

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS**

Baigiamasis darbas

Kardiogeninis šokas: Kada naudoti pagalbinius prietaisus?

Cardiogenic Shock: When to Use Assist Device?

Emma Abelkytė VI kursas, 1 grupė

Klinikinės medicinos institutas, Širdies ir kraujagyslių ligų klinika

Darbo vadovas

Prof. dr. Pranas Šerpytis

Klinikos vadovė

Prof. Sigita Glaveckaitė

2024-05-07

ema.abelkyte@mf.stud.vu.lt

TURINYS

SUTRUMPINIMAI	3
SANTRAUKA.....	4
SUMMARY.....	4
RAKTAŽODŽIAI.....	5
ĮVADAS.....	5
LITERATŪROS APŽVALGA.....	7
1. Epidemiologija ir etiologija	7
2. Patofiziologija.....	7
3. Kardiovaskulinės angiografijos ir intervencijų draugijos klasifikacija bei KŠ klinikiniai aspektai	8
4. Gydymas	9
5. Mechaninės kraujotakos palaikymo priemonės ir jų taikymas	10
5.1. Intraaortinė balioninė kontrapulsacija (IABK).....	11
5.2. Impella	13
5.3. TandemHeart.....	15
5.4. Ekstrakorporinė membraninė oksigenacijos (EKMO) sistema.....	16
5.5. Kiti trumpalaikiai VAD.....	20
5.6. Ilgalaikiai VAD.....	21
5.7. Naujieji MKPP	22
6. Kontraindikacijos taikyti MKPP.....	23
7. Antitrombotinė terapija bei antikoaguliacija	23
8. MKPP deeskavavimas	24
9. Komplikacijos	24
10. Tarpdisciplininės komandos svarba	26
KLINIKINIS ATVEJIS.....	27
APTARIMAS	29
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	32
LITERATŪRA	33
PRIEDAI	39

SUTRUMPINIMAI

AKJO – aortokoronarinių jungčių suformavimo operacija

AKS – arterinis kraujo spaudimas

AoR – aortos vožtuvo regurgitacija

AoS – aortos vožtuvo stenozė

AoV – aortos vožtuvas

APTT – aktyvuotas dalinis tromboplastinis laikas

BiVAD – abu skilvelius asistuojantys prietaisai

BNP – B tipo natrio uretinis peptidas

DP – dešinysis prieširdis

DPV – dirbtinė plaučių ventiliacija

DS – dešinysis skilvelis

EKG – elektrokardiograma

EKMO – ekstrakorporinė membraninė oksigenacija

HM2 – HeartMate II

HM3 – Heart Mate III

IABK – intrabalioninė kontrapulsacija

KP – kairysis prieširdis

KS – kairysis skilvelis

KS IF – kairiojo skilvelio išmetimo frakcija

KŠ – kardiogeninis šokas

LAVA-EKMO – kairiojo prieširdžio venoarterinė ekstrakorporinė membraninė oksigenacija

LVAD – kairįjį skilvelį asistuojantis prietaisas

MI – miokardo infarktas

MKPP – mechaninės kraujotakos palaikymo priemonės

MR – mitralinio vožtuvo regurgitacija

MS – mitralinio vožtuvo stenozė

PKI – perkutaninė koronarinė intervencija

RVAD – dešinįjį skilvelį asistuojantis prietaisas

SPD – skilvelių pertvaros defektas

ŠN – širdies nepakankamumas

ŪMI – ūminis miokardo infarktas

VAD – skilvelį asistuojantis prietaisas

VA-EKMO – venoarterinė ekstrakorporinė membraninė oksigenacija

VAS – vidutinis arterinis spaudimas

VV-EKMO – venoveninė ekstrakorporinė oksigenacija

SANTRAUKA

Kardiogeninis šokas – tai kritinė būklė, kuomet dėl širdies funkcijos nepakankamumo sutrikdoma normali kraujo apytaka ir adekvati audinių perfuzija. Ūmūs koronariniai sindromai yra dažniausia kardiogeninio šoko atsiradimo priežastis, tačiau šią ūmią būklę gali sukelti ir kitos patologijos, tokios kaip dekompensavęs lėtinis širdies nepakankamumas, ūminis miokarditas, širdies vožtuvų liga ar kitos. Kardiogeninio šoko hospitalinis mirtingumas siekia 30–50 %. Gydytas priklauso nuo kardiogeninio šoko etiologijos ir paciento klinikos, tačiau svarbiausi gydymo principai išlieka patologiją sukėlusios priežasties šalinimas, hemodinamikos stabilizavimas bei bendra intensyvi terapija. Vazoaktyvūs vaistai bei inotropai yra pirmiausiai skiriami paciento hemodinamikai stabilizuoti. Refrakterinis kardiogeninis šokas pasireiškia 1,5 % pacientų. Tuomet iškyla poreikis taikyti mechanines kraujotakos palaikymo priemones. Ideali mechaninė kraujotakos palaikymo priemonė apibūdinama kaip toks prietaisas, kuris užtikrina veiksmingą ir patikimą kraujotakos palaikymą, yra lengvai ir greitai įvedamas, paprastai valdomas ir prižiūrimas taikymo metu, o komplikacijų pasitaiko nedaug. Klinikinėje praktikoje naudojama intrabalioninė kontrapulsacija, trumpalaikiai skilvelį asistuojantys prietaisai, tokie kaip Impella, TandemHeart ir kiti, bei ekstrakorporinė membraninė oksigenacijos sistema. Ilgalaikę pagalbą suteikia ilgalaikiai skilvelį pavaduojantys prietaisai. Konkretaus prietaiso parinkimas priklauso nuo taikymo trukmės, pagalbos apimčių bei pavadavimo tikslo individualiam pacientui, todėl sprendimui reikšmingą vaidmenį turi tarpdisciplininė specialistų komanda. Šio **darbo tikslas** yra mokslinėje literatūroje apžvelgti mechaninės kraujotakos palaikymo priemonių panaudojimo galimybes kardiogeninio šoko gydyme bei išanalizuoti pokardiotominio kardiogeninio šoko klinikinį atvejį, kai taikyta intrabalioninė kontrapulsacija ir biskilvelinis Levitronix.

SUMMARY

Cardiogenic shock is a critical condition when insufficient heart function disrupts normal blood circulation and adequate tissue perfusion. Acute coronary syndromes are the most common cause of cardiogenic shock, but this sudden illness can also be caused by other factors such as decompensated chronic heart failure, acute myocarditis, heart valve disease, or others. Cardiogenic shock is associated with an in-hospital mortality rate of 30% to 50 %. Treatment depends on the etiology of cardiogenic shock and the patient's clinical presentation, but the key principles of

treatment remain the removal of the underlying pathology, stabilization of hemodynamics, and overall intensive therapy. Vasopressors and inotropes are primarily administered to stabilize the patient's hemodynamics. Refractory cardiogenic shock occurs in 1,5 % of patients, necessitating the use of mechanical circulatory support devices. An ideal mechanical circulatory device is described as a tool that ensures effective and reliable circulatory support, is easily and quickly deployed, is typically managed and monitored during application, and has few complications. In clinical practice, intra-aortic balloon counterpulsation, short-term ventricular assist devices such as Impella, TandemHeart, and others, as well as extracorporeal membrane oxygenation system are used. Long-term support is provided by long-term ventricular assist devices. The choice of a specific device depends on the duration of support, the extent of assistance required, and the individual patient's goals, thus requiring a multidisciplinary team of specialists to make significant decisions. The aim of this study is to review the possibilities of using mechanical circulatory support devices in the treatment of cardiogenic shock in scientific literature and to analyze a clinical case of post-cardiotomy cardiogenic shock treated with intra-aortic balloon counterpulsation and biventricular Levitronix support.

RAKTAŽODŽIAI

Kardiogeninis šokas, mechaninės kraujotakos palaikymo priemonės, skilvelį pavaduojantys prietaisai, ūmus koronariniai sindromai.

Cardiogenic shock, mechanical circulatory support, ventricular assist devices, acute coronary syndromes.

ĮVADAS

Kardiogeninis šokas (KŠ) – tai širdies nepakankamumo manifestacija, kuriai būdinga mažas širdies minutinis tūris, neužtikrinantis adekvačios kraujotakos, bei hipoperfuzijos būklė, susijusi su dauginiu organų pažeidimu (1). Šokas kliniškai pasireiškia hipotenzija, kai sistolinis arterinis kraujo spaudimas krenta mažiau 90 mmHg ir yra medikamentinis ar mechaninės kraujotakos palaikymo priemonių (MKPP) poreikis išlaikyti vidurinį arterinį kraujo spaudimą virš 60 mmHg, bei matomi perfuzijos sutrikimai, tokie kaip sąmonės sutrikimas, oligurija bei didelė laktato koncentracija (2,3).

Jeigu KŠ būklėje įvyksta širdies sustojimas, tai gali pasibaigti staigia mirtimi. Net esant sėkmingam gaivinimui ženkliai išauga mirtingumas išrašius iš ligoninės (2,4,5). Kardiogeninio šoko hospitalinis mirtingumas siekia 30–50 % (2,6). Ūmūs koronariniai sindromai sukelia daugiau nei 80 % visų KŠ atvejų (5,7). Kitos KŠ priežastys gali būti ūminė dekomensacija dėl lėtinio širdies nepakankamumo (ŠN), ūminis miokarditas, širdies vožtuvų liga, Takotsubo sindromas, aritmijos, laisvosios sienos plyšimas, skilvelių pertvaros defektas ar plyšimas, papiliarinių raumenų plyšimas, ūminė sunki mitralinio vožtuvo regurgitacija, širdies tamponada (1,3,4,8).

KŠ gydymas priklauso nuo etiologijos, elektrokardiogramos (EKG) pokyčių bei paciento klinikinių požymių, kairiojo bei dešiniojo skilvelio mechaninių komplikacijų (4,5). Atsižvelgiant į dažniausią etiologiją, pagrindiniai KŠ gydymo principai apima ankstyvą revaskuliarizaciją, vazopresorių bei inotropų skyrimą bei bendrą intensyvią terapiją (2,4,5).

Refrakterinis kardiogeninis šokas pasireiškia 1,5 % pacientų (7). Kai vazoaktyvių vaistų nebepakanka stabilizuoti paciento hemodinamikai, iškyla MKPP taikymo poreikis (5). Nuo pirmųjų mechaninių kraujotakos palaikymo priemonių atsiradimo ženkliai išaugo jų pritaikymas kardiogeninio šoko valdyme (9). MKPP gali būti skirstomos į trumpalaikes ir ilgalaikes. Trumpalaikiams prietaisams priskiriami intrabalioninė kontrapulsacija (IABK), trumpalaikiai skilvelį asistuojantys prietaisai (angl. *ventricular assist device* (VAD)), tokie kaip Impella, TandemHeart ir kiti, bei ekstrakorporinė membraninė oksigenacijos (EKMO) sistema. Jie yra naudojami apibrėžtam laikotarpiui, kuris gali būti nuo kelių dienų iki mėnesio. Taikymo tikslas yra palaikyti centrinės nervų sistemos ir organų perfuziją, koreguoti acidozę, valdyti dauginį organų nepakankamumą iki tol, kol pacientų išeitys taps aiškesnės. Pacientų išeitys gali būti įvairios: pacientas atsigaus po širdies funkcijos sutrikimo, gydymo taktika bus pakeista į ilgalaikių MKPP taikymą, bus siekiama širdies transplantacijos ar taikomas paliatyvus gydymas. Trumpalaikės MKPP turėtų būti svarstomos pacientams su KŠ kaip „tiltas į pasveikimą“, „tiltas į sprendimą“, „tiltas į tiltą“, „tiltas į galutinę terapiją“ ar „tiltas į transplantaciją“ (10).

Užsitęsęs skilvelio disfunkcijai hemodinamikos palaikymui taikomi ilgalaikiai skilvelį asistuojantys prietaisai, kuriuos galima naudoti ilgiau nei mėnesį. Ilgalaikiai dirbtiniai skilveliai reikalingi, kai atrinktiems pacientams širdies minutinis tūris yra nepakankamas, o trumpalaikės MKPP nepadėjo atsikurti širdies funkcijai ar nepavyko pagerinti kritinės būklės.

Šio darbo tikslas yra mokslinėje literatūroje apžvelgti mechaninės kraujotakos palaikymo priemonių panaudojimo galimybes kardiogeninio šoko gydyme bei išanalizuoti pokardiotominio

kardiogeninio šoko klinikinį atvejį, kai taikyta intrabalioninė kontrapulsacija ir biskilvelinis Levitronix.

LITERATŪROS APŽVALGA

Epidemiologija ir etiologija

Nors pastaruoju metu miokardo infarktų su ST pakilimu atvejų skaičius mažėja, bendrai dažniausia KŠ atsiradimo priežastis išlieka ŪMI (7,8). Dažniausiai KŠ metu pažeidžiamas kairysis skilvelis (KS) (3,5). Net 47 % atvejų turi izoliuotą KS nepakankamumą (7). Dėl ūminio miokardo infarkto atsiranda diastolinė disfunkcija ir padidėja KS galinis diastolinis spaudimas. Jei jis negydomas – progresuoja iki sistolinės disfunkcijos, kada sumažėja širdies minutinis tūris, kuris baigiasi KŠ. Dešiniojo skilvelio (DS) nepakankamumas išsivysto dėl okliuzijos proksimalinėje dešniosios vainikinės arterijos dalyje, rečiau kairės pusės apskuinėje arterijoje (4). Izoliuotas DS nepakankamumas pasireiškia 9 % KŠ atvejų (7).

Kitos galimos KŠ priežastys gali būti ūminė dekompenzacija dėl lėtinio širdies ŠN, ūminis miokarditas, širdies vožtuvų liga, Takotsubo sindromas, aritmijos, laisvosios sienos plyšimas, skilvelių pertvaros defektas ar plyšimas, papiliarinių raumenų plyšimas, ūminė sunki mitralinio vožtuvo regurgitacija, širdies tamponada (1,3,4,8).

KŠ būklėje įvykus širdies sustojimui pacientą gali ištikti staigi mirtis (2,6). Net esant sėkmingam gaivinimui ženkliai išauga mirtingumas išrašius iš ligoninės (2,4,5).

Patofiziologija

KŠ išsivystymo patofiziologiją apibūdina didelis miokardo kontraktiliškumo pablogėjimas, kada ryškiai sumažėja širdies indeksas, arterinis kraujo spaudimas, didėja koronarinė išemija taip toliau mažindama širdies kontraktiliškumą. KŠ išsivystymo pradžioje dėl hipoperfuzijos gyvybiškai svarbiems organams didėja ketacholaminų bei vazopresino išsiskyrimas, todėl pasireiškia sisteminė kompensacinė vazokonstrikcija. Tačiau nuolat pakilęs neurohormonų lygis turi ir žalingą poveikį miokardo funkcijai dėl padidėjusio pokrūvio bei išaugusio deguonies sunaudojimo. Toliau prasidėjus azoto oksido sintazės sintezei pasireiškia

vazodilatacija, dėl proceso metu vykstančių uždegiminių reakcijų slopinama miokardo inotropija ir pasireiškia KŠ būdingi požymiai (4,11).

Kardiovaskulinės angiografijos ir intervencijų draugijos klasifikacija bei KŠ klinikiniai aspektai

Pagal Kardiovaskulinės angiografijos ir intervencijų draugijos (angl. *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions* (SCAI)) sudarytą klasifikaciją, KŠ yra skirstomas į penkias stadijas (1 lentelė).

A stadija priskiriama pacientams, kurie turi riziką išsivystyti KŠ. Šioje stadijoje ligoniai dar neturi KŠ simptomų ir požymių, bet turi padidėjusią riziką jiems atsirasti.

B stadija, dar vadinama prešoku, tai kompensuota būseną prieš atsirandant KŠ, kada pacientams kliniškai pasireiškia hipotenzija (sistolinis arterinis kraujo spaudimas (AKS) mažiau 90 mmHg ar vidurinis arterinis kraujo spaudimas (VAS) mažiau 60 mmHg, ar stebimas didesnis nei 30 mmHg kritimas nuo paciento pradinio AKS) ar yra tachikardija, bet nėra organų hipoperfuzijos požymių.

C stadija – tai klasikinis KŠ, pacientai turi kliniškai išreikštą hipoperfuziją, kuriai valdyti būtina pradėti intervencijas, tokias kaip inotropų, vazopresorių, MKPP taikymą. Pacientai būna sutrikusios sąmonės, jų galūnės šaltos ir spazmuotos, diurezę mažesnė nei 30 ml/val., pasireiškia kvėpavimo funkcijos nepakankamumas, reikalaujantis dirbtinės plaučių ventiliacijos (DPV). Laboratoriniuose tyrimuose gali būti stebimi padidėję inkstų bei kepenų funkcijos sutrikimą rodantys rodikliai. Laktato kiekis padidėja virš 2 mmol/l ir yra ankstyvas markeris, rodantis mitochondrijų disfunkciją bei ląstelių hipoksiją. Pirmenybė teikiama tirti laktatą arteriniame kraujyje (4,6). Arterinio kraujo dujose stebima sunki acidozė, kuri turi neigiamą efektą miokardo kontraktiškumui bei organizmo atsakui į vazopresorius. B tipo natrio uretinis peptidas (BNP) identifikuoja ŠN ir yra nepriklausomas prognostinis indikatorius vertinti išgyvenamumui KŠ metu (6). Invaziniu būdu vertinama hemodinamika rodys sumažėjusius klasikinį širdies indeksą bei širdies minutinį tūrį. Šiam stebėjimui įvedamas Swan-Ganz kateteris, kuris leidžia vertinti hemodinamikos fenotipą bei dinamiką. Skubia echokardioskopija įvertinama kairiojo bei dešiniojo skilvelių funkcija, vožtuvų patologija ar kitos mechaninės komplikacijos po ŪMI, kurios gali būti KŠ priežastimi (8).

D stadijai priskiriama pacientams su progresuojančiu KŠ. Tokiems ligoniams nepakanka pradinių priemonių stabilizuoti hemodinamikai ir reikia praplėsti gydymo strategiją.

E stadija laikomas ekstremalus KŠ. Jis manifestuoja kraujotakos sutrikimu ir dažnai (bet ne visada) refrakteriniu širdies sustojimu, kuriam taikomos gaivinimo priemonės (6). Didėjanti SCAI stadija asocijuojasi su didesniu mirštamumu (7,12).

Gydymas

Pacientui, kuriam pasireiškė klinikinė hipoperfuzija, hemodinaminis nestabilumas, reikalaujantis vazopresorių poreikio, ryškėja KŠ su mažu širdies indeksu bei širdies minutiniu tūriu yra indikuotinas KŠ gydymas (13). Įtariant KŠ labai svarbi yra diagnostika bei priežasties nustatymas, kadangi tai susiję su sprendimais dėl gydymo taktikos (5). Pagrindiniai KŠ gydymo tikslai ŪMI metu yra greitai atstatyti audinių perfuziją, atkuriant kraujo tėkmę infarkto pažeistoje arterijoje perkutaninės koronarinės intervencijos (PKI) metu, pagerinti širdies minutinį tūrį bei nukrauti KS (2,14).

Pradiniame šoko gydyme reikia užtikrinti paciento kvėpavimo funkciją ir stabilizuoti hemodinamiką (2,4,5). KŠ metu ūminis kvėpavimo funkcijos nepakankamumas pasireiškia 56,5–57,5 % atvejų, o net 43 % prireikia taikyti DPV. Praktikoje žinoma, kad KŠ būklei naudinga teigiamo slėgio ventiliacija, kadangi jos metu sumažėja KS pokrūvis bei prieškrūvis, didėja širdies minutinis tūris, taip pat didėja DS pokrūvis (2,8). Nuolatinio teigiamo slėgio kvėpavimo takuose ventiliacija (angl. *Continuous positive airway pressure* (CPAP)) bei dviejų lygių teigiamo slėgio kvėpavimo takuose ventiliacija (angl. *Bi-level positive airway pressure* (BiPAP)) ar didelės tėkmės nosinės kaniulės pagerina kardiogeninių priežasčių sukeltą plaučių edemą, hiperkapniją bei acidozę, sumažina intubacijos poreikį (2). Tačiau neinvazinė ventiliacija ne visais atvejais yra tinkamas pasirinkimas. Kartais ji gali sukelti didelę metabolinę žalą, nes didina kvėpavimo darbą, veikia sąmonės būklę, dėl to prastėja sinchronizacija. Tokiu būdu sukeliama plaučių edema su prastu diurezės atsaku bei nepakankama oksigenacija. Tada reikalinga endotrachėjinė intubacija (12). Taikant invazyvią ventiliaciją įpučiamas tūris skaičiuojamas 6–10 ml/kg (2).

Vazoaktyvūs vaistai bei inotropai yra pirmiausiai skiriami hemodinamikai stabilizuoti (3,8). Vazopresoriai sukelia vazokonstrikciją ir didina pokrūvį, tačiau kartu išauga miokardo deguonies sunaudojimas bei sutrikdoma mikrocirkuliaciją (2). Inotropai didina širdies

kontraktiliškumą. Anot daugelio mokslinių tyrimų ir tarptautinių rekomendacijų, noradrenalinas yra laikomas pirmos eilės medikamentu, padedančiu VAS palaikyti virš 65 mmHg, kadangi šio vaisto poveikyje miokardo deguonies poreikis yra mažiausias (1,3,8).

Jei ligoniui nėra perkrovos skysčiais, volelijai užtikrinti gali būti paskirta infuzoterpija (2,8).

Pacientui skundžiantis skausmu, jo malšinimui turėtų būti paskirti narkotiniai analgetikai, pavyzdžiui, morfinas ar fentanilis. Vaistų nuo skausmo skyrimas yra reikšmingas siekiant išvengti dar labiau sutrikdyti periferinę bei koronarų kraujotaką, kadangi skausmas didina kraujagyslių spazmą ir taip gilina išemiją (15).

Mechaninės kraujotakos palaikymo priemonės ir jų taikymas

Kai vazoaktyvių vaistų nebepakanka stabilizuoti paciento hemodinamikai, iškyla MKPP taikymo poreikis (5). Parenkant MKPP yra reikalinga numatyti taikymo trukmę bei pagalbos apimtį. Pagal trukmę mechanines kraujotakos pagalbinės priemonės galima skirstyti į trumpalaikes ar ilgalaikes. Trumpalaikiai pagalbai priskiriamos: IABK, trumpalaikiai VAD, tokie kaip Impella, TandemHeart ir kiti, bei EKMO sistema. Ilgalaikę pagalbą suteikia ilgalaikiai skilvelį asistuojantys prietaisai.

Parenkant prietaisą būtina identifikuoti, kokios pagalbos yra siekiama, t. y. reikalingas kairįjį skilvelį asistuojantis prietaisas (LVAD), dešinį skilvelį asistuojantis prietaisas (RVAD) ar abu skilvelius asistuojantys prietaisai (BiVAD). Skilvelį asistuojančio prietaiso taikymo tikslai gali būti skirtingi: kaip „tiltas į pasveikimą“ „tiltas į sprendimą“, „tiltas į galutinę terapiją“ ar „tiltas į transplantaciją“ (2 lentelė). Multicentrinio registro IMACS, kuris apima tiek ilgalaikius, tiek trumpalaikius VAD, duomenimis, šie tikslai kritiniam KŠ atitinkamai pasiskirsto 45,4 %, 62,2 %, 13 %, 12,5 %. Tačiau gydymo eigoje 29 % buvo įtraukti į širdies transplantacijos sąrašus, o 40 % buvo taikytas kaip galutinė terapija (16).

INTERMACS (angl. *The Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support*) profiliai sukurti klasifikuoti pacientus, kurie turi potencialias indikacijas taikyti MKPP. Jie apibūdina klinikinius parametrus bei charakteristikas, atitinkančius pažangesnės terapijos poreikį (3 lentelė). Taip pat ši klasifikacija demonstruoja pacientų prognozę, kuriems reikalinga skubi širdies transplantacija ar LVAD implantacija (10,17).

Įvairūs VAD skiriasi savo lokalizacija, gali būti parakorporiniai ar ekstrakorporiniai (paciento išorėje), ir intrakorporiniai – implantuoti paciento viduje. Nuo VAD techninių specifikų priklauso jo įvedimas. Paprastesnis būdas laikomas perkutaninis, tačiau kai kuriems prietaisams reikalinga chirurginė intervencija. VAD techninės savybės lemia gebėjimą užtikrinti kraujo tėkmę. Skirtingi prietaisai gali palaikyti pulsuojančią ar nuolatinę, aksialinę ar centrifugojamą kraujo srovę.

Ideali MKPP apibūdinama kaip toks prietaisas, kuris užtikrina veiksmingą ir patikimą kraujotakos palaikymą, yra lengvai ir greitai įvedamas, todėl pirmenybė teikiama perkutaninėms sistemoms, toks prietaisas yra paprastai valdomas ir prižiūrimas taikymo metu, o komplikacijų pasitaiko nedaug. Dar vienas reikšmingas aspektas yra tai, kad parinktas prietaisas užtikrintų mažesnį mirtingumą ir sėkmingai pagerintų pacientų hemodinamikos parametrus (11).

Praktikoje konkrečios priemonės taikymas dažnu atveju priklauso ir nuo kainos bei specialistų patirties (5,8). Optimaliai vertinamos MKPP yra IABK, Impella, TandemHeart, EKMO su ar be chirurgine intervencija, sumažinančia KS prisipildymo spaudimą, taip pat prietaisų kombinacijos, tokios kaip ECMELLA bei Impella kartu su IABK (1).

Intraaortinė balioninė kontrapulsacija (IABK)

Intraaortinė balioninė kontrapulsacija – tai intervencinis metodas, kuris pradėtas taikyti nuo 1960 m. Terapinį prietaisą sudaro polietileninis balionas, kuris yra pritvirtintas prie dvisienio kateterio (7–8 F) galo, ir pompos veiklą kontroliuojanti konsolė. Pagal paciento ūgį individualiai parenkamas IABK dydis, kuris varijuoja tarp 25–50 cm³ (8).

Kateterio įvedimo prieiga dažniausiai pasirenkama per *a. femoralis*, tačiau galimos ir kitos vietos, tokios kaip *a. subclavia*, *a. axillaris* ar *a. radialis* (3,9,14). Pažastinės arterijos prieiga svarstyтина pacientams, kurie serga sunkia periferinių arterijų liga arba tuo atveju, kada būtina užtikrinti paciento mobilumą, kai numatoma, jog IABK taikymas užtruks. Įvestas IABK kateteris į *a. axillaris* leidžia pacientui sėdėti bei sumažina infekcijų riziką (9).

Veikimo mechanizmas toks, kad širdies diastolės metu balionas, esantis nusileidžiančiosios aortos proksimalinėje dalyje, yra pripučiamas helio dujų, o sistolėje išleidžiamas. Kadangi sumažinamas KS pokrūvis bei prieškrūvis, intraskilvelinė disinchronizacija, gerėja koronarinių kraujagyslių kraujotaka, sumažėja miokardo deguonies sunaudojimas bei iki 20

% padidėja širdies minutinis tūris (2,8,9,14,18). Taip pagerinama sisteminė hemodinamika ir koronarų perfuzija (4). IABK geba padidinti širdies išmetimą 0,5–1 l/min (2,11,14,18). IABK veikla gali būti sinchronizuota su konkreto paciento elektrokardiograma arba spaudimo sukeltu dirgiklio laiku (8,9).

IABK naudojamas kaip „tiltas į širdies transplantaciją“ galutinėje ŠN stadijoje. Indikacijų spektras taikyti IABK yra labai platus: KŠ, mitralinė regurgitacija, skilvelių pertvaros defektas, sunkus ŠN, neišeminės kardiomiopatijos, ūminės transplantato atmetimo reakcijos, potransplantacinis nepakankamumas atjungiant nuo pagalbinių prietaisų po širdies transplantacijos, pasireiškus refrakterinėms aritmijoms, po didelės rizikos PKI, didelės rizikos supraventrikulinės tachikardijos abliacijų, perkutaninės vožtuvų intervencijos esant didelei rizikai (8,9).

IABK yra plačiai taikoma mitralinės regurgitacijos (MR) metu, kadangi sumažina pokrūvį, kelia VAS. Tačiau ši priemonė turi mažą širdies minutinio tūrio augmentaciją. Platus panaudojimas šiai patologijai pagrįstas tai, kad MR yra letali būklė, ypač su ūminiu koronariniu sindromu, todėl prieinamų MKPP taikymas gali būti kaip „tiltas į tiltą“ (5).

Multicentrinio randomizuoto IABP-SHOCK II tyrimo gauti rezultatai nenustatė reikšmingo skirtumo stebint 6 metų laikotarpiu pacientų mirštamumą, pakartotinių MI įvykių skaičių, hospitalizacijos, revaskuliarizacijos bei šuntavimo operacijų poreikį pacientams, kuriems taikytas IABK ar tik medikamentinis gydymas. Reikšmingo skirtumo nestebėta ir lyginant mirtingumą 30 dienų ar 1 metų bėgyje. Tyrime nenustatyta, kad pacientų mirtingumas reikšmingai skirtųsi IABK naudojant prieš ar po PKI procedūros ($p = 0,53$) (19).

Tačiau den Uil ir kt. (2019) randomizuoto tyrimo duomenimis, reikšmingai didesnė veninio kraujo saturacija ($p < 0,05$) tų pacientų, kuriems taikytas IABK, jie turėjo didesnę širdies minutinį tūrį, jų BNP sumažėjo didesniu skirtumu, dėl geresnės diurezės buvo palaikomas labiau neigiamas skysčių balansas, reikšmingiau sumažėjo dispnėja. Taikant IABK nepastebėti rimti šalutiniai reiškiniai, 3 dienų mirtingumas IABK grupėje buvo 23 %, o inotropų – 44 %. IABK pacientai vidutiniškai ilgesnį laikotarpį praleido ligoninėje, nes IABK 30 % pacientų buvo kaip „tiltas į galutinę terapiją“ ar „tiltas į transplantaciją“ (18).

Pagal Europos kardiologų draugijos ūminio ir lėtinio širdies nepakankamumo diagnostikos ir gydymo rekomendacijas, IABK nesiūloma taikyti rutiniškai miokardo infarkto sukeltam KŠ

(10). Nors nėra tyrimais pagrįstų rekomendacijų, ekspertų nuomone, IABK yra tinkamas selektyviam hemodinamikos palaikymui (8).

Impella

Impella yra mechaninė kraujotakos pagalbinė priemonė, sukurta 2000 m. Tai intrakraujagyslinis mikroaksialinis prietaisas, kurį sudaro kateteris ir jo gale esanti pompa. Kateteris yra įvedamas perkutaniškai per *a. femoralis* pro aortos vožtuvą (AoV) į KS (8,20). Perkutaniškai Impella gali būti įvedama ir į *a. radialis* (3).

Klinikinėje praktikoje žinomi penki prietaiso variantai (9). Mažą bei vidutinę kraujo tėkmę užtikrina dvi Impella variacijos, tai Impella 2.5 (1,5–2,5 l/min) bei Impella CP (2–4 l/min). Didelės tėkmės srovę (iki 5,5 l/min) gali palaikyti Impella 5.0 ar Impella 5.5, įvedamos chirurgiškai suformavus graftą per *a. axiliaris* ar *a. subclavia* (2,4,8). Impella veikimas pagrįstas Archimedo jėgos dėsniais. Kraujas iš KS aspiruojamas į nusileidžiančiąją aortą, taip Impella nukrauna KS, sumažina skilvelio galinį diastolinį spaudimą, padidina vidurinį VAS, sumažina miokardo deguonies poreikį (2,4,9).

Jei nėra reliatyvių kontraindikacijų, Impella gali būti taikoma aortos vožtuvo stenozės (AoS) sukeltam kardiogeniniam šokui. KŠ pasireiškia 6 % AoS atveju, jei netaikomos intervencijos, jų mirtingumas siekia iki 70 %. AoS sukelia KS ištekėjimo obstrukciją, tokiu atveju KS yra perkraunamas tiek slėgiu, tiek tūriu, ir taip sukeliama skilvelio sienelės pertempimas. Spaudimas auga ir kairiajame prieširdyje (KP), padidėja plaučių kapiliarų pleištinis spaudimas. Per kurį laiką dėl stresinio veikimo skilvelio sienelė suplonėja ir išsivysto KS disfunkcija. Impella tiesiogiai aspiruoja kraują iš KS į aortą su natūralia kraujo tėkme, taip stabilizuoja paciento hemodinamiką ir didina širdies išmetimo tūrį (5).

Pagrindinės indikacijos panaudoti Impella yra ŪMI KŠ ar norint palengvinti didelės rizikos PKI procedūrą. Tokiu atveju vidutinė taikymo trukmė siekia nuo 3 iki 13 dienų (20,21). Rečiau šis MKPP taikomas esant kardiomiopatijoms su ūmine dekompenzacija, po širdies operacijų pasireiškus KŠ (8).

MR Impella taikymas reikšmingesnis nei IABK, nes yra geresnė širdies minutinio tūrio augmentacija bei tiesiogiai nukraunamas KS.

Esant skilvelių pertvaros defektui (SPD), atsiradusiam po miokardo infarkto, hemodinamika taip pat gali būti valdoma Impella. Nors SPD nėra dažna patologija, tai mirtina komplikacija po ŪMI. Dėl SPD pasireiškusiam KŠ, mirštamumas yra didesnis nei 80 %. SPD metu inotropai ir vazopresoriai didina kairės – dešinės šuntą. Vazodilatatoriai mažina šuntą, bet ryškėja hipotenzija, todėl MKPP taikymas tokiu atveju yra kaip „tiltas į pasveikimą“, „tiltas į galutinę terapiją“ arba „tiltas į transplantaciją“.

Dar viena praktikoje žinoma variacija yra Impella RP. Tai izoliuota pagalbos priemonė DS. Impella RP yra įvedama panašiai kaip ir kitos Impella versijos, per *a. femoralis*, lokalizuojama dešiniajame prieširdyje (DP), iš kurio drenuoja kraują į *a. pulmonalis* (2,8). Jei pacientui yra AoS, MR, mitralinio vožtuvo stenozės ar SPD sukeltas KŠ ir pasireiškia DS disfunkcija – gali būti taikoma Impella RP (5). Po dirbtinio skilvelio implantacijos ar po širdies operacijos sukeltam DS ŠN Impella RP taikymas leidžia pagerinti pacientų hemodinamiką. Kai kurios studijos Impella RP naudojimą asocijuoja su padidėjusiu mirštamumu, todėl dėl prietaiso pranašumo įrodymų trūkumo, rečiau yra taikomas rutiniškai (8). Mirštamumas siejamas su mechaniniu poveikiu eritrocitams, kadangi siurblys sukelia hemolizę (15).

BiPella – tai dviejų, kairiojo ir dešiniojo, skilvelių Impella prietaisų kombinacija, kai reikalinga kraujotakos pagalba abipus širdyje (8).

Randomizuotas retrospektyvinis ISAR-SHOCK tyrimas lygino Impella ir IABK hemodinaminį efektą. Rezultatai parodė, kad širdies minutinis tūris po 30 minučių Impella taikymo reikšmingai padidėjo, kaip ir širdies indeksas ($p = 0,02$). Diastolinis AKS pacientams su Impella reikšmingai padidėjo $9,2 \pm 12,1$ mmHg, o taikant IABK sumažėjo $8,0 \pm 13,1$ mmHg ($p = 0,002$). Mirtingumo rodikliai abiem prietaisams buvo panašūs (22). Impella yra pranašesnė už IABK, kadangi užtikrina stabilesnę hemodinamiką, nes gali suteikti didesnę kraujo tėkmę (9).

Išnagrinėjus RETROSHOCK registro duomenis prieita išvados, kad ankstyvas Impella taikymas sumažina mirties atvejų lyginant su vėlesniu šios priemonės taikymu (23). Kiti tyrimai parodė, kad Impella įvedimas prieš PKI turi geresnę tikimybę pacientus išrašyti iš ligoninės bei mažesnę mirtingumą palyginus su jos įvedimu po PKI (4,8). PKI atliekant su įvestu Impella stebimas mažesnis mirtingumas, retesni išeminiai insultai bei kraujagyslinės komplikacijos lyginant, kai perkutaninės koronarinės intervencijos metu yra įvestas EKMO (4).

TandemHeart

TandemHeart – žinoma, kaip perkutaninė skilvelį pavaduojanti sistema, kuri yra įvedama per *v. femoralis* perkutuojuant pertvarą į KP, iš ten kraujas patenka į centrifuguojančią pompą, kur yra prisotinamas deguonimi ir grąžinamas į *a. femoralis*. Taip apeinamas kairysis skilvelis ir iš dalies nukraunamas jo darbas. TandemHeart užtikrinamas srovės tėkmės greitis 3–5 l/min, jei naudojamos į EKMO panašios kaniulės (4,8,9,15).

TandemHeart rodo gerus rezultatus stebint hemodinamikos rodiklius, tokius kaip širdies indeksą, kuris pagerėja jau per 24 valandas nuo prietaiso įvedimo, sistolinį arterinį kraujo spaudimą, diurezę, laktatą, leidžia sumažinti deguonies sunaudojimą, nukrauna KS mažindamas prieškrūvį, sumažina plaučių kapiliarų pleištinį spaudimą, didina koronarų bei audinių perfuziją (4,14,24). TandemHeart 23,8 % pacientų yra kaip „tiltas į pasveikimą“, 51 % kaip „tiltas į pavaduojantį skilvelį ar transplantaciją“ (4). Vidutinė TandemHeart taikymo trukmė siekia 5,5 dienos (24).

ProtekDuo sistema – tai dviejų kanalų kaniulė, kuri įvedama į *v. jugularis interna dex*. Jos tikslas yra drenuoti kraują iš DP per ekstrakorporinę pompą į *a. pulmonalis* (4,9). Ši kaniulė yra naudojama kartu su ekstrakorporine centrifuguojančia TandemHeart pompa ir sudaro TandemHeart RA-PA sistemą. Šios sistemos naudojimas turi potencialią naudą KŠ pacientams, kuriems pasireiškęs izoliuotas DS nepakankamumas (8).

Esant aortos vožtuvo regurgitacijos (AoR) sukeltam KŠ kaip „tiltas į galutinę terapiją“ arba „tiltas į transplantaciją“ gali būti panaudojamas TandemHeart. AoR sukelia KS perkrova tūriu, nes išmetimo frakcijai mažėjant, galinis diastolinis KS tūris palaiapsniui didėja. AoR yra gyvybei grėsminga būklė, nes KS dilatacija ir kiti kompensaciniai mechanizmai negali greitai išsivystyti. Hemodinaminis nestabilumas dėl slėgių gradiento KP bei KS daro įtaką plaučių kraujotakai didindamas spaudimą plaučiuose ir plaučių kapiliarų rezistentiškumą, todėl atsiranda plaučių edema ir DS nepakankamumas bei KŠ. Šiuo atveju yra labai svarbi greita diagnostika ir skubių intervencinių priemonių taikymas.

AoS sukeltam KŠ, kai yra DS disfunkcija ir nereikia papildomai oksigenuoti kraujo ne tik Impella RP gali būti naudojama, bet ir TandemHeart RA-PA.

Mitralinė vožtuvo stenozę (MS) yra reta patologija išsivysčiusiose šalyse, tačiau sepsinis ar hipovoleminis šokas, sukėlęs šią ydą, išprovokuoja KŠ. MS gali būti pritaikyta TandemHeart

sistema, kuri tiesiogiai nukrauna KP ir paskatina plaučių atsipalaidavimą. Iš esmės TandemHeart tokiu atveju yra taikomas kaip „tiltas į operaciją“ mitraliniam vožtuvui. Kada KŠ sukelia MS, pasireiškiančia tik DS disfunkcija, be Impella RP gali būti naudojamas ir TandemHeart RA-PA (5).

MR sukeltam KŠ gali būti naudojama TandemHeart sistema. Ji padeda tiesiogiai nukrauti KP ir potencialiai pasiekti geriausią hemodinamikos efektą esant ūminei mitralinei regurgitacijai. Jei MR metu išryškėja tik DS disfunkcija – tikslinga pritaikyti TandemHeart RA-PA, kuri iš DP ar apatinės tuščiosios venos pristato kraują į plaučių arteriją (2,5).

SPD pasireiškusiam tik DS disfunkcija gali būti pritaikoma TandemHeart RA-PA (5). Kraujas iš DP drenuojamas per bilateralinę femoralinę veninę kaniulę (4).

Multicentrinė prospektyvinė THEME registro studija parodė, kad taikant TandemHeart KŠ gydymui, 30 dienų išgyvenamumas yra 74 %, 180 dienų – 66 % (24). TandemHeart reikšmingiau pagerina paciento hemodinamiką bei metabolinius parametrus, ypač kai taikant IABK ir vazopresorius stebimas refrakterinis KŠ. TandemHeart turi daugiau komplikacijų, todėl svarbu, kad procedūrą, kada punktuojama pertvara, atliktų įgūdžių turintis personalas (9,11).

Ekstrakorporinė membraninė oksigenacijos (EKMO) sistema

EKMO – tai kvėpavimo bei kraujotakos sistemas pavaduojanti pagalbinių priemonė, kurią sudaro centrifuginė pompa ir membranos oksigenatoriai (4). Venoveninė ekstrakorporinė membraninė oksigenacija padeda užtikrinti tik kvėpavimo funkciją. Venoarterinė ekstrakorporinė membraninė oksigenacija (VA-EKMO), kuri suteikia tiek širdies, tiek plaučių pagalbą, dažniau naudojama hemodinamikai palaikyti, kai kartu reikalingas ir ūminio kvėpavimo nepakankamumo gydymas ar pacientas serga plaučių ligomis. Ši MKPP suteikia laiko užtikrinti kitus KŠ gydymo būdus bei gali būti kaip „tiltas į tiltą“ (25).

VA-EKMO, veikimas pagrįstas tuo, kad iš veninės sistemos paimtas kraujas, pertekėjęs per oksigenatorių, yra prisotinamas deguonimi, sušildomas ir gražinamas į arterinę paciento kraujotaką, tokiu būdu pagerinamas sisteminis pokrūvis, didinamas galinis diastolinis spaudimas (9,14). Taip pat EKMO sistema mažina dešiniojo skilvelio prieškrūvį bei periferinį veninį apkrovimą (25). Didėjant EKMO srovės tėkmei, dešiniojo prieširdžio spaudimas mažėja, o spaudimas aortoje didėja kaip ir KS tūris. KS susitraukimo tūris mažėja, kol KS galinis diastolinis

ir sistolinis, KP ir plaučių arterijos spaudimai didėja. Dėl šios priežasties EKMO sistema gali sukelti ar pabloginti jau esamą plaučių edemą. Kai srovės tėkmė intensyvėja, didėja ir arterinis kraujo spaudimas, tačiau tuo pat metu arterinis pulsinis spaudimas krenta. Tai rodo, kad mažėja KS susitraukimo tūris bei trumpėja AoV atsidarymo trukmė (9). VA-EKMO sistema geba užtikrinti 3–7 l/min kraujo tėkmę (4).

Periferinis EKMO priėjimas galimas tiek perkutaniškai drenažo kaniulę įvedant tiesiai į *v. femoralis* ar *v. jugularis interna*, o kraujo gražinimo kaniulę į *a. femoralis*, *v. axillaris*, tiek chirurgiškai suformuojant graftą (9,25). Kita įvedimo lokalizacija yra drenuojant kraują per *v. cava superior*. Prietaisu pašalinamas anglies dioksidas, oksigenuojamas kraujas ir reperfuzuojamas per antrą kaniulę į periferinę vena *a. iliaca* ar apatinę pilvinę aortą (8). Centrinei prieigai pasirenkamas dešinys prieširdis ir aorta. Dažniausiai EKMO centrinis priėjimas naudojamas trumpalaikiai pagalbai, kai po kardiochirurginių intervencijų nepavyksta paciento atjunkyti nuo dirbtinės kraujotakos aparato (25).

VA-EKMO pagalba turi neigiamą poveikį, kadangi didina KS pokrūvį sukelia KS miokardo sienelės stresą, taip didina miokardo deguonies poreikį ir sutrikdo miokardo funkcijos atsikūrimą bei sunkina plaučių edemą. KS drenavimo sprendimai, tokie kaip medikamentinė terapija, prieširdžių septostomija ir kaniuliacijos strategijos, gali minimalizuoti šį poveikį. Medikamentiniam drenavimui yra tinkami inotropai, vazodilatatoriai, diuretikai. Efektyvus KS nukrovimas gali būti pasiekiamas papildomai taikant kitas MKPP, tokias kaip IABK arba Impella, atitinkami jos panaudojamos 30,5 % ir 1,1 % (26). Apie poreikį papildomai drenuoti KS reiktų galvoti, kai EKMO taikymo metu ryškėja širdies hipokontraktiliškumas, stebimas išsiplėtęs KS bei jame yra kraujo sąstovis, AoV yra uždaras širdies ciklo metu, išmatavus arterinę pulsaciją mažesnę nei 10 mmHg, reikšmingai pakilus plaučių kapiliarų pleištiniam spaudimui, esant nepakankamai oksigenacijai, vaizdiniuose tyrimuose matant plaučių edemą bei pasireiškus refrakterinėms skilvelinėms aritmijoms (8).

Viena dažniausių EKMO taikymo indikacijų – kardiogeninis šokas. Jo metu naudojant VA-EKMO sistemą išgyvenamumas išsirašant iš gydymo įstaigos siekia iki 42 % (25). ŪMI KŠ vidutiniškai EKMO taikymas trunka 5–6 dienas (21,27). Jei KŠ priežastis yra įgimta širdies liga, iš ligoninės sėkmingai išrašomi apie 37 % pacientų, esant miokarditui – net iki 65 % (8). Sunkiam refrakteriniam KŠ su abiejų pusių ŠN gali būti naudojamas biskilvelinis EKMO (9).

Pacientams su miokarditu ar miokardo išemija VA-EKMO taikymas yra kaip „tiltas į pasveikimą“. Esant lėtiniam ŠN ar masyviam miokardo infarktui ekstrakorporinė membraninė oksigenacijos sistema taikoma kaip „tiltas į galutinę terapiją“, t. y. pacientas laikinai prijungiamas prie VA-EKMO tol, kol jam implantuojamas skilvelį pavaduojantis prietaisas arba jis sulaukia donorinės širdies (25).

Esant AoS sukeltam KŠ ir oksigenacijos poreikiui gali būti taikoma VA-EKMO ar jos variantas – kairiojo prieširdžio venoarterinė ekstrakorporinė membraninė oksigenacija (LAVA-EKMO), kuri lokalizuojama transeptualiai ir dreuoja abu prieširdžius sunkios KS sistolinės disfunkcijos metu.

Jei KŠ priežastis yra AoR su ar be DS disfunkcija ir reikia papildomos oksigenacijos, tikslinga taikyti LAVA-EKMO. LAVA-EKMO yra pranašesnis nei VA-EKMO, nes sunkios AoR metu sėkmingiau nukrauna KS dėl abipusės skilvelių dekompresijos.

Esant KŠ dėl MS su ar be DS disfunkcija, gali būti pritaikoma LAVA-EKMO ar VA-EKMO. Tačiau LAVA-EKMO teikiama pirmenybė, nes nukraunamas KP (5).

Jei MR metu reikalinga oksigenacija, tuomet naudinga rinktis LAVA-EKMO arba VA-EKMO. Tačiau VA-EKMO rečiau naudojama viena, kadangi didina periferinį kraujagyslių pasipriešinimą ir potencialiai blogina mitralinę regurgitaciją.

Kai vyrauja dešiniojo skilvelio nepakankamumas kartu su plautine hipertenzija, vien tik dešinės pusės MKPP naudojimas gali sukelti kraujavimą, todėl prioritetas būtų skirti VA-EKMO (3).

Kartu su VA-EKMO naudojant kitas MKPP gali būti sumažinamas deguonies sunaudojimas, plaučių edema bei KS apkrovimas (1).

Taikant EKMO ir IABK galima pagerinti koronarų kraujotaką bei sumažinti KS galinį diastolinį spaudimą, tai apsaugo KS nuo perkrovimo tūriu. Abiejų pagalbinių priemonių naudojimas vienu metu leidžia labiau sumažinti mirtingumą nei prietaisus taikant pavieniui (2,8).

EKMO ir Impella kombinacija, dar žinoma kaip *ECMella*, KŠ metu užtikrina mažesnę plaučių kapiliarų pleištinį spaudimą, visišką KS nukrovimą, taip pat padeda sumažinti centrinį veninį spaudimą (1,8). *ECMella* taikymas nors ir sumažina pacientų mirštamumą lyginant tik su EKMO naudojimu, tačiau nepadeda išvengti komplikacijų derinant abi priemones (8). Naudojant tik Impella išgyvenamumo rezultatai geresni nei *ECMella* (28).

Daugiacentrė randomizuota EURO-SHOCK studija nagrinėjo, kaip iškart po PKI esant persistuojančiam KŠ bent 30 minučių VA-EKMO taikymas gali nulemti pacientų išėjimą. Rezultatai parodė, kad taikant VA-EKMO 30 dienų mirtingumas siekia 43,8 %, 1 metų – 51,8 %, o gavusiems standartinę medikamentinę terapiją, atitinkamai 61,1 % ir 81,5 %, tačiau statistinis reikšmingumas nebuvo nustatytas (29).

Ostadal ir kt. (2022) randomizuotas daugiacentris tyrimas atskleidė, kad pacientams, kurių būklė sparčiai prastėja arba patiriamas sunkus KŠ, nedelsiant pradėta VA-EKMO terapija nepagerina klinikinių rezultatų palyginti su ankstyva konservatyvia strategija, kai VA-EKMO taikomas vėliau. Šiuo atveju nėra reikšmingo skirtumo stebint širdies sustojimus 30 dienų laikotarpiu, bendrą mirštamumą, sepsio, pneumonijos, insulto, kojų išemijos bei kraujavimų įvykių skaičių tarp abiejų tiriamųjų grupių (30). Multicentrinė randomizuota ECMO-CS studija stebėjo, ar skubus VA-EKMO taikymas yra pranašesnis nei uždelstas, tačiau reikšmingo skirtumo išgyvenamumui 30 dienų laikotarpiu nenustatė (31). Thiele ir kt. (2023) ECLS-SHOCK studijoje nepastebėta, kad ankstyvas VA-EKMO taikymas rutiniškai pagerintų išgyvenamumą po miokardo infarkto pasireiškus KŠ. Šioje studijoje lygintos dvi grupės: pirmoji, kurios hemodinamika valdyta tik vazoaktyviais vaistais, antroji – vaistais bei VA-EKMO. 30 dienų laikotarpiu mirtys stebėtos atitinkamai 49,0 % ir 47,8 % ($p = 0,81$). DPV ir intensyvi terapija buvo ilgesnės VA-EKMO grupėje, tačiau nebuvo stebimas reikšmingas skirtumas lyginant su pakaitine inkstų terapija, pakartotine revaskuliarizacija ar hospitalizacija dėl stazinio širdies nepakankamumo, taip pat pakartotiniu miokardo infarktu ar neurologinėmis išėjimais (32,33).

ECLS-SHOCK tyrimas nenustatė reikšmingo skirtumo 30 dienų ir 12 mėnesių mirtingumui tarp pacientų, kuriems dėl ŪMI sukulto KŠ prieš PKI buvo pradėta taikyti VA-EKMO lyginant su pacientais, kuriems naudota medikamentinė terapija (34,35). Tačiau pastebėta, kad VA-EKMO įvedimas prieš PKI procedūrą pakartotines intervencijos riziką sumažina 9 % nei prieš PKI hemodinamai stabilizuoti taikant tik medikamentus (35).

Prieš perkutaninę koronarinę intervenciją pradėjus taikyti VA-EKMO sumažėja ligonių hospitalinis mirtingumas, rečiau prireikia implantuoti ilgalaikius KS pavaduojančius prietaisus ar transplantuoti širdį lyginant su pacientais, kuriems VA-EKMO pradėta taikyti po revaskuliarizacijos (8).

Retrospektyvinis multicentris PELS-1 tyrimas stebėjo EKMO sistemos panaudojimą KŠ, atsiradusiam po kardiotoromijos. EKMO taikymas neparodė reikšmingų rezultatų hospitaliniam

mirtingumui. Su mirtingumu buvo asocijuoti faktoriai, tokie kaip amžius, ar širdies sustojimas prieš operaciją. Taikant EKMO KŠ po kardiotoromijų 1, 2, 5 ir 10 metų išgyvenamumas atitinkamai siekė 89,5 %, 85,4 %, 76,4 %, 65,9 % (27).

Zhang ir kt. (2022) metaanalizė nenustatė reikšmingo skirtumo 30 dienų mirtingumui tarp VA-EKMO, ECMELLA bei Impella taikymo. Tuo metu hospitalinis mirtingumas nesiskiria taikant IABK kartu su Impella, VA-EKMO kartu su IABK, TandemHeart ar medikamentinę terapiją (1).

Kiti trumpalaikiai VAD

Kiti trumpalaikiai skilvelį asistuojantys prietaisai yra chirurgiškai implantuojami kraujo siurbliai, kurie iš skilvelio siurbia kraują ir pulsuojančia ar nuolatine srove išmeta jį į arteriją. Priklausomai nuo to, kur implantuotas, į kairįjį ar į dešinįjį skilvelį, kraujas atitinkamai išmetamas į aortą ar plaučių arterijas.

Levitronix CentriMag sistema – yra magnetiškai levituojanti, centrifuginės nuolatinės kraujo tėkmės pompa. Ji chirurginiu būdu įvedama atliekant sternatomiją ar šoninę torakotomiją. Sistema turi galimybę būti papildyta membraniniu oksigenatoriumi (9,36). Kadangi šiam prietaisui įvesti reikalinga atvira operacija su bendrąja anestezija, išauga komplikacijų, tokių kaip kraujavimas, infekcijos bei išeminiai įvykiai, pasireiškimas. Šis skilvelį asistuojantis prietaisas kraujotaką užtikrina nuo 6 valandų iki 30 dienų (11,37). Skilvelis praktikoje taikomas ir ilgesnį laiką, tačiau naudojimo rezultatai prieštaringi (36). *Levitronix CentriMag* gali suteikti KS, DS ar biventrikulinę pagalbą pacientams su KŠ, užtikrindamas maksimalią kraujo tėkmę iki 10 l/min (37). Wang ir kt. (2022) studija tyrė *CentriMag* naudą gydant miokardito sukeltą KŠ pacientams, kuriems buvo taikytas EKMO gaivinimas. Tyrimo rezultatai parodė, kad *Levitronix* pacientai turėjo geresnę hemodinamiką, sistemine perfuziją bei išgyvenamumą nei taikant vien tik EKMO, atitinkamai rezultatai 72,7 % ir 27,2 % ($p = 0,033$). Tad tokiu atveju EKMO suteikia skubią sistemine perfuziją ir apsaugo neurologinę funkciją bei turėtų būti naudojamas gaivinimo metu, o VAD apsaugo visus šoko paveiktus organus, tad naudinga taikyti po gaivinimo (38).

Abiomed BVS 5000 skilvelį asistuojantis prietaisas – yra chirurgiškai implantuojamas išorinis pneumatiniu būdu varomas prietaisas, kuris pirmąsyk pritaikytas 1990 m. (11,39). Įtekėjimo kaniulė įvedama į KP, o ištekėjimo – į aortą. Labai panašiai sistema gali funkcionuoti ir

dešinėje širdies pusėje kaip dešinįjį skilvelį pavaduojantis prietaisas. Tokiu būdu yra drenuojamas kraujas iš DP ir grąžinamas į plaučių arteriją.

Ilgalaikiai VAD

VAD gali suteikti ilgalaikį ar visišką kraujotakos palaikymą. Neatsikūrus miokardo funkcijai, implantuojamas ilgalaikis skilvelį asistuojantis prietaisas, kaip „tiltas į transplantaciją, ar „tiltas į galutinę terapiją“ (15). Paprastai ilgalaikiai skilveliai būna intrakorporiniai ir suteikia pacientui galimybę judėti, dėl to pagerėja gyvenimo kokybė (40). Tokių VAD pavydžiai būtų HeartMate II, HeartMate III, HeartWare (11).

HeartMate II (HM2) yra aksialinės srovės pompa, implantuojama į preperitoninę ertmę. Prietaisą papildo dvi kaniulės, iš kurių įtekėjimo yra sujungta su KS viršūne, o ištekėjimo – su kylančiąja aorta.

HeartMate III (HM3) – tai nuolatinės kraujo tėkmės centrifuguojanti pompa, ypatinga dėl magnetinio levituojančio rotoriaus, kuris neturi galinčių susidėvėti guolių, todėl nesukelia trinties ir leidžia kraujui laisvai tekėti. Dėl šio pranašumo yra sumažinama eritrocitų destrukcija ir išvengiama pompos stazės, kas, MOMENTUM 3 tyrimo duomenimis, HM3 grupėje parodė retesnes pompos trombozes bei ilgesnį pompos veikimo laiką (41,42). HM3 yra pranašesnis nei HM2, kadangi pacientai rečiau hospitalizuojami dėl infekcijų, kraujavimų ir su ŠN susijusių įvykių ($p < 0,05$) (43). Tyrimo analizė parodė, kad naudojant HM3 *de novo* aortos vožtuvo regurgitacijos atsiranda rečiau nei su HM2 (44). HM3 LVAD leidžia užtikrinti apie 80 % išgyvenamumą per 2 metus nuo implantavimo nepriklausomai nuo klinikinio ŠN sunkumo. Šie išgyvenamumo rodikliai yra panašūs į tuos, kurie pateikiami po įvykusių transplantacijų (41). Tiek HM3, tiek HM2 yra stipriai asocijuotas su reikšmingu hemodinamikos palaikymu ir sumažintu MR sunkumu (45).

REMATCH studijos rezultatai parodė, kad esant pažengusiam ŠN inotropų taikymas kartu su LVAD rodo geresnį išgyvenamumą nei gydant tik medikamentais, atitinkamai 49 % ir 24 % (46). Prospektyvinis nerandomizuotas INTrEPID tyrimas taip pat palygino LVAD ir medikamentinės terapijos taikymą „tikslu į galutinę terapiją“, kurių išgyvenamumo rezultatai panašūs į REMATCH tyrimo. Taikant tik medikamentinį gydymą dažniausios mirties priežastys būdavo kardiovaskulinės, LVAD pacientams – insultas bei infekcijos (47).

HeartWare yra skilvelį asistuojantis prietaisas, kurį sudaro nuolatinės tėkmės centrifuguojanti pompa. Pompos mechanizmas kiek primena HM3 sistemą, kadangi naudoja hibridinį magnetinį rotatorių, kuris veikimo metu sukasi be trinties. Įrenginys turi integruotą įtekėjimo kaniulę, kuri leidžia būti implantuotam į perikardo ertmę ir nereikia atlikti pilvo operacijos norint suformuoti pompos kišenę (48).

IMACS bazės duomenys parodė, kad prieš ilgalaikio VAD implantaciją buvo naudojami trumpalaikiai MKPP, tokie kaip VA-EKMO, IABK ar kiti. Didesnei daliai pacientų, kuriems buvo taikytas VA-EKMO, reikėjo ilgalaikio BiVAD. Geresnis išgyvenamumas stebėtas pacientams, kuriems prieš ilgalaikį VAD buvo taikoma IABK palyginti su MKPP netaikymu, atitinkamai 90,5 % ir 88,9 % ($p < 0.0001$) (16).

Naujieji MKPP

The Reitan kateterio pompa – tai prie kateterio pritvirtintas sulankstomas sraigtas, kuris gali užtikrinti iki 5 l/min kraujo tėkmės srovę. Jis perkutaniškai per *a. femoralis* įvedamas į nusileidžiančiąją aortą, kur sinchroniškai veikia su širdimi, taip sumažina KS pokrūvį ir gali būti naudojamas ūminio ŠN metu pablogėjus širdies ir inkstų funkcijoms (49).

The iVAC 2 L ir 3 L – yra mechaninė pompa, turinti 17–21 F kateterį su integruota dvipuse vožtuvų sistema, kuri gali užtikrinti 2–3 l/min kraujotakos palaikymą. Tai trumpalaikė ekstrakorporinė priemonė, kuri perkutaniškai įvedama per *a. femoralis*, o jos valdymui gali būti naudojama IABK konsolė. Kateteris subliūkšta diastolės pabaigoje, kai EKG stebima R banga, o išsipūtimas įvyksta sistolės pabaigoje EKG matant T bangą (50). Prietaiso pulsinė sinchronizacija vyksta tarp AoV užsidarymo ir kateterio vožtuvo atsidarymo. Širdies sistolės metu kraujas aspiruojamas iš KS į membraninę pompą, o diastolės metu membraninė pompa išmetą kraują atgal į nusileidžiančiąją aortą. Prietaisas didina VAS ir yra tinkamas pacientams, kuriems reikalinga pagalba dėl sutrikusios KS funkcijos iki 24 valandų. *The iVAC 2 L* suteikia KS nukrovimą, gerina širdies mechaniką esant mitralinei regurgitacijai ir ūminiam KŠ. Šis prietaisas gali būti naudojamas kartu su kitais skilvelį asistuojančiais prietaisais, kai svarbu pavaduoti DS ir reikalingas įvedimas per plaučių arteriją (11,50).

Kontraindikacijos taikyti MKPP

Dėl perkutaninės prieigos dalis MKPP negali būti taikomi esant periferinių arterijų ligai, pavyzdžiui, Impella ar IABK.

IABK ir EKMO negalima taikyti, kai pacientui yra aortos disekacija, vidutinis ar didelis AoV nepakankamumas (9,14). Impella netinkama, kai yra AoS, taip pat dėl paciento anatominių ypatybių, esant sudėtingai kraujagyslinei prieigai ar sunkiai koagulopatijai, kadangi pacientas tokiais atvejais negali vartoti antitrombotinių vaistų (8). VA-EKMO netaikomas, kai yra nekontroliuojami koaguliacijos sutrikimai ir intrakranijinis kraujavimas, politrauma su didele kraujavimo rizika, negrįžtama širdies liga, kuri neperspektyvi VAD implantacijai ar širdies transplantacijai (51).

Antitrombotinė terapija bei antikoaguliacija

IABK ir EKMO taikymo metu svarbu skirti profilaktinį gydymą antikoagulantais (9,51). Taikant Impella reikalinga minimali antikoaguliacija (52).

KŠ antitrombotinei terapijai naudojami glikoproteino IIb/IIIa inhibitoriai ar kongreloras. Intraveninis P2Y12 inhibitorius kongreloras yra šiuo metu testuojamas dvigubai antiagregacinei terapijai pacientams su ūminiu miokardo infarktu sukeltu šoku (4).

MOMENTUM 3 tyrimo stebėjimais, nebuvo reikšmingo skirtumo išgyvenamumui naudojant įprastas ir sumažintas aspirino dozės magnetiškai levituojantiems VAD (53). ADVANCE studija nenustatė reikšmingo skirtumo tarp kraujavimų ir hemoraginių insultų skiriant terapines ir subterapines antikoagulantų dozes (48). Tačiau ENDURE tyrimo duomenimis, nevartojantys aspirino antitrombotinei terapijai pacientai yra asocijuoti su dažnesniais hemoraginiais insultais ar praeinančiais smegenų išemijos priepuoliais (54).

The ARIES-HM3 tarptautinis dvigubai aklas randomizuotas tyrimas pastebėjo, kad pilnai magnetiškai levituojančiam LVAD yra saugu naudoti antitrombotinę terapiją, ji yra susijusi ir retesniais kraujavimais (55).

Reikėtų turėti omenyje, kad taikant antitrombotinį gydymą gali kilti ir tam tikrų iššūkių. Dažnai esant KŠ dėl ŪMI būna skiriami opioidai, dėl kurių sumažėja virškinamojo trakto judrumas, todėl kartu naudojant peroralinius P2Y12 inhibitorius jų pasisavinimas gali būti prailgintas (52).

MKPP deeskavavimas

Gydymo metu labai svarbu sekti paciento klinikinę dinamiką. Literatūroje rekomenduojama laboratorinius rodiklius kartoti kas 4–6 val., tirti laktatą kas 1–4 val., o prireikus ir dažniau, kol bus stabilizuota ligonio būklė. Dėl hemolizės būtina stebėti šlapimo spalvą, tirti laktatdehidrogenazę, laisvą hemoglobina.

Pagrindiniai principai, į kuriuos labai svarbu atsižvelgti nutraukiant MKPP naudojimą, yra atsistačiusi širdies funkcija, pagerėjusi organų perfuzija, persistuojanti intravaskulinė euvolemija, reikalingos minimalios inotropų dozės bei echokardioskopijos metu stebimas pagerėjęs miokardo kontraktiliškumas (13).

Komplikacijos

Intervencijų naudojimas medicinoje yra susijęs su rizika pasireikšti komplikacijoms, ne išimtis ir MKPP naudojimas. Komplikacijos paprastai priklauso nuo prietaiso tipo, įvedimo technikos, naudojimo laiko bei paciento individualių savybių (13). Dėl didelio komplikacijų skaičiaus išauga gydymo išlaidos (4,8).

Su prietaisu susijusios komplikacijos būdingos visoms MKPP. Viena iš tokių – prietaiso migracija iš tikslinės veikimo vietos (13). Kitos su prietaisu susijusios komplikacijos: kateterio nefunkcionavimas, pompos trombozės. Baliono plyšimas kaip nepageidaujamas įvykis gali atsirasti naudojant IABK (9). Hemolizė dažniau pasireiškia naudojant perkutaninius VAD, tokius kaip Impella (8). Kai taikoma tik Impella ūMI sukulto KŠ metu, su prietaisu susijusių komplikacijų būna mažiau nei EKMO (21). Taikant TandemHeart su prietaisu susijusios komplikacijos pasireiškia 10 % pacientų (24). KŠ metu pacientai griežtai laikosi lovos režimo, kuris turi žalingą efektą įvairioms sistemoms. Ankstyva ligonių mobilizacija leidžia pagerinti pacientų išėjimą ir sumažinti neigiamus efektus. Anksti mankštinami gali būti ligoniai, kuriems taikomos MKPP turi aksialinę prieigą, nes jos yra stabilesnės ir patvaresnės (2).

Dėl invazinių MKPP įvedimo metodų galimos infekcinės komplikacijos. Jos būdingos esant tiek perkutaninei, tiek chirurginei prieigai. Pavyzdžiui, kirkšnies sritis dėl higienos ypatumų yra susijusi su didesne rizika infekcijoms (9). Kai kur infekcijų prevencijai siūloma skirti antibiotikoterapiją, ypač taikant EKMO, kai reikia atverti krūtinės ląstą (13). Dažniausiai infekcijos pasireiškia ankstyvuoju laikotarpiu, jau VAD taikymo pradžioje, o didžioji jų dalis būna

bakterinės kilmės. Infekcijų pasireiškimas labiau yra susijęs su ilgalaikiu implantuoto prietaiso naudojimu, o ne su pompomis ar jų periferiniais komponentais (56). Bendras infekcijų paplitimo dažnis tarp VAD prietaisų varijuoja nuo 7 iki 33 % (16,48). Infekcijos reikšmingai turi įtakos pacientų išgyvenamumui. Stebint 2 metų laikotarpiu pacientus, kuriems pasireiškia infekcija, išgyvenamumas siekia 73,6 %, o be infekcijos – 84,8 % ($p < 0,001$) (56).

Kraujavimai gali būti susiję su prietaisu, t. y. chirurginiais, arba nechirurginiais. Perspektyvinė multicentrinė nerandomizuota ROADMAP studija nustatė, kad bendrai kraujavimas kaip nepageidaujamas įvykis pasireiškia 65 % LVAD pacientų (17). Anot IMACS registro, kraujavimai pasireiškia 32 % gydytų pacientų (16). Sunkesni kraujavimai bei dažnesnės limbinės išemijos pasireiškia ligoniams, kuriems taikytas TandemHeart lyginant su IABK (8). Prietaiso įvedimo vietos kraujavimai dažnesni EKMO grupėje, lyginant su Impella ($p = 0,004$) (57).

Neurologinėms komplikacijoms priskiriami hemoraginis ir išeminis insultai (4,8). Per 2 metus 29,5 % LVAD pacientų patiria bent vieną cerebravaskulinį įvykį. Padidėjusi rizika išeminiam insultui siejama su operacija, infekcija, pompos tromboze ir antitrombotine terapija, tuo metu ūmi infekcija, intensyvi antikoaguliacija turi didelę įtaką pasireikšti hemoraginiam insultui (54). Taikant VAD išgyvenamumas ištikus hemoraginiam insultui yra mažesnis nei išeminiam. Gydant ilgalaikiais VAD 2 metų laikotarpiu išgyvena 43 % hemoraginį insultą patyrusių pacientų, o išeminį – 57 %. Kalbant apie ilgalaikius skilvelius, taikant HM3 insultų pasireiškimas ilguoju laikotarpiu yra 3,3 karto mažesnis nei HM2 pacientams (58). Pastebėta, kad insultų rizika taikant VAD yra didesnė pirmą mėnesį po implantacijos, vėliau ši rizika mažėja (47).

Kai naudojama VA-EKMO sistema, dėl padidėjusio pokrūvio, sukkelto retrogradinės perfuzijos, išsiplečia KS. Dėl šios priežasties gali pasireikšti plaučių edema ar širdies kameroje susiformuoti trombas (13). Kad išaugo rizika išsivystyti plaučių edemai rodo tai, kad padidėjus kraujo srovės tėkmei didėja ir KS aprovimas, o sulėtinus srovės greitį mažėja kardiopulmoninė pagalba (25). Kvėpavimo nepakankamumas kaip komplikacija pasireiškia 16 % ligonių (16).

Vaskulinės komplikacijos, tokios kaip kraujagyslių pažeidimas, arterijų tromboembolija ir galūnių išemija gali pasitaikyti naudojant IABK, Impella, VA-EKMO (9,29). Apatinių galūnių išemija taikant VA-EKMO būdinga 16,9 % atvejų (2,8,11). Tam, kad būtų išvengta apatinių galūnių išemijos, rekomenduojama papildomai užtikrinti distalinės dalies perfuziją panaudojant paviršinę šlaunies arteriją. Tačiau ir esant tokiam anterogradiniam šuntui be kraujotakos išlieka

mažas plotas (angl. *dead space*). Jis yra tarp retrogradinės arterinės VA-EKMO kaniulės ir anterogradinės limbinės perfuzijos šunto. Išvengti kraujagyslių pažeidimo bei jų komplikacijų rekomenduojama įvedimui naudoti ultragarso kontrolę (8).

Literatūroje aprašoma dar viena EKMO specifinė komplikacija – Harlequin (dar žinomas angl. *North-South*) sindromas, kuris pasireiškia viršutinės kūno dalies hipoksija (13,24, 8). Veninis kraujas yra drenuojamas iš *v. cava inferior*, oksigenuojamas ir pristatomas per *a. femoralis* kaniulę. Tuo metu plaučiuose kraujo tėkmė nėra oksigenuojama, todėl galvai, kaklui bei viršutinėms galūnėms pristatomas kraujas yra hipokseminis. Dėl šios priežasties yra didelė rizika išsivystyti smegenų hipoksijai dėl susidariusio šunto (14). Viena iš valdymo strategijų – titruoti EKMO srovės intensyvumą iki mažiausios, kuri būtų adekvati užtikrinti reikalingą širdies minutinį krūvį ir sistemine kraujotaką (8). Pacientams, kuriems taikoma VA-EKMO, dėl hipoksijos komplikacijų reikėtų sekti arterinių dujų saturaciją ir neinvaziniu būdu matuoti smegenų deguonies įsisavinimą (13).

Ilgalaikių VAD komplikacijos yra panašios kaip kitų naudojamų MKPP. MOMENTUM 3 tyrimo duomenimis, prie dažniausių komplikacijų priskiriamos infekcijos, kraujavimas, chirurginės medicininės procedūros ir su ŠN susiję įvykiai. Kitos galimos komplikacijos dėl kardiologinių įvykių (hipotenzijos ar hipertenzijos, krūtinės skausmo, vožtuvų disfunkcijos) ar neurologinės disfunkcijos, pompos trombozės, kraujavimo, kraujagyslinių sutrikimų (17,43,59). Trečdaliui pacientų per 2–3 metus gali išsivystyti vidutinio ar sunkaus laipsnio AoR dėl nepakankamo KS nukrovimo (44).

Tarpdisciplininės komandos svarba

Tarpdisciplininė specialistų komanda yra labai svarbi kardiogeninio šoko gydyme. Įprastai į komandos sudėtį įeina kardiologas, kuris specializuojasi ŠN srityje, kardiochirurgas bei intensyvios terapijos gydytojas (60). Komanda ne tik visapusiškai vertina ligonio širdies ligą, bet priima individualų sprendimą dėl diagnostinių bei terapinių strategijų taikymo, įskaitant ir MKPP poreikį, jų keitimo būtinumą tam, kad būtų pasiektos geriausios išeitys. Nustatant optimalią gydymo strategiją pacientams su kompleksine struktūrine liga bei dėl to pasireiškusių KŠ, komanda vertina dabartinę paciento būklę, klinikinį stabilumą, individualią paciento anatomiją, gretutines ligas bei slaugos tikslus. Rekomenduojama kuo anksčiau suburti tokią komandą, kuri

nuspręstų tinkamiausią KŠ valdymo strategiją konkrečiam atvejui (5). Gydomo įstaigose naudojami šoko valdymo protokolai bei multidisciplininės komandos veikimas leidžia padidinti pacientų išgyvenamumą bei išėitis (4). Anksti aktyvavus tarpdisciplininę komandą pacientų su ŪMI ir KŠ išgyvenamumas padidėjo nuo 52,6 % iki 75 %, o esant ūminiam dekompenсуotam ŠN – nuo 61,4 % iki 87,5 % (60).

KLINIKINIS ATVEJIS

2010 m. gruodžio 24 d. 67 metų vyras pateko į Vilniaus Universiteto Ligoninės Santariškių Klinikų Priėmimo skyrių dėl skausmo, maudimo už krūtinkaulio bei išreikšto silpnumo. Skausmas atsirado prieš 4 valandas, po truputį stiprėjo, kol tapo labai intensyvus, plito į kairę ranką. Iki patekimo į ligoninę pacientas 2 savaites jautė spaudimą krūtinės srityje, dėl ko buvo paskirta planinė koronarografija 2010 m. gruodžio 28 d. Iš gyvenimo anamnezės žinoma, kad pacientas yra turėjęs aortokoronarinių jungčių suformavimo operaciją (AKJO) 2000 metais, jam atlikta cholecistektomija, gydėsi dėl pirminės arterinės hipertenzijos, vaikystėje buvo persirgęs plaučių tuberkulioze. Priėmimo skyriuje objektyviai paciento būklė vertinta kaip sunki, vyras sąmoningas, kontaktiškas, išklaustyta vezikulinis alsavimas abipus be karkalų. Hemodinamika stabili, esant AKS 140/80 mmHg, širdies susitraukimo dažniui 72 k./min, edemos nestebėtos. Priėmimo skyriuje užrašytoje EKG stebėtas sinusinis ritmas, su ST pakilimais V1–V8 derivacijose, nusileidimais reciprokinėse derivacijose.

Atliktuose laboratoriniuose tyrimuose bendras kraujo tyrimas, biocheminiai rodikliai bei lipidograma buvo be reikšmingų pakitimų, krešumo tyrimuose aktyvuotas dalinis tromboplastinis laikas nuo 242,9 s iki 119 s (norma: 24–35 s); širdies žymenys: BNP 184,0 ng/l (norma: < 100 ng/l); troponinas I 1,967 μg/l (norma: 0–0,1 μg/l); kreatinkinazės širdies izofermentas 3,63 μg/l (vyrų norma: < 5,2 μg/l).

Pacientui skubiai atlikta koronarografija, kurios metu nustatyta koronarinių jungčių į *r. interventricularis anterior* okliuzija, į *r. circumflexus* 80 % ir į *a. coronaria dextra* 90 % stenozės. Dėl atsiradusių naujų pataloginių radinių buvo rekomenduota atlikti pakartotinę AKJO. Tolimesniam gydymui dėl nustatyto priekinio, šoninio ir posterobazalinio miokardo infarkto su ST pakilimu vyras stacionarizuotas į Kardiologinį reanimacijos ir intensyvios terapijos skyrių.

Po koronografijos atliktame pirminiame širdies ultragarso tyrime stebėta kairiojo skilvelio išmetimo frakcija (KS IF) 40 %, hipokinetiška kairiojo skilvelio viršūnė bei priekinė pertvarinė sienelė.

5-tą dieną po koronarografijos pacientui įvyko dešinės *a. poplitea* bei *a. a. cruris* trombozė, todėl kraujotakai atstatyti atlikta embolotrombektomija, *a. poplitea* šuntuota autovena.

2011 m. sausio 13 d. pacientui pakartotinai atlikta AKJO. Operacijos metu dėl išliekančio reikšmingo pooperacinio ŠN per kairę šlaunies arteriją buvo įvesta balioninė kontrapulsacija ir implantuotas kairįjį bei dešinįjį skilvelį asistuojantys prietaisai Levitronix CentriMag.

2011 m. Sausio 27 d. dėl išeminės kardiomiopatijos bei sunkėjančios būklės pacientas skubos tvarka buvo įtrauktas į širdies recipientų sąrašą. 2011 m. vasario 3 d., praėjus 7 dienoms nuo įtraukimo į širdies laukiančiųjų eilę, vyrui persodinta donorinė širdis. Iki tol dirbtiniai skilveliai „kaip tiltas į transplantaciją“ širdies funkciją užtikrino 23 dienas.

2011 m. vasario 5 d., 3-ią dieną po transplantacijos buvo pastebėta, kad pacientas nejudina kairės pusės galūnių. Atlikus galvos kompiuterinę tomografiją rastas ūminis išeminis insultas dešinės pusės smilkininėje bei momeninėje skiltyse bei kairės pusės pakaušinėje skiltyje.

2011 m. vasario 13 d., 5-ą parą po širdies persodinimo vyrui atlikta dešinės pusės hemikolektomija dėl kraujavimo iš dešinėsios storosios žarnos pusės (*caecum ir colon ascendens*) išopėjimų. Operacijos metu paėmus biopsiją pacientui nustatyta citomegalo virusinė infekcija, kuri toliau gydyta antivirusiniais vaistais.

2011 m. kovo 9 d. praėjus daugiau nei mėnesiui nuo transplantacijos, būklei pagerėjus pacientas buvo perkeltas į I-ąjį širdies chirurgijos skyrių tęsti gydymo.

Besigydamas skyriuje 2011 m. kovo 16 d. širdies biopsijos metu nustatytas transplantato 2R atmetimas, jo gydymui paskirta pulsterapija metilprednizolonu. Kovo 25 d. atsiradus dusuliui, galvos skausmui bei pablogėjusiai fizinio krūvio tolerancijai dėl sinusinio mazgo silpnumo, išreikštos bradikardijos, kraujospūdžio kritimo vyrui buvo implantuotas dvikamerinis elektrokardiostimuliatorius.

2011 m. balandžio 23 d. išrašant pacientą iš ligoninės širdies echoskopijos tyrime stebėta normali KS IF > 55 %, TVN I °. Laboratoriniuose tyrimuose leukocitų sk. $3,84 * 10^9 / l$ (norma: $4,0-9,8 * 10^9 / l$); hemoglobinas 101 g/l (norma: 128–160 g/l); hematokritas 0,303 l/l (norma: 40–48 l/l); trombocitų sk. $166 * 10^9 / l$ (norma: $140-450 * 10^9 / l$); kalis 4,1 mmol/l (norma: 3,8–5,3 mmol/l); natris 139 mmol/l (norma: 134–145 mmol/l); chloras 111 mmol/l (norma: 98–107

mmol/l); kreatininas 97 μ mol/l (norma: 64–104 μ mol/l). Nustatyta ciklosporino koncentracija kraujyje 186,8 ng/mL, pagal ją pacientas išleistas iš stacionaro su rekomendacijomis tęsti medikamentinį gydymą ciklosporinu 125 mg 2 k./d. (siekiant tikslios medikamento koncentracijos tarp 200–300 ng/mL), azotiaprinu 25 mg 2 k./d. bei prednizolonu 5 mg 1 k./d. Nurodytas tolimesnis gydymas aspirinu 100 mg 1 k./d., diltiazemu 45 mg 2 k./d. ir statiniais.

Iš vėlesnių medicininių dokumentų buvo rastos pakartotinos transplantato atmetimo reakcijos 2012 m. gegužės 23 d. bei 2017 m. lapkričio 17 d., iš viso jų buvo – 3. Per daugiau nei dešimtmetį nuo persodintos donorinės širdies paciento bendrą būklę apsunkino gretutinės patologijos, tokios kaip širdies nepakankamumas NYHA III f. kl., hipertenzinė kardiomiopatija su sutrikusia diastoline funkcija, persistuojantis prieširdžių virpėjimas, I^o inkstų nepakankamumas, 2 stadijos lėtinė inkstų liga, rezekuota plonoji žarna, buvo diagnozuota neplyšusi aortos aneurizma, 2014 m. rastas ir operuotas priešinės liaukos piktybinis navikas, vyras gydytas dėl mišrios hiperlipidemijos, hiperurikemijos. Po patirto insulto pacientui išliko sensomotorinė afazija, žvilgsnio paralyžius į kairę bei dešinės pusės ventrinę prozoparezę.

Praėjus 11 metų nuo širdies transplantacijos pacientas mirė eidamas 80 metus dėl COVID-19 infekcijos sukeltų komplikacijų, pneumonijos bei sepsio.

APTARIMAS

Aprašytame atvejuje pacientui hemodinaminis nestabilumas išryškėjo AKJO metu, kuri buvo reikalinga dėl trijų vainikinių arterijų ligos, sukėlusios ŪMI. Literatūroje, įvairių autorių duomenimis, pokardiotominio KŠ paplitimas siekia 0,5–6 % (61,62). Šiame atvejuje operacijos metu buvo priimtas sprendimas taikyti IABK bei trumpalaikius abipus skilvelius asistuojančius prietaisus Levitronix CentriMag, siekiant užtikrinti pakankamą tiek kairiojo, tiek dešiniojo skilvelio funkcijas.

Nors statistinių duomenų, kaip dažnai Levitronix CentriMag sistema naudojama Lietuvoje, nėra, kitų Europos šalių pavyzdžiai rodo, kad šios sistemos taikymas ne kasdienė intervencija. ESPAMACS registro duomenimis, Ispanijoje vidutiniškai per metus implantuojami 35 Levitronix CentriMag prietaisai (37).

Pagal tarptautines rekomendacijas, Levitronix CentriMag ir IABK sistemos gali būti naudojamos iki 30 dienų. Pateiktame atvejuje prietaisai širdies funkciją užtikrino 23 dienas. Iš pradžių MKPP taikytos tikslu kaip „tiltas į pasveikimą“, siekiant užtikrinti stabilią hemodinamiką

ir suteikti laiko atsikurti širdies raumens funkcijai. Tačiau sunkėjant paciento būklei gydymo eigoje MKPP taikymo tikslas keitėsi kaip „tiltas į transplantaciją“. Pacientai su BiVAD vidutiniškai širdies transplantacijos sulaukia per 6 mėnesius (16).

Chicano-Corrales ir kt. (2023) atlikta studija Levitronix CentriMag sistemą taikė kaip „tiltą į širdies transplantaciją“. Tyrime analizuoti pacientai su skirtingu mobilumu lygiu. Rezultatai neparodė statistiškai reikšmingo skirtumo tarp Reanimacijos ir intensyvios terapijos skyriuje praleisto laiko, išgyvenamumo 90 dienų laikotarpiu ir komplikacijų skaičiaus (37).

Mehta ir kt. (2020) studijoje Levitronix CentriMag taikytas KŠ, kurį sukėlė 38,1 % išeminių kardiomiopatijų, 30,2 % virusinių miokarditų, 12,7 % idiopatinių dilatuotų kardiomiopatijų, o kitos priežastys sudarė 19 %. Šio tyrimo duomenimis, išeminis insultas pasireiškė 13 % pacientų, IFN 46 %, bakterinė infekcija 37 %, grybelinė infekcija 24 %, kritinė limbinė išemija 10 %. Išgyvenamumas 1, 5 ir 10 metų laikotarpiu atitinkamai siekė 55 %, 46 % ir 23 %. Tokie geri rezultatai galėjo būti nulemti to, kad duomenys atspindi didžiausio Jungtinės Karalystės centro, kuriame naudojami trumpalaikiai VAD, ilgametę patirtį (63).

Aprašyto atvejo ligoniui gydymo eigoje buvo stebėtos komplikacijos, kurios būdingos ir taikant MKPP, tai apatinių galūnių trombozė, išeminis insultas, kraujavimas iš virškinamojo trakto. Pacientui dešinės *a. poplitea* bei *a. a. cruris* trombozė įvyko 5-tą dieną po koronarografijos ir ši komplikacija nebuvo susijusi su MKPP taikymu. Po širdies transplantacijos 3-ią dieną pacientui įvyko išeminis insultas dešinės pusės smilkininėje ir momeninėje skiltyse bei kairės pusės pakaušinėje skiltyje. Insultas po transplantacijos gali būti susijęs ir su iki tol naudotais MKPP. Literatūroje yra aprašytas atvejis, kai taikant biskilvelinį Levitronix CentriMag prietaisą, buvo stebėtas didelių trombų susiformavimas KS. Pacientui VAD buvo reikalinga pasireiškus dekompensuotai kardiomiopatijai ir KŠ kaip „tiltas į transplantaciją“. Iki transplantacijos rutiniuose širdies ultragarso tyrimuose trombai nebuvo stebėti. KS trombas buvo aptiktas transplantacijos metu atlikus transezofaginę echoskopiją. Buvo pašalintas BiVAD, išvalytas trombas KS ir sėkmingai implantuota širdis. Toks literatūroje aprašytas atvejis leistų teigti, kad būtent Levitronix CentriMag naudojimas gali būti priežastis, lemianti trombų susidarymą, kurie galėtų sukelti potransplatacinį išeminį insultą (64). Nors VAD, ypač su magnetiškai levituojančiomis pompomis, turi mažesnę riziką trombogeniškumui, tačiau, kaip klinikiniai atvejai parodo, pilnai neapsaugo nuo išeminių įvykių (10). Trombų formavimasis stebimas 7 %

naudojamų VAD prietaisų (64). Po transplantacijos 42 % pacientų išrinka smegenų mirtis dėl embolinio ar hemoraginio insulto, 27 % patiria dauginį organų pažeidimą (39).

Kraujavimas iš virškinamojo trakto yra viena iš dažniausių komplikacijų taikant MKPP ir gali siekti iki 10 % (10). Pateiktame klinikiniame atvejuje dėl masyvaus kraujavimo iš išopėjimų dešinėsios storosios žarnos pusėje buvo atlikta hemikolektomija.

Lopez-Vilella ir kt. (2021) analizavo komplikacijas po širdies transplantacijos pacientams, kuriems iki operacijos buvo naudojamos trumpalaikės MKPP, tokios kaip Levitronix Centrimag ir VA-EKMO. VA-EKMO pacientams dažnesnis pirminis prietaiso nepakankamumas ($p < 0,05$), bendrai turi daugiau komplikacijų, taip pat reikšmingai ilgesnį laiką jie praleidžia Reanimacijos ir intensyvios terapijos skyriuose ($p = 0,02$), šioje grupėje didesnis mirštamumas ($p = 0,03$) lyginant su Levitronix CentriMag pacientais. Tačiau statistiškai reikšmingo skirtumo dėl hospitalizacijos trukmės grupėse nestebėta (65). Kadangi MKPP naudojimas yra reikšmingai susijęs su rizika patirti komplikacijas, svarbu, kad gydytojas anksti informuotų ir edukuotų pacientą dėl sprendimų tam, kad būtų pasidalinta rizika taikant VAD (17).

Ligoninės, kuriose individualių KŠ atvejų sprendimų priėmime dalyvauja tarpdisciplininės širdies komandos, prisideda prie geresnių pacientų išiečių. Augantis MKPP panaudojimas yra susijęs su didesne gydymo centrų klinicine praktika. Ilgametę patirtį turinčių centrų tyrimai neretai pateikia geresnius rezultatus, kurie rodo MKPP pranašumą.

Europoje 12 mėnesių išgyvenamumas po nuolatinės kraujo tėkmės VAD siekia 69 %, o 48 mėnesių – 53 %. Europoje neurologinė disfunkcija yra antra pagal dažnį mirties priežastis po VAD implantacijos, dažnesnė – tik dauginis organų nepakankamumas (66). IMACS registro, kuris apima ir pacientus su Levitronix CentriMag sistema, analizė parodė, kad pacientų 12 mėnesių išgyvenamumas su LVAD siekia 81 %, o su BiVAD tik 53 % (16). Mirtį dažniausiai lemia dauginis organų nepakankamumas bei kardiovaskulinės priežastys. Retrospektyvinio Hsu ir kt. (2024) tyrimo duomenimis, po taikyto Levitronix CentriMag sistemos vienerių metų išgyvenamumas siekia 73,7 % (36).

Dažnai mokslinėse publikacijose svarstoma, kad lūkesčiai MKPP neatitinka realybės, kuri yra praktikoje. Daugumos mokslinių studijų rezultatai nenustato statistiškai reikšmingo skirtumo tarp pacientų, kuriems MKPP taikytos ir netaikytos. Tokiuose straipsniuose rezultatus stipriai lemia pacientų atranka, MKPP taikymo pradžia, jų prieinamumas skirtingose ligoninėse, netinkami atjungimo sprendimai, ilgalaikio gydymo plano eskalavimo ir deeskalavimo ypatumai

bei klinikinė patirtis (67). Įtakos rezultatams turi ir tai, kad MKPP yra svarstomos itin sunkios klinikinės būklės pacientams. Jų gydymo sprendimus priima tarpdisciplininė komanda. Dažnu atveju nesiimant intervencinių priemonių šių pacientų išieitys ir taip nebūtų geresnės. Todėl labai sudėtinga planuoti tinkamus tyrimus, kur tiriamos intervencijos grupės būtų panašios bei nebūtų pažeidžiami etiniai principai (7).

Aprašyto paciento patirtos komplikacijos yra išties invalidizuojančios bei bendrą būklę sunkinančios. Tačiau šis klinikinis pavyzdys rodo, kad laiku atpažintos, tinkamai gydytos komplikacijos ir pritaikytos MKPP KŠ valdyje gali lemti ilgą potransplantacinį išgyvenamumą, kuris siekia net 11 metų.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Mirtingumas dėl kardiogeninio šoko išlieka didelis, nepaisant turimų gydymo priemonių.
2. Kardiogeninio šoko etiologija bei pacientui pasireiškusiai klinika lemia gydymo taktikos pasirinkimą, tačiau svarbiausi aspektai sprendžiant dėl terapinių priemonių išlieka patologiją sukėlusios priežasties gydymas, hemodinamikos stabilizavimas ir bendra intensyvi terapija.
3. Šiuolaikinė medicina išsiskiria plačiu mechaninės kraujotakos palaikymo priemonių pasirinkimu.
4. Konkretų prietaisą reikėtų rinktis atsižvelgiant į numatomą kraujotakos pavadavimo trukmę, pagalbos apimtį, tikslą bei individualią paciento situaciją.
5. Reikšmingą vaidmenį mechaninės kraujotakos pavadavimo priemonių taikyme atlieka tarpdisciplininė specialistų komanda, todėl jos egzistavimas yra reikalingas centruose, kuriuose gydomi pacientai su kardiogeniniu šoku.
6. Komplikacijos, susijusios su mechaninės kraujotakos pavadavimo priemonėmis, yra būdinga gydymo dalis, todėl svarbu mokėti jas atpažinti ir gydyti, nes tai leidžia prailginti pacientų išgyvenamumą.

LITERATŪRA

1. Zhang Q, Han Y, Sun S, Zhang C, Liu H, Wang B, ir kt. Mortality in cardiogenic shock patients receiving mechanical circulatory support: a network meta-analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2022 m. gruodžio 1 d.;22(1).
2. Thiele H, Ohman EM, De Waha-Thiele S, Zeymer U, Desch S. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: An update 2019. T. 40, *European Heart Journal.* Oxford University Press; 2019. p. 2671–83.
3. Tehrani BN, Truesdell AG, Psotka MA, Rosner C, Singh R, Sinha SS, ir kt. A Standardized and Comprehensive Approach to the Management of Cardiogenic Shock. T. 8, *JACC: Heart Failure.* Elsevier Inc.; 2020. p. 879–91.
4. Lemor A, Ya'qoub L, Basir MB. Mechanical Circulatory Support in Acute Myocardial Infarction and Cardiogenic Shock. T. 10, *Interventional Cardiology Clinics.* Elsevier Inc.; 2021. p. 169–84.
5. Villablanca P, Nona P, Lemor A, Qintar M, O'Neill B, Lee J, ir kt. Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock due to Structural Heart Disease. T. 10, *Interventional Cardiology Clinics.* Elsevier Inc.; 2021. p. 221–34.
6. Baran DA, Grines CL, Bailey S, Burkhoff D, Hall SA, Henry TD, ir kt. SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock: This document was endorsed by the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), the Society of Critical Care Medicine (SCCM), and the Society of Thoracic Surgeons (STS) in April 2019. *Catheterization and Cardiovascular Interventions.* 2019 m. liepos 1 d.;94(1):29–37.
7. Jentzer JC, van Diepen S, Barsness GW, Henry TD, Menon V, Rihal CS, ir kt. Cardiogenic Shock Classification to Predict Mortality in the Cardiac Intensive Care Unit. *J Am Coll Cardiol.* 2019 m. spalio 29 d.;74(17):2117–28.
8. Obradovic D, Freund A, Feistritz HJ, Sulimov D, Loncar G, Abdel-Wahab M, ir kt. Temporary mechanical circulatory support in cardiogenic shock. T. 69, *Progress in Cardiovascular Diseases.* W.B. Saunders; 2021. p. 35–46.
9. Telukuntla KS, Estep JD. Acute Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. *Methodist DeBakey Cardiovasc J.* 2020 Jan-Mar;16(1):27-35. doi: 10.14797/mdcj-16-1-27. PMID: 32280415; PMCID: PMC7137625.
10. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Baumbach A, Böhm M, Burri H, ir kt. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. T. 42, *European Heart Journal.* Oxford University Press; 2021. p. 3599–726.
11. Shah AH, Puri R, Kalra A. Management of cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: A review. T. 42, *Clinical Cardiology.* John Wiley and Sons Inc.; 2019. p. 484–93.

12. Schrage B, Dabboura S, Yan I, Hilal R, Neumann JT, Sørensen NA, ir kt. Application of the SCAI classification in a cohort of patients with cardiogenic shock. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2020 m. rugsėjo 1 d.;96(3):E213–9.
13. Geller BJ, Sinha SS, Kapur NK, Bakitas M, Balsam LB, Chikwe J, ir kt. Escalating and De-escalating Temporary Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association. T. 146, *Circulation*. Lippincott Williams and Wilkins; 2022. p. E50–68.
14. Rab T, O'Neill W. Mechanical circulatory support for patients with cardiogenic shock. T. 29, *Trends in Cardiovascular Medicine*. Elsevier Inc.; 2019. p. 410–7.
15. Ivanova O, Atie E, Švagždienė M. KARDIOGENINIO ŠOKO GYDYMAS. *Health Sciences*. 2022 m. liepos 10 d.;32(4):62–5.
16. Kirklin JK, Cantor R, Mohacsi P, Gummert J, De By T, Hannan MM, ir kt. First Annual IMACS Report: A global International Society for Heart and Lung Transplantation Registry for Mechanical Circulatory Support. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2016 m. balandžio 1 d.;35(4):407–12.
17. Estep JD, Starling RC, Horstmanshof DA, Milano CA, Selzman CH, Shah KB, ir kt. Risk assessment and comparative effectiveness of left ventricular assist device and medical management in ambulatory heart failure patients results from the ROADMAP Study. *J Am Coll Cardiol*. 2015 m. spalio 20 d.;66(16):1747–61.
18. den Uil CA, van Mieghem NM, Bastos MB, Jewbali LS, Lenzen MJ, Engstrom AE, ir kt. Primary intra-aortic balloon support versus inotropes for decompensated heart failure and low output: A randomised trial. *EuroIntervention*. 2019 m. rugsėjo 1 d.;15(7):586–93.
19. Thiele H, Zeymer U, Thelemann N, Neumann FJ, Hausleiter J, Abdel-Wahab M, ir kt. Intraaortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock Complicating Acute Myocardial Infarction: Long-Term 6-Year Outcome of the Randomized IABP-SHOCK II Trial. *Circulation*. 2019 m. sausio 15 d.;139(3):395–403.
20. Cheng R, Tank R, Ramzy D, Azarbal B, Chung J, Esmailian F, ir kt. Clinical Outcomes of Impella Microaxial Devices Used to Salvage Cardiogenic Shock as a Bridge to Durable Circulatory Support or Cardiac Transplantation. *ASAIO Journal*. 2019 m. rugsėjo 1 d.;65(7):642–8.
21. Karami M, den Uil CA, Ouweneel DM, Scholte NTB, Engström AE, Akin S, ir kt. Mechanical circulatory support in cardiogenic shock from acute myocardial infarction: Impella CP/5.0 versus ECMO. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2020 m. kovo 1 d.;9(2):164–72.
22. Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, Fröhlich G, Bott-Flügel L, Byrne R, ir kt. 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. T. 52, *Journal of the American College of Cardiology*. 2008. p. 1584–8.

23. Henry TD, Tomey MI, Tamis-Holland JE, Thiele H, Rao S V., Menon V, ir kt. Invasive Management of Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock A Scientific Statement From the American Heart Association. T. 143, *Circulation*. Lippincott Williams and Wilkins; 2021. p. E815–29.
24. Megaly M, Gandolfo C, Zakhour S, Jiang M, Burgess K, Chetcuti S, ir kt. Utilization of TandemHeart in cardiogenic shock: Insights from the THEME registry. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*. 2023 m. kovo 1 d.;101(4):756–63.
25. Rao P, Khalpey Z, Smith R, Burkhoff D, Kociol RD. Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock and Cardiac Arrest. T. 11, *Circulation*. Heart failure. NLM (Medline); 2018. p. e004905.
26. RALI AS, HALL EJ, DIETER R, RANKA S, CIVITELLO A, BACCHETTA MD, ir kt. Left Ventricular Unloading During Extracorporeal Life Support: Current Practice. T. 28, *Journal of Cardiac Failure*. Elsevier B.V.; 2022. p. 1326–36.
27. Mariani S, Heuts S, Van Bussel BCT, Di Mauro M, Wiedemann D, Saeed D, ir kt. Patient and Management Variables Associated With Survival After Postcardiotomy Extracorporeal Membrane Oxygenation in Adults: The PELS-1 Multicenter Cohort Study. *J Am Heart Assoc*. 2023 m. liepos 18 d.;12(14).
28. Toda K, Ako J, Hirayama A, Kinugawa K, Kobayashi Y, Ono M, ir kt. Three-year experience of catheter-based micro-axial left ventricular assist device, Impella, in Japanese patients: the first interim analysis of Japan registry for percutaneous ventricular assist device (J-PVAD). *Journal of Artificial Organs*. 2023 m. kovo 1 d.;26(1):17–23.
29. Banning AS, Sabaté M, Orban M, Gracey J, López-Sobrino T, Massberg S, ir kt. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation or standard care in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: the multicentre, randomised EURO SHOCK trial. *EuroIntervention*. 2023 m.;19(6):482–92.
30. Ostadal P, Rokyta R, Karasek J, Kruger A, Vondrakova D, Janotka M, ir kt. Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Therapy of Cardiogenic Shock: Results of the ECMO-CS Randomized Clinical Trial. *Circulation*. 2023 m. vasario 7 d.;147(6):454–64.
31. Ostadal P, Rokyta R, Karasek J, Kruger A, Vondrakova D, Janotka M, ir kt. Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Therapy of Cardiogenic Shock: Results of the ECMO-CS Randomized Clinical Trial. *Circulation*. 2023 m. vasario 7 d.;147(6):454–64.
32. Joseph P, Yusuf S. Coordinating Efforts to Reduce the Global Incidence of Cardiovascular Disease. *New England Journal of Medicine*. 2023 m. spalio 5 d.;389(14):1329–31.
33. Thiele H, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Rassaf T, Mahabadi AA, ir kt. Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2023 m. spalio 5 d.;389(14):1286–97.
34. Lackermair K, Brunner S, Orban M, Peterss S, Orban M, Theiss HD, ir kt. Outcome of patients treated with extracorporeal life support in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: 1-year result from the ECLS-Shock study. *Clinical Research in Cardiology*. 2021 m. rugsėjo 1 d.;110(9):1412–20.

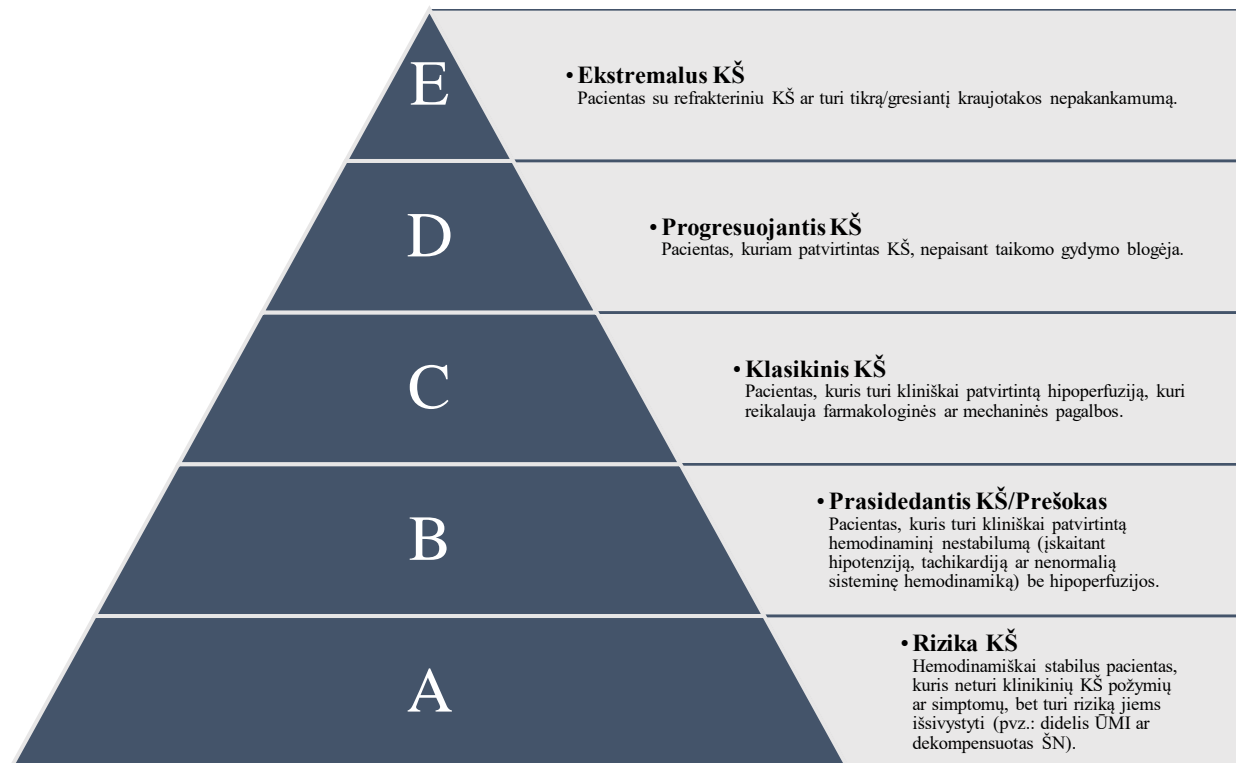
35. Thiele H, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Rassaf T, Mahabadi AA, ir kt. Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2023 m. spalio 5 d.;389(14):1286–97.
36. Hsu CY, Tzeng IS, Song JY, Tsai KT, Shen TC. Extended and Safe Support with the CentriMag® Temporary Ventricular Assist Device Implanted with Skirted-Cannula Technique. *Acta Cardiol Sin*. 2024 m. sausio 1 d.;40(1):70–6.
37. Chicano-Corrales A, Bañeras-Rius J, de Frutos F, Sánchez-Salado JC, Ariza-Solé A, Blasco-Lucas A, ir kt. Impact of mobilization in patients with short-term mechanical circulatory support such as Levitronix® CentriMag as a bridge to heart transplantation. *Enferm Intensiva*. 2023 m. sausio 1 d.;34(1):12–8.
38. Wang YH, Tsai CS, Chen JL, Tsai YT, Lin CY, Yang HY, ir kt. Efficacy of a temporary CentriMag ventricular assist device in acute fulminant myocarditis patients revived with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation. *Journal of the Formosan Medical Association*. 2022 m.;
39. Dekkers RJ, Fitzgerald DJ, Couper GS. Five-year clinical experience with Abiomed BVS 5000 as a ventricular assist device for cardiac failure. *T. 16, Perfusion*. 2001.
40. Cowger JA, Naka Y, Aaronson KD, Horstmanshof D, Gulati S, Rinde-Hoffman D, ir kt. Quality of life and functional capacity outcomes in the MOMENTUM 3 trial at 6 months: A call for new metrics for left ventricular assist device patients. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2018 m. sausio 1 d.;37(1):15–24.
41. Mehra MR, Cleveland JC, Uriel N, Cowger JA, Hall S, Horstmanshof D, ir kt. Primary results of long-term outcomes in the MOMENTUM 3 pivotal trial and continued access protocol study phase: a study of 2200 HeartMate 3 left ventricular assist device implants. *Eur J Heart Fail*. 2021 m. rugpjūčio 1 d.;23(8):1392–400.
42. Uriel N, Colombo PC, Cleveland JC, Long JW, Salerno C, Goldstein DJ, ir kt. Hemocompatibility-related outcomes in the MOMENTUM 3 trial at 6 months: A randomized controlled study of a fully magnetically levitated pump in advanced heart failure. *Circulation*. 2017 m. gegužės 23 d.;135(21):2003–12.
43. Vidula H, Takeda K, Estep JD, Silvestry SC, Milano C, Cleveland JC, ir kt. Hospitalization Patterns and Impact of a Magnetically-Levitated Left Ventricular Assist Device in the MOMENTUM 3 Trial. *JACC Heart Fail*. 2022 m. liepos 1 d.;10(7):470–81.
44. Uriel N, Milano C, Agarwal R, Lee S, Cleveland J, Goldstein D, ir kt. Incidence and clinical correlates of de-novo aortic regurgitation with a fully magnetically levitated left ventricular assist device: a MOMENTUM 3 trial portfolio analysis. *Eur J Heart Fail*. 2023 m. vasario 1 d.;25(2):286–94.
45. Kanwar MK, Rajagopal K, Itoh A, Silvestry SC, Uriel N, Cleveland JC, ir kt. Impact of left ventricular assist device implantation on mitral regurgitation: An analysis from the MOMENTUM 3 trial. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2020 m. birželio 1 d.;39(6):529–37.

46. Stevenson LW, Miller LW, Desvigne-Nickens P, Ascheim DD, Parides MK, Renlund DG, ir kt. Left ventricular assist device as destination for patients undergoing intravenous inotropic therapy: A subset analysis from REMATCH (Randomized Evaluation of Mechanical Assistance in Treatment of Chronic Heart Failure). *Circulation*. 2004 m. rugpjūčio 24 d.;110(8):975–81.
47. Rogers JG, Butler J, Lansman SL, Gass A, Portner PM, Pasque MK, ir kt. Chronic Mechanical Circulatory Support for Inotrope-Dependent Heart Failure Patients Who Are Not Transplant Candidates. Results of the INTrEPID Trial. *J Am Coll Cardiol*. 2007 m. rugpjūčio 21 d.;50(8):741–7.
48. Slaughter MS, Pagani FD, McGee EC, Birks EJ, Cotts WG, Gregoric I, ir kt. HeartWare ventricular assist system for bridge to transplant: Combined results of the bridge to transplant and continued access protocol trial. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2013 m. liepos;32(7):675–83.
49. Napp LC, Mariani S, Ruhparwar A, Schmack B, Keeble TR, Reitan O, ir kt. First-in-Man Use of the Percutaneous 10F Reitan Catheter Pump for Cardiorenal Syndrome. *ASAIO Journal*. 2022 m. birželio 1 d.;68(6):E99–101.
50. Bastos MB, McConkey H, Malkin O, den Uil C, Daemen J, Patterson T, ir kt. Effect of Next Generation Pulsatile Mechanical Circulatory Support on Cardiac Mechanics: The PULSE Trial. *Cardiovascular Revascularization Medicine*. 2022 m. rugsėjo 1 d.;42:133–42.
51. Meuwese CL, Ramjankhan FZ, Braithwaite SA, De Jonge N, De Jong M, Buijsrogge MP, ir kt. Extracorporeal life support in cardiogenic shock: Indications and management in current practice. T. 26, *Netherlands Heart Journal*. Bohn Stafleu van Loghum; 2018. p. 58–66.
52. Pappalardo F, Scandroglio AM, Latib A. Full percutaneous biventricular support with two Impella pumps: the Bi-Pella approach. *ESC Heart Fail*. 2018 m. birželio 1 d.;5(3):368–71.
53. Saeed O, Colombo PC, Mehra MR, Uriel N, Goldstein DJ, Cleveland J, ir kt. Effect of aspirin dose on hemocompatibility-related outcomes with a magnetically levitated left ventricular assist device: An analysis from the MOMENTUM 3 study. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2020 m. birželio 1 d.;39(6):518–25.
54. Cho SM, Starling RC, Teuteberg J, Rogers J, Pagani F, Shah P, ir kt. Understanding risk factors and predictors for stroke subtypes in the ENDURANCE trials. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2020 m. liepos 1 d.;39(7):639–47.
55. Mehra MR, Netuka I, Uriel N, Katz JN, Pagani FD, Jorde UP, ir kt. Aspirin and Hemocompatibility Events With a Left Ventricular Assist Device in Advanced Heart Failure: The ARIES-HM3 Randomized Clinical Trial. *JAMA* [Prieiga per internetą]. 2023 m. gruodžio 12 d.;330(22):2171–81. Adresas: <https://doi.org/10.1001/jama.2023.23204>
56. Patel CB, Blue L, Cagliostro B, Bailey SH, Entwistle JW, John R, ir kt. Left ventricular assist systems and infection-related outcomes: A comprehensive analysis of the MOMENTUM 3 trial. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2020 m. rugpjūčio 1 d.;39(8):774–81.

57. Karatolios K, Chatzis G, Markus B, Luesebrink U, Ahrens H, Divchev D, ir kt. Comparison of mechanical circulatory support with venoarterial extracorporeal membrane oxygenation or Impella for patients with cardiogenic shock: a propensity-matched analysis. *Clinical Research in Cardiology*. 2021 m. rugsėjo 1 d.;110(9):1404–11.
58. Colombo PC, Mehra MR, Goldstein DJ, Estep JD, Salerno C, Jorde UP, ir kt. Comprehensive Analysis of Stroke in the Long-Term Cohort of the MOMENTUM 3 Study: A Randomized Controlled Trial of the HeartMate 3 Versus the HeartMate II Cardiac Pump. *Circulation*. 2019 m. sausio 8 d.;139(2):155–68.
59. Kanwar MK, PAGANI FD, MEHRA MR, ESTEP JD, PINNEY SP, SILVESTRY SC, ir kt. Center Variability in Patient Outcomes Following HeartMate 3 Implantation: An Analysis of the MOMENTUM 3 Trial. *J Card Fail*. 2022 m. liepos 1 d.;28(7):1158–68.
60. Tehrani B, Truesdell A, Singh R, Murphy C, Saulino P. Implementation of a cardiogenic shock team and clinical outcomes (INOVA-SHOCK Registry): Observational and retrospective study. *JMIR Res Protoc*. 2018 m. birželio 1 d.;7(6).
61. Chioncel O, Parissis J, Mebazaa A, Thiele H, Desch S, Bauersachs J, ir kt. Epidemiology, pathophysiology and contemporary management of cardiogenic shock – a position statement from the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2020 m. rugpjūčio 1 d.;22(8):1315–41.
62. Corujo Rodriguez A, Richter E, Ibekwe SO, Shah T, Faloye AO. Postcardiotomy Shock Syndrome: A Narrative Review of Perioperative Diagnosis and Management. T. 37, *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. W.B. Saunders; 2023. p. 2621–33.
63. Mehta V, Venkateswaran R V. Outcome of CentriMag™ extracorporeal mechanical circulatory support use in critical cardiogenic shock (INTERMACS 1) patients. Adresas: <https://doi.org/10.1007/s12055-020-01060-6>
64. Lin JY, Tsai CS, Hsu PS. Huge thrombus formation in the left ventricle during bilateral CentriMag ventricular assist device with successful bridging to heart transplantation: a case report and review of the literature. *Journal of Artificial Organs*. 2021 m. birželio 1 d.;24(2):273–6.
65. López-Vilella R, Sánchez-Lázaro I, Moncho AP, Esteban FP, Guillén MP, Jáuregui IZ, ir kt. Complications After Heart Transplantation According to the Type of Pretransplant Circulatory/Ventricular Support. *Transplant Proc*. 2021 m. lapkričio 1 d.;53(9):2739–42.
66. Mirza KK, Xie R, Cowger J, Kirklin JK, Meyns B, Gustafsson F, ir kt. Comparative analysis of regional outcomes and adverse events after continuous-flow left ventricular assist device implantation: An IMACS analysis. *Journal of Heart and Lung Transplantation*. 2020 m. rugsėjo 1 d.;39(9):904–14.
67. Kim DH. Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock: Shock Team or Bust? T. 36, *Canadian Journal of Cardiology*. Elsevier Inc.; 2020. p. 197–204.

PRIEDAI

1 lentelė. Kardiovaskulinės angiografijos ir intervencijų draugijos (angl. *Society for Cardiovascular Angiography and Interventions* (SCAI)) klasifikacija.



KŠ – kardiogeninis šokas, *ŪMI* – ūminis miokardo infarktas, *ŠN* – širdies nepakankamumas.

2 lentelė. Mechaninių kraujotakos palaikymo priemonių taikymo tikslai.

„Tiltas į pasveikimą“	Trumpalaikės ir ilgalaikė MKPP taikomos išlaikyti pacientą gyvą iki tol, kol širdies funkcija atsistatys ir nebebus MKPP poreikio.
„Tiltas į sprendimą/tiltas į tiltą“	Trumpalaikės MKPP taikomos pacientams iki tol, kol: <ul style="list-style-type: none"> • stabilizuojama hemodinamika ir/ar gyvybiškai svarbių organų perfuzija; • panaikinamos kontraindikacijos taikyti ilgalaikes MKPP;

	<ul style="list-style-type: none"> • įvertinamos papildomos terapijos galimybės, įskaitant ilgalaikių MKPP naudojimą ar širdies transplantaciją.
„Tiltas į kandidatavimą“	MKPP taikomos pagerinti gyvybiškai svarbių organų funkciją ir/ar netinkamus pacientus paversti tinkamais širdies transplantacijai.
„Tiltas į galutinę terapiją“	Ilgalaikės MKPP taikomos pacientams su galutiniu širdies nepakankamumu, kurie nėra tinkami širdies transplantacijai.
„Tiltas į transplantaciją“	MKPP taikomos išlaikyti pacientą, kuris turi didelę riziką mirti, gyvą iki tol, kol jis sulauks širdies transplantacijos.

MKPP – mechaninės kraujotakos palaikymo priemonės

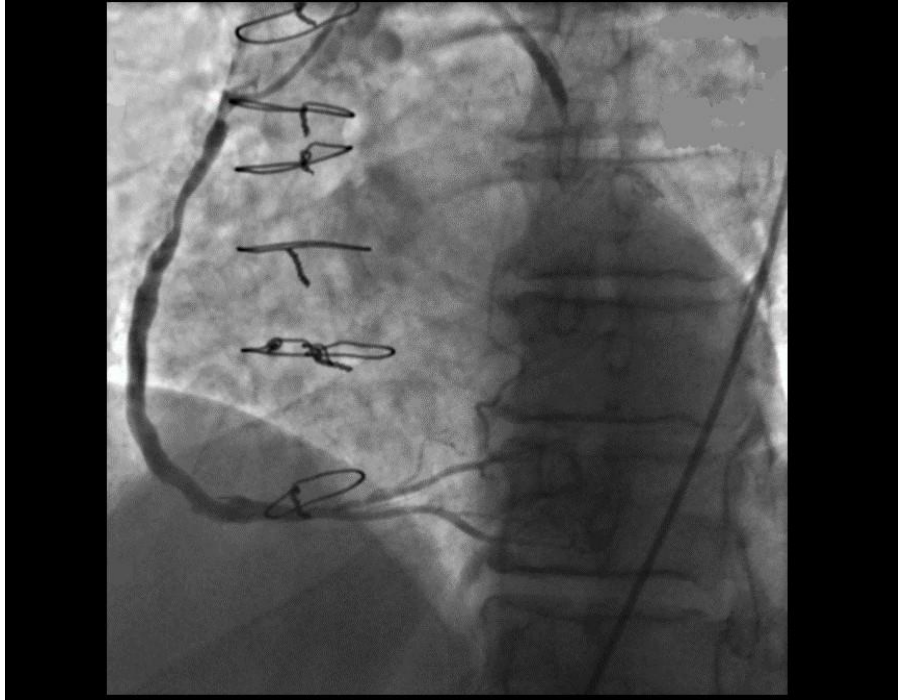
3 lentelė. INTERMACS (angl. *The Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support*) profiliai.

Profilis	Apibūdinimas	Intervencijos taikymo rėmai
1. Kritinis kardiogeninis šokas.	Pacientai su gyvybei grėsminga hipotenzija, nepaisant gydymo intraveniniais inotropais, kritine organų hipoperfuzija, kurią rodo didėjanti acidozė ir/ar laktato kiekis.	Intervencija reikalinga per kelias valandas.
2. Laipsniškai blogėjantys.	Pacientai su blogėjančia gyvybiškai svarbių organų funkcija, nepaisant gydymo intraveniniais inotropais.	Intervencija reikalinga per kelias dienas.
3. Stabilūs, bet nuo inotropų priklausomi.	Pacientai su stabiliu arteriniu kraujo spaudimu, gyvybiškai svarbių organų funkcija, bet priklausomi nuo gydymo intraveniniais inotropais (ar laikinų kraujotakos palaikymo priemonių).	Intervencija reikalinga per nustatytą savaitių periodą ar kelis mėnesius.

4. Su simptomais ramybėje taikant peroralinį gydymą namie.	Pacientai, kurie turi simptomus ramybėje kasdien ar kasdienėje veikloje. Gydomi didelėmis dozėmis diuretikų.	Intervencija reikalinga per nustatytą savaičių periodą ar kelis mėnesius.
5. Netoleruojantys krūvio.	Ramybės ir kasdienių veiklų metu būklė gera, tačiau negali dalyvauti kitose veiklose, todėl yra priklausomi nuo gyvenimo namuose.	Intervencijos skubumas varijuoja, priklauso nuo mitybos palaikymo, organų funkcijos bei aktyvumo.
6. Riboto krūvio.	Pacientai, kurie pavargsta nuo reikšmingos veiklos per kelias minutes.	Intervencijos skubumas varijuoja, priklauso nuo mitybos palaikymo, organų funkcijos bei aktyvumo.
7. Su pažengusios NYHA klasės III simptomais.	Pacientai, kurie gali dalyvauti reikšmingose veiklose, bet ribojantys lengvą krūvį.	Širdies transplantacija ar MKPP nėra indikuotini.



1 paveikslas. Koronarografijos vaizdas: matoma šunto *r. circumflexus* stenozė 80 %. Natyvinės *r. circumflexus*, *r. intraventricularis anterior* bei jos šuntas nesipildo kontrastine medžiaga.



2 paveikslas. Koronarografijos vaizdas: matoma šunto *a. coronaria dextra* 90 % stenozi.

Natyvinės *a. coronaria dextra* okliuzija.

VšĮ Vilniaus universiteto Santaros klinikų leidimas aprašyti klinikinį atvejį mokslo tiriamaisiais tikslais.

ORIGINALAS NEBUS STUNČIAMAS



VIEŠOJI ĮSTAIGA
VILNIAUS UNIVERSITETO LIGONINĖ
SANTAROS KLINIKOS

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto
Dekanui prof. D. Jatužiui
mf@mf.vu.lt

2024-05-02 Nr. SR-3088
| 2024-04-30 Nr. GR-4141

ema.abelkyte@mf.stud.vu.lt

DĖL MOKSLINIO TYRIMO

VšĮ Vilniaus universiteto ligoninės Santaros klinikos sutinka, kad Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto VI kurso medicinos studijų programos studentė **Ema Abelkytė** rengdama mokslinį darbą „Kardiogeninis šokas: Kada naudoti pagalbinius prietaisus? / Cardiogenic Shock: When to Use Assist Device?“ būtų naudojami nuasmeninti prašyme pateikto paciento duomenys. Už studentei teikiamų duomenų apimtį ir konfidencialumo užtikrinimą atsakingas darbo vadovas P. Šerpytis.
Konfidencialios informacijos naudojimas turi būti užtikrintas.

Direktorė valdymui

Jolita Jakutienė

M. Skardžiūtė mingaile.skardziute@santa.lt