. Įkišamas atliekant sternotomiją, tiesiogiai implantuojant įtekamąją kaniulę į dešinįjį skilvelį, o ištekamąją - į plaučių kamieną [15].

ar dešiniojo (Impella 5,0 RD) skilvelių funkciją (1 lentelė).

Impella kraujotakos užtikrinimo sistema susideda iš specialaus kateterio, mobilaus valdymo pulto ir pompos su energijos šaltiniu. Impella yra valdoma pultu, kuriuo galima reguliuoti kraujo tėkmės greitį, sekti slėgio skirtumus tarp įtekančio ir ištekančio iš sistemos kraujo. Prietaisas retrogradiškai įkišamas į aortą, tada per aortos vožtuvą į kairįjį skilvelį. Įtekamoji kaniulė įstatoma kairiajame skilvelyje, o ištekamoji kaniulė paliekama kylančiojoje aortoje. Siekiant išvengti su prietaiso naudojimu susijusių tromboembolinių komplikacijų skiriama intraveninė heparino terapija, DATL po prietaiso įkišimo turėtų būti paliekamas tarp 40 – 50 s [16]. Procedūra atliekama transezofaginės echokardiografijos kontrolėje.

Kalbant apie hemodinaminį efektą, ISAR-SHOCK tyrime Impella pasižymėjo geresniu hemodinaminio efektu lyginant su IABK pacientams su priekinės sienelės MI komplikuotu kardiogeniniu šoku [11]. Širdies indeksas statistiškai reikšmingai buvo didesnis pacientams, kuriems buvo naudojama Impella (Impella:  $\Delta CI = 0.49 \pm 0.46$  l/min/m<sup>2</sup>; IABK:  $\Delta CI = 0.11 \pm 0.31$  l/min/m<sup>2</sup>;  $p = 0.02$ ), vidutinis arterinis spaudimas (VAS) padidėjo pacientams, kuriems taikyta Impella (Impella:  $9.0 \pm 14.0$  mmHg, IABK:  $-1.2 \pm 6.2$  mmHg ( $p = 0.09$ )), didžiausias skirtumas buvo pastebėtas vertinant diastolinį arterinį spaudimą, kuris padidėjo pacientams, kuriems buvo naudota Impella ( $9.2 \pm 12.1$  mmHg) ir sumažėjo IABK grupėje ( $-8.0 \pm 13.1$  mmHg)  $p = 0.002$ . Nepaisant to, kad Impella grupėje hemodinaminiai rodikliai buvo geresni, grupių mirštamumas nesiskyrė ir siekė 46 proc.

Impella naudojimas, atliekant planinę, didelės rizikos PTVAI įvertintas keliuose klinikiniuose tyrimuose. Nustatyta, kad Impella yra patikima naudoti kai yra planinė, tačiau didelės rizikos PTVAI [17]. Naudojant Impella 2,5 LV hemodinaminiai rodikliai pagerėjo, buvo stebimas mažas mirštamumas ir mažas komplikacijų dažnis: du pacientai mirė, dviem įvyko periprocedūrinis miokardo infarktas [18]. Kitame tyrime, iš Europella registro, atrinkti 144 pacientai, kuriems buvo atlikta didelės rizikos PTVAI. Mirštamumas buvo 5,5 proc., o komplikacijų dažnis taip pat buvo mažas. Šie atlikti klinikiniai tyrimai leidžia patikimai pagrįsti Impella saugumą ir efektyvumą atliekant didelės rizikos PTVAI [19]. Kitoje retrospektyvinėje studijoje įtraukti 47 pacientai, kuriems buvo diagnozuotas kardiogeninis šokas (po kardiotoomijos, ūmaus MI, ūmios dekompenсуotos išeminės kardiomiopatijos, miokardito su kardiogeniniu šoku), kaip skilvelius pavaduojanti priemonė naudota Impella. Kairiojo skilvelio funkcija atsistatė 72 proc. pacientų ir Impella naudojimas buvo nutrauktas, mirštamumas buvo 25 proc., komplikacijos išsivystė 30 proc. pacientų. Gauti rezulta-

tai yra geresni nei anksčiau atliktų klinikinių tyrimų [16].

Impella naudojimo trukmė įvairiuose tyrimuose pateikiama skirtinga. Naudojimo trukmė apribojama dėl su prietaisu susijusių komplikacijų išsivystymo. Yra aprašyta atvejų, kai sistema buvo naudojama iki 35 dienų [37]. Klinikiniuose tyrimuose Impella sistemos naudojimo trukmė svyruoja nuo 1 iki 18 parų [38], tačiau dažniausias sistemos taikymo laikotarpis yra iki 5 parų [39].

**Nuolatinės tėkmės centrifuginės sistemos.** TandemHeart - tai kairįjį skilvelį pavaduojanti sistema, veikianti nuolatinės tėkmės centrifuginės pompos principu ir galinti užtikrinti 3,5-5 l/min. MŠT. Naudojamos dvi kaniulės: pirmoji įkišama į kairįjį prieširdį atlikus *v. femoralis* bei tarpširdinės pertvaros punkcijas ir naudojama kraujo paėmimui į sistemą, o antroji kraują, pratekėjusį pro centrifuginę pompą, grąžina į *aa. iliacae* ir *aorta abdominalis*. Tyrimų duomenimis, tinkamai funkcionuojanti sistema užtikrina 20 proc. didesnę širdies indeksą, 18 proc. didesnę VAS bei 18 proc. mažesnę pleištinį plaučių kapiliarų spaudimą nei IABK. Nustatyta, kad TandemHeart taip pat užtikrina efektyvesnę hemodinamiką nei Impella 2,5 sistema [20], o įkišimas palyginus su kitomis priemonėmis užtrunka ilgiau (kartais daugiau nei 30 min). Dėl įkišimo metodikos ypatumų (arterijos punkcijai naudojamo didelio diametro (21Fr) kateterio ir tarpširdinės pertvaros punkcijos), TandemHeart naudojimas yra susijęs su didesniu komplikacijų, tokių kaip galūnių išemija, kraujavimas, perikardo tamponada, dažniu [21].

Šiuo metu duomenų bazėse vienintelė J.M. Cheng ir bendraautorių metaanalizė [22], įtraukusi reikšmingiausias atsitiktinių imčių tyrimus, TandemHeart ir Impella efektyvumą gydant kardiogeninį šoką po MI lygina su IABK. Atsižvelgiant į širdies indeksą, vidutinį arterinį kraujo spaudimą ir pleištinį plaučių kapiliarų spaudimą TandemHeart ir Impella grupėje stebėta efektyvesnė hemodinamika, tačiau mirštamumas nebuvo mažesnis (45 proc. TandemHeart/Impella ir 43 proc. IABK, P=0,8) [8].

Sistemos panaudojimas didelės rizikos PTVAI procedūrose įvertintas tik nedidelės apimties nerandomizuotuose tyrimuose, todėl šiuo metu klinikinių duomenų šiai indikacijai pagrįsti trūksta [23].

## 2 lentelė. ECMO rūšys

<b>1. Venoveninė</b>	Kraujas paaimamas iš venos ir oksigenuotas grąžinamas atgal į veną.
<b>2. Arterioveninė</b>	Kraujas paaimamas iš arterijos ir oksigenuotas grąžinamas į veną.
<b>3. Venarterinė</b>	Kraujas paaimamas iš venos ir oksigenuotas grąžinamas į arteriją. Ši ECMO rūšis taikoma kaip kairįjį skilvelį pavaduojanti priemonė.

**ECMO paremtos sistemos.** ECMO (*angl. extracorporeal membrane oxygenation*) - tai netradicinis mechaninės ventilacijos metodas, apimantis didelio ploto membranų sistemą, prijungtą prie paciento kraujotakos, oksigenacijai užtikrinti. Kitaip tariant, tai yra sistema, leidžianti dujų pasikeitimą tarp atmosferos ir kraujo už organizmo ribų. Metodas buvo sukurtas kaip plaučių pakaitalas, jiems nebesugebant užtikrinti adekvačios organizmo poreikiams oksigenacijos, tačiau pridėjus kraujotakos palaikymo funkciją, jį galima naudoti ir kaip skilvelius pavaduojančią priemonę [24].

Pagal veikimo principą yra išskiriamos trys ECMO rūšys: 1) venoveninė; 2) arterioveninė; 3) venarterinė (2 lentelė). Iš anksčiau minėtų rūšių, tik venarterinė gali būti taikoma kaip skilvelius pavaduojanti priemonė, nes jos metu širdies apkrova ženkliai sumažėja [25]. Venarterinė ECMO savo ruožtu yra skirstoma į: 1) centrinę (pvz.: CentriMag); 2) periferinę (pvz.: CardioHelp) (3 lentelė). Per ištekamąją kaniulę, centrifuginio siurblio pagalba, kraujas patenka į vamzdelių sistemą, kur yra heparinizuojamas ir įsotinamas skysčiais. Po to membraniniame oksigenatoriuje iš kraujo pašalinamas CO<sub>2</sub> ir įsotinamas O<sub>2</sub>. Galiausiai, sušildytas kraujas per įtekamąją kaniulę grąžinamas į arteriją [26]. CentriMag sistema veikia centrifuginės pompos principu, tačiau joje kraujas tiesiogiai kontaktuoja su siurblio velenu. Ją galima naudoti ir kaip centrinę, ir kaip periferinę. CardioHelp sistema taip pat veikia centrifuginės pompos principu, tačiau kraujas nekontaktuoja su siurblio velenu. Ji yra portabilesnė, gali būti naudojama ir už ligoinės ribų kaip periferinė ECMO sistema.

Atliktų tyrimų duomenimis, ECMO užtikrina pakankamą hemodinamiką audinių oksigenacijai palaikyti, tačiau didina kairiojo skilvelio (KSk) pokrūvį, todėl miokardui reikia atlikti didesnę darbą išstumiant kraują į didįjį kraujo apytakos ratą, vadinasi, reikia daugiau deguonies. Lyginant su Impella, ECMO KSk pokrūvis buvo didesnis, o miokardo atsivavimo potencialas po kardioversijos mažesnis [27]. Nustatyta, kad mikrocirkuliacija pacientams su sepsiniu

## 3 lentelė. Venarterinės ECMO rūšys

<b>1. Centrinė venarterinė</b>	Kraujas gali būti paaimamas iš širdies kamerų ar <i>v. cava inferior</i> ir oksigenuotas grąžinamas į kylančiąją aortos dalį. Norint taikyti šį metodą reikalinga kaniulių įvedimo operacija (sternotomija ar torakotomija).
<b>2. Periferinė venarterinė</b>	Kraujas paaimamas iš periferinės venos, dažniausiai <i>v. femoralis</i> , ir grąžinamas į periferinę arteriją, dažniausiai <i>a. femoralis</i> . Šiam metodui užtenka perkutaninio kaniulių įvedimo, todėl jis gali būti taikomas urgentinėje situacijoje.



šoku ir ECMO yra aktyvesnė negu tų, kuriems ECMO ne-taikyta. O taikant šį metodą kombinuotai kartu su IABK kraujo tėkmė kapiliaruose yra aktyviausia [28].

Tiriant galimas indikacijas šiam metodui, J.J. Sheu su bendraautoriais nustatė, kad taikant ECMO pacientams, sergantiems miokardo infarktu (MI) su ST pakilimu ir kardiogeninio šoko komplikacija, 30 dienų mirštamumas buvo mažesnis [29]. Kitos studijos metu įrodyta, kad pacientams su žaibiniu miokarditu taikant ECMO, praėjus uždegiminių laikotarpiui, miokardo pažeidimas išlieka mažesnis, nei tiems, kuriems ECMO nebuvo taikyta. Panašūs rezultatai buvo stebimi ir pacientams su ūminiu miokarditu [30]. Pacientams su maža išmetimo frakcija (IF, širdies indeksas mažiau nei 2 l/min.) po kardiomiopijos ECMO yra efektyvus trumpalaikis būdas pakankamai hemodinamai užtikrinti, gerinant pacientų išgyvenamumą bei gyvenimo kokybę po operacijos [31]. Taip pat sėkmingai įrodytas trumpalaikis ECMO panaudojimas hemodinamikos užtikrinimui pacientams su kardiogeniniu šoku už ligoninės ribų, žemesnio lygio sveikatos priežiūros įstaigose bei intervencinės kardiologijos operacinėje. Tačiau tam reikia patyrusios komandos [32].

ECMO klinikinėje praktikoje taikoma retai, todėl tyrimų apie šio metodo efektyvumą taip pat yra nedaug. 1997 - 2002 N. Doll su bendraautoriais atliktame tyrime po 18 150 kardiomiopijų dėl mažos išmetimo frakcijos, ECMO reikėjo tik 219 pacientų (1,2 proc.), mirštamumas buvo 40 proc. [32]. Kitoje retrospektyvinėje studijoje iš 40 116 pacientų, 233 (0,58 proc.) reikėjo veno-arterinės ECMO hemodinamikos palaikymui po kardiokirurginių operacijų, mirštamumas ligoninėje buvo 64 proc. [33]. Vienoje iš naujausių, anksčiau minėtų studijų [30], lygintos dvi grupės pacientų, sergančių kardiogeniniu šoku po MI su ST pakilimu: išgyvenamumas, taikant ECMO buvo didesnis (60 proc.) nei tų, kuriems šis metodas hemodinamikos palaikymui nebuvo taikytas (35 proc.).

ECMO trukmė įvairiose studijose pateikiama skirtinga. Yra aprašyta atvejų, kai sistema sėkmingai buvo nutraukta po 360 dienų taikymo [34]. Vidutinė taikymo trukmė taip pat yra prieštaringa. Keletoje studijų nustatyta vidutinė 7 parų taikymo trukmė [35,36]. Kita vertus, Loforte su bendraautoriais savo studijoje pateikia 10 parų vidutinę ECMO taikymo trukmę [35].

Apibendrinant reikėtų paminėti, kad ECMO nėra gydymo priemonė, tai tik metodas, leidžiantis prailginti gyvenimo trukmę ir suteikiantis daugiau laiko gydymui. Nepaisant tobulėjančios technikos ir gydymo rezultatų gerėjimo, ECMO naudojimas išlieka diskutuotinas. Šiuo metu trūksta patikimų klinikinų tyrimų apie ECMO panaudojimo indikacijas bei baigtis, todėl šį metodą reikėtų naudoti tik esant

neveiksmingoms tradicinėms gydymo priemonėms. Tačiau populiarėjant taikymui, daugėjant tyrimų, didėjant imtims, ECMO pritaikymas greitu metu gali tapti labiau apibrėžtas.

### Išvados

Nepaisant plataus mechaninių skilvelių veiklą pavaduojančių priemonių taikymo gydant sunkias būkles, jų efektyvumas ir naudojimo indikacijos šiuo metu nėra išsamiškai pagrįstos, todėl šių prietaisų naudojimas išlieka kaip pagalbinė priemonė hemodinamai užtikrinti. Dabartinių tyrimų duomenų neužtenka, kad būtų galima vieningai apibrėžti šių prietaisų vietą ūmų širdies nepakankamumą sukeliančių būklių gydymo algoritmuose bei protokoluose. Daugėjant tyrimų, susijusių su mechaniniais skilvelių veiklą pavaduojančiais prietaisais, jų metodikų suvienodinimas, imčių didinimas galėtų padėti dar labiau objektyvizuoti šių prietaisų naudojimo artimuosius ir tolimuosius rezultatus bei aiškiai apibrėžti indikacijas.

### Literatūra

1. Hatch J, Baklanov D. Percutaneous Hemodynamic Support in PCI. *Curr Treat Options Cardiovasc Med* 2014 Apr;16(4):293.
2. Zeymer U, Bauer T, Hamm C, Zahn R, Weidinger F, Seabra-Gomes R, et al. Use and impact of intra-aortic balloon pump on mortality in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: results of the Euro Heart Survey on PCI. *EuroIntervention* 2011;7:437-441.
3. Windecker S, Kolh P, Alfonso F, Collet JP, Cremer J, Falk V, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: The Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) Developed with the special contribution of the European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI). *EuroIntervention* 2014 Sep 3.
4. Prondzinsky R, Unverzagt S, Lemm H, Wegener N, Heinroth K, Buerke U, et al. Acute myocardial infarction and cardiogenic shock – prognostic impact of cytokines: INF-g, TNF-a, MIP-1b, G-CSF, and MCP-1b. *Med Klin Intensivmed Notfmed* 2012;107:476-484.
5. Kohsaka S, Menon V, Lowe AM, Lange M, Dzavik V, Sleeper LA, Hochman JS; SHOCK Investigators. Systemic inflammatory response syndrome after acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Arch Intern Med* 2005 Jul 25;165(14):1643-50.
6. Prondzinsky R, Lemm H, Swyter M, Wegener N, Unverzagt S, Carter JM, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the prospective, randomized IABP SHOCK Trial for attenuation of multiorgan dysfunction syndrome. *Crit Care Med* 2010 Jan;38(1):152-60.
7. Dangas GD, Kini AS, Sharma SK, Henriques JP, Claessen

- BE, Dixon SR, et al. Impact of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump on prognostically important clinical outcomes in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention (from the PROTECT II randomized trial). *Am J Cardiol* 2014 Jan 15;113(2):222-8.
8. Perera D, Stables R, Thomas M, Booth J, Pitt M, Blackman D, et al. Elective intra-aortic balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2010 Aug 25;304(8):867-74.
  9. Perera D, Stables R, Clayton T, De Silva K, Lumley M, Clack L, et al. Long-term mortality data from the balloon pump-assisted coronary intervention study (BCIS-1): a randomized, controlled trial of elective balloon counterpulsation during high-risk percutaneous coronary intervention. *Circulation* 2013;127:207–212.
  10. Arieti M, Pesarini G, Ribichini F. Percutaneous Impella Recover circulatory support in high-risk coronary angioplasty. *Cardiovasc Revasc Med* 2008; 9: 269–274.
  11. Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, Fröhlich G, Bott-Fügel L, Byrne R, et al. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2008; 52: 1584–1588.
  12. Samoukovic G, Al-Atassi T, Rosu C, Giannetti N, Cecere R. Successful treatment of heart failure due to acute transplant rejection with the Impella LP 5.0. *Ann Thorac Surg* 2009; 88: 271–273.
  13. Samoukovic G, Rosu C, Giannetti N, Cecere R. The Impella LP 5.0 as a bridge to long-term circulatory support. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2009; 8:682–683.
  14. Sugiki H, Nakashima K, Vermes E, Loisanche D, Kirsch M. Temporary right ventricular support with Impella Recover RD axial flow pump. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2009; 17: 395–400.
  15. Higgins J, Lamarche Y, Kaan A, Stevens LM, Cheung A. Microaxial devices for ventricular failure: A multicentre, popular – based experience. *Canadian Journal of cardiology*, volume 27, issue 6, November – December 2011; 725 – 730.
  16. Lemaire A, Anderson MB, Lee LY, Scholz P, Prendergast T, Goodman A, et al. The Impella Device for Acute Mechanical Circulatory Support in Patients in Cardiogenic Shock. *The Annals of Thoracic Surgery*, Volume 97, Issue 1, January 2014; 133–138.
  17. Burzotta F, Paloscia L, Trani C, Mascellanti M, Mongiardo R, Materazzo G, et al. Feasibility and long-term safety of elective Impella-assisted high-risk percutaneous coronary intervention: a pilot two-centre study. *J Cardiovasc Med (Hagerstown)* 2008; 9(10):1004–10.
  18. Dixon SR, Henriques JP, Mauri L, Sjaun K, Civitello A, Kar B, et al. A prospective feasibility trial investigating the use of the Impella 2.5 system in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention (The PROTECT I Trial): initial U.S. experience. *JACC Cardiovasc Interv* 2009; 2(2):91–6.
  19. Sjaun KD, Konorza T, Erbel R, Danna PL, Viecca M, Minden HH, et al. Supported high-risk percutaneous coronary intervention with the Impella 2.5 device the Europella registry. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54(25):2430–4.
  20. Burkhoff D, Naidu SS. The science behind percutaneous hemodynamic support: a review and comparison of support strategies. *Catheter Cardiovasc Interv* 2012; 80(5):816–29.
  21. Cheng JM, Uil CA, Hoeks SE, van der Ent M, Jewbali LS, van Domburg RT, et al. Percutaneous left ventricular assist devices vs. intra-aortic balloon pump counterpulsation for treatment of cardiogenic shock: a meta-analysis of controlled trials. *Eur Heart J* 2009; 30(17):2102–8.
  22. Thiele H, Sick P, Boudriot E, Diederich KW, Hambrecht R, Niebauer J, et al. Left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J* 2005;26:1276–1283.
  23. Vranckx P, Schultz CJ, Valgimigli M, Eindhoven JA, Kappetein AP, Regar ES, et al. Assisted circulation using the TandemHeart during very high-risk PCI of the unprotected left main coronary artery in patients declined for CABG. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009; 74(2):302–10.
  24. Braunwald E, Fauci AS, Hauser SL, Longo DL, Jameson JL, Kasper DL, et al. *Harrison's Principles of Internal Medicine* 15th edition. McGraw-Hill Medical Publishing Division 2011; 1530.
  25. Vincent JL, Abraham EM, Moore FA, Kachaneck PM, Fink MP. *Textbook of Critical Care* 6th Edition. Elsevier Inc. 2013, Chapter 69.
  26. Porter RS, Kaplan JL. *The Merck Manual of Diagnosis and Therapy* Nineteenth Edition. Merck sharp & Dohme corp., A subsidiary of Merck & Co. Inc., Whitehouse station 2011; 2868.
  27. Kawashima D, Gojo S, Nishimura T, Itoda Y, Kitahori K, Motomura N, et al. Left ventricular mechanical support with Impella provides more ventricular unloading in heart failure than extracorporeal membrane oxygenation. *ASAIO J* 2011; 57:169–176.
  28. Jung C, Lauten A, Roediger C, Fritzenwanger M, Schumm J, Figulla HR, et al. In vivo evaluation of tissue microflow under combined therapy with extracorporeal life support and intraaortic balloon counterpulsation. *Anaesth Intensive Care* 2009; 37: 833 – 835.
  29. Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, Fang HY, Sun CK, Leu S, et al. Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock. *Crit Care Med* 2010; 38:1810–1817.
  30. Asaumi Y, Yasuda S, Morii I, Kakuchi H, Otsuka Y, Kawamura A, et al. Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation. *Eur Heart J* 2005; 26:2185–2192.

31. Doll N, Kiali B, Borger M, Bucerius J, Kraimer K, Schmitt DV. et al. Five-year results of 219 consecutive patients treated with extracorporeal membrane oxygenation for refractory postoperative cardiogenic shock. *Ann Thorac Surg* 2004; 77:151–157.
32. Arlt M, Philipp A, Voelkel S, Camboni D, Rupprecht L, Graf BM. et al. Hand-held minimized extracorporeal membrane oxygenation: a new bridge to recovery in patients with out-of-centre cardiogenic shock. *Eur J Cardiothorac Surg* 2011; 40:689–694.
33. Hesham AE, Liang L, Wael Ali SE, Sessier DI, Bashour CA. Outcome in Patients Who Require Venoaertrial Extracorporeal Membrane Oxygenation Support After Cardiac Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, Volume 24, Issue 6, Dec 2010.
34. Loforte A, Marinelli G, Musumeci F, Folesani G, Pilato E, Martin Suarez S. et al. Extracorporeal membrane oxygenation support in refractory cardiogenic shock: treatment strategies and analysis of risk factors. 2014 Jul; 38(7):E129-41. doi: 10.1111/aor.12317. Epub 2014 May 20.
35. Russo CF, Cannata A, Lanfranconi M. et al. Venous-arterial extracorporeal membrane oxygenation using Levitronix centrifugal pump as bridge to decision for refractory cardiogenic shock. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010; 140:1416–21.
36. Mikus E, Tripodi A, Calvi S, Del Giglio M, Cavallucci A, Lamarra M. CentriMag venoaertrial extracorporeal membrane oxygenation support as treatment for patients with refractory postcardiotomy cardiogenic shock. *ASAIO J* 2013;59:18–23.
37. Castillo S, Prasad SM, Singh J, Ewald GA, Silvestry SC. Thirty-five day Impella 5.0 support via right axillary side graft cannulation for acute cardiogenic shock. *Technology & Techniques in Cardiothoracic & Vascular Surgery* 2013 Jul-Aug; 8(4):307-9.
38. Lemaire A, Anderson MB, Prendergast T, Stockmaster N, Godman A, Lozane AM, Batsides G. Outcome of the impella device for acute mechanical circulatory support. *Technology & Techniques in Cardiothoracic & Vascular Surgery*: January/February 2013; (8)1:12–16.
39. Higgins J, Lamarche Y, Kaan A, Stevens LM, Cheung A. Microaxial devices for ventricular failure: a multicentre, population-based experience. *Canadian Journal of Cardiology* November–December 2011; (27)6: 725–730.

## **MODERN MECHANICAL CIRCULATORY SUPPORT DEVICES**

**J. Ovsianas, P. Petkevičius, N. Zapustas,  
G. Bakšytė, A. Macas**

Key words: acute heart failure, mechanical circulatory support devices, intra-aortic balloon pump, micro axial systems, constant flow centrifugal systems, extracorporeal membrane oxygenation, Impella, TandemHeart, CentriMag, CardioHelp.

### Summary

Patients with hemodynamic instability when conservative measures are not effective remain a significant challenge for the intensive care specialists. Surgically implantable systems, which require considerable amount of time to insert and a cardiosurgery team, which is not present in smaller medical centres are not applicable in these situations. Significant mortality of patients predispose the development of minimally invasive and quickly applicable left ventricle assisting devices. The most commonly used and evaluated percutaneous assist systems are the intra-aortic balloon pump, the Impella pump, the Tandem-Heart and venoarterial ECMO.

Correspondence to: justas.ovsianas@gmail.com

Gauta 2014-12-18