



Kombinirana perkutana mehanska podpora pri kardiogenem šoku – prikaz dveh bolnikov

Combined percutaneous circulatory support in cardiogenic shock – two case reports

Peter Radšel,^{1,2} Miša Fister,² Milica Lukić,¹ Robert Novak,³ Tomaž Goslar,² Igor Mark,¹ Marko Noč²

Izvleček

Kardiogeni šok nastane, ker srce ne uspe zagotoviti zadostnega pretoka za ustrezno prekrvitev tarčnih organov. Za preživetje bolnika je ključnega pomena čimprejšnje vzročno zdravljenje, z začasno mehansko podporo pa v bistvu »kupujemo« čas do ponovnega zadostnega delovanja srca ali do možnosti naprednih oblik zdravljenja. Poznamo različne oblike perkutane mehanske podpore, in sicer od najbolj preproste aortne balonske črpalke (IABP) do arteriovenskega izventlesnega krvnega obtoka (VA ECMO) in črpalke za levi prekat (Impella CP). Opisane metode, ki nudijo različno stopnjo podpore krvnemu obtoku, med seboj lahko tudi kombiniramo. Na Kliničnem oddelku za intenzivno interno medicino (KOIIM) Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana smo na podlagi pomembnih mednarodnih raziskav in lastnih kliničnih izkušenj postopno razvili algoritem za uporabo perkutane mehanske podpore krvnemu obtoku, katerega praktično uporabo prikazujemo na primeru 2 bolnikov.

Abstract

Cardiogenic shock occurs when the heart fails to provide sufficient perfusion of the organs. The cause of cardiogenic shock should be treated as soon as possible. Temporary mechanical circulatory support can help gain time to recovery of the heart or provide a bridge to permanent circulatory support or heart transplantation. Percutaneous mechanical support varies from the simplest aortic balloon pump (IABP) to arteriovenous extracorporeal circulation (VA ECMO) and left ventricular pump (Impella CP). The described methods which offer different levels of blood circulation support, can also be combined with each other. At the Clinical Department of Intensive Internal Medicine (KOIIM) of the University Clinical Center Ljubljana, based on important international research and our own clinical experience, we have gradually developed an algorithm for the use of percutaneous circulatory mechanical support. The practical application is demonstrated on the case of two patients.

¹ Klinični oddelek za intenzivno interno medicino, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

² Katedra za interno medicino, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenija

³ Klinični oddelek za kardiovaskularno kirurgijo, Univerzitetni klinični center Ljubljana, Ljubljana, Slovenija

Korespondenca / Correspondence: Marko Noč, e: marko.noc@mf.uni-lj.si

Ključne besede: kardiogeni šok; Impella; arteriovenski zunajtelesni krvni obtok (VA ECMO); akutni miokardni infarkt; miokarditis

Keywords: cardiogenic shock; Impella; veno arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA ECMO); acute myocardial infarction; myocarditis

Prispelo / Received: 29. 7. 2024 | **Sprejeto / Accepted:** 30. 1. 2025

Citirajte kot/Cite as: Radšel P, Fister M, Lukić M, Novak R, Goslar T, Mark I, et al. Kombinirana perkutana mehanska podpora pri kardiogenem šoku – prikaz dveh bolnikov. Zdrav Vestn. 2025;94(3–4):88–94. DOI: <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3565>



Avtorske pravice (c) 2025 Zdravniški Vestnik. To delo je licencirano pod Creative Commons Priznanje avtorstva-Nekomercialno 4.0 mednarodno licenco.

1 Uvod

Kardiogeni šok nastane, ker srce ne uspe zagotoviti zadostnega pretoka za ustrezno prekrvitev tarčnih organov. Preživetje bolnika je odvisno od stopnje kardiogenega šoka, ki jo najlažje opredelimo po klasifikaciji Ameriškega združenja za interventno kardiologijo (SCAI) (1), kar prikazuje **Tabela 1**. Bolnišnična smrtnost začetnih stopenj (SCAI A-C) znaša do 20 %, pri napredovalih stopnjah (SCAI D-E) pa 40–70 %. Za preživetje bolnika je odločilnega pomena čimprejšnje vzročno zdravljenje. Z začasno hemodinamsko podporo pa dejansko »kupujemo« čas bodisi do spontanega ponovnega zadostnega delovanja srca, če vzrok preneha, ali pa do možnosti začetka naprednih oblik zdravljenja, kot sta presaditev srca in dolgotrajna mehanska podpora.

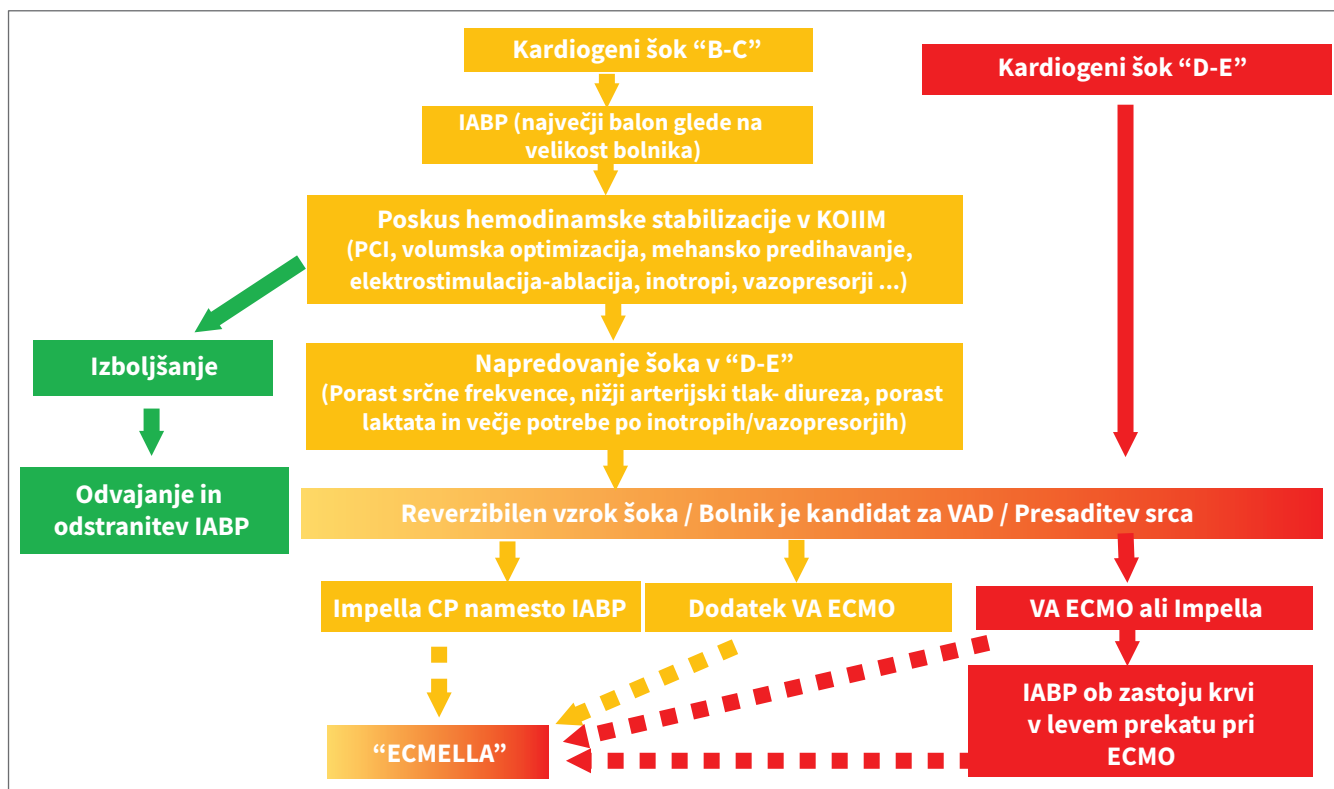
Najpreprostejša oblika, a tudi najmanj učinkovita oblika perkutane mehanske podpore, je pomoč aortne balonske črpalke (IABP), za katero pa sta pogoj nujna spontana srčna aktivnost in zadostno delovanje desnega prekata. Raziskave kažejo, da pri bolnikih s kardiogenim šokom zaradi akutnega koronarnega sindroma (AKS) samo hemodinamska podpora z IABP ne izboljša preživetja (2), medtem ko je pri šokiranih bolnikih zaradi terminalne srčne bolezni verjetno vendarle koristna (3). Za razliko od IABP pa arteriovenski izventlesni krvni obtok (VA ECMO) nudi aktivno podporo, ki lahko popolnoma nadomesti delovanje tako levega kot desnega prekata. Žal zaradi nefiziološkega retrogradnega pretoka v aorti ob kritično oslABLJENI funkciji levega prekata lahko pride do zastajanja krvi v levih

srčnih votlinah, katerega posledica je pljučna kongestija in edem z moteno pljučno oksigenacijo. Zaradi zastoja krvi se lahko v skrajnem primeru razvije tudi usodna tromboza levega srca in ascendentne aorte. Nedavno objavljena randomizirana raziskava »ECLS SHOCK«, v kateri je sodeloval tudi naš oddelek, ni pokazala boljšega 30-dnevnega preživetja pri kardiogenem šoku zaradi AKS ob rutinski uporabi VA ECMO (4). Dodatna možnost aktivne perkutane mehanske podpore pa je lahko črpalčka za levi prekat (Impella CP), ki črpa kri iz levega prekata v ascendentno aorto in tako pomembno okrepi spontani minutni srčni iztis ter prepreči zastajanje krvi v levem srcu in v pljučnem krvnem obtoku. Za razliko od VA ECMO je za nemoteno delovanje metode Impella CP potrebno zadostno delovanje desnega prekata. Leta 2024 objavljena randomizirana raziskava »DANGER« je pokazala, da Impella CP pomembno zmanjša umrljivost v podskupini bolnikov s kardiogenim šokom in miokardnim infarktom z dvigom ST (STEMI), a brez daljšega srčnega zastoja, poinfarktne mehanične okvare ali odpovedi desnega srca (5).

Opisane perkutane metode mehanske podpore, ki jih imamo na voljo tudi na Kliničnem oddelku za intenzivno interno medicino (KOIIM) Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana, se med seboj ne izključujejo in jih lahko kombiniramo. IABP smo prvič uporabili že v letu 1982, VA ECMO smo uvedli leta 2010 (6-7), v letu 2023 pa smo omenjenima metodama kot prvi v Sloveniji dodali še metodo Impella CP. Na podlagi odmevnih mednarodnih raziskav in lastnih kliničnih

Tabela 1: Stopnje šoka, povzeto po klasifikaciji Ameriškega združenja za interventno kardiologijo (klasifikacija SCAI) (1).

Stopnja šoka po klasifikaciji SCAI	Opis
A (ogroženi bolniki, <i>angl.</i> at risk)	Hemodinamsko stabilen bolnik, brez simptomov ali znakov kardiogenega šoka, z visokim tveganjem za razvoj šoka (npr. obsežen akutni miokardni infarkt, dekompenzacija srčnega popuščanja).
B (začetni šok, <i>angl.</i> beginning)	Bolnik s kliničnimi znaki hemodinamske nestabilnosti (hipotenzija, tahikardija), brez hipoperfuzije.
C (klasičen šok, <i>angl.</i> classic)	Klinični znaki hipoperfuzije, ponavadi hipotenzija, bolnik potrebuje farmakološko ali mehansko podporo.
D (slabšanje, <i>angl.</i> deteriorating)	Bolnik, ki se mu stanje slabša kljub stopnjevanju terapije.
E (ekstremen, <i>angl.</i> extremis)	Refraktaren šok, dejanski oz. bližajoč se kolaps obtočil.



Slika 1: Strategija perkutane mehanske podpore pri kardiogenem šoku na Kliničnem oddelku za intenzivno interno medicino Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana glede na stopnjo hemodinamske prizadetosti po klasifikaciji Ameriškega združenja za interventno kardiologijo (SCAI A-E).

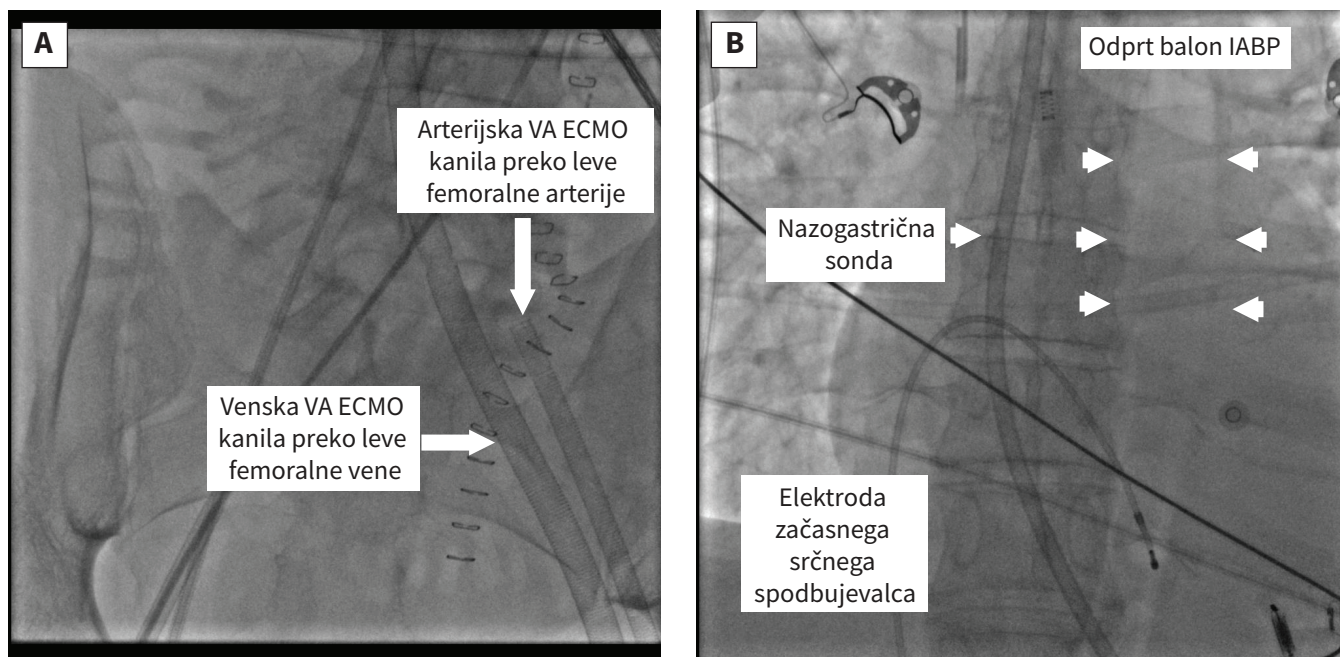
Legenda: IABP – aortna balonska črpalka; PCI – perkutana koronarna intervencija; VA ECMO – Venoarterijski zunajtelesni krvni obtok; ECMELLA – sočasna uporaba venoarterijskega zunajtelesnega krvnega obtoka in Impella CP.

izkušenj smo postopoma razvili tudi algoritem za uporabo teh metod (Slika 1), katerega praktično uporabo bomo v nadaljevanju prikazali na primeru 2 bolnikov.

2 Bolnik 1

49-letni bolnik je leta 2004 prebolel STEMI v povirju leve descendente koronarne arterije (LAD) in bil zdravljen s primarno perkutano koronarno intervencijo (PPCI). V septembru 2023 je ponovno utrpel zunaj bolnišnice STEMI s srčnim zastojem zaradi zelo pozne tromboze stenta v LAD in bil ponovno zdravljen s PPCI. Takrat so ugotovili trombofilijo zaradi pomankanja faktorja V Leiden. Kljub ustreznemu antiagregacijskemu zdravljenju je le dan po odpustu iz bolnišnice nastopila ponovna tromboza stenta in že tretja akutna okluzija LAD. Kljub pravočasni ponovni PPCI se je pričakovano razvila črpalna odpoved levega prekata z iztisnim deležem okoli 15 %, funkcija desnega prekata pa se je ohranila. Potrebna je bila inotropna podpora z dobutaminom in levosimendanom, vazopresivnimi zdravili in neivazivno mehansko predihavanje. V naslednjih dneh

je prišlo do dodatnega poslabšanja ob paroksizmičnih atrijske fibrilacije in asistolnih pavzah, kar je poglobilo kardiogeni šok (faza SCAI D-E). Potrebno je bilo intubiranje, umetno predihavanje, začasna elektrostimulacija in perkutana vstavitve VA ECMO. Zaradi obsežne in nepovratne ishemične nekroze levega prekata po 3 STEMI v povirju LAD smo ocenili, da se iztisni delež ne bo več popravil ter da je bolnik kandidat za transplantacijo srca ali trajno mehansko podporo (LVAD). Po prehodni hemodinamski stabilizaciji ob VA ECMO je prišlo do progresivne dilatacije levega prekata in slabšega odpiranja aortne zaklopke, zaradi česar smo mu, da bi razbremenili levi prekat in omogočili boljše odpiranje aortne zaklopke, dodatno vstavili še IABP (Slika 2). Hkrati se je razvila še gangrena ileuma, cekuma in ascendentnega kolona, ki je terjala kirurško resekcijo, ob tem pa še akutna odpoved ledvic s potrebo po hemodializi. Zaradi ponavljajočih se obstojnih prekatnih tahikardij s frekvenco do 200/min in prekatnih fibrilacij, ki jih nismo uspeli ustaviti z antiaritmično terapijo, smo opravili tudi blokado stelatnih ganglijev. Poskus razbremenitve levega prekata z IABP ni uspel. Levi prekat se je še naprej širil,



Slika 2: Sočasna uporaba venoarterijskega zunajtelesnega krvnega obtoka (VA ECMO) (A) in aortne balonske črpalke (IABP) (B), ki služi volumski razbremenitvi levega srca ob retrogradnem pretoku krvi v aorti.

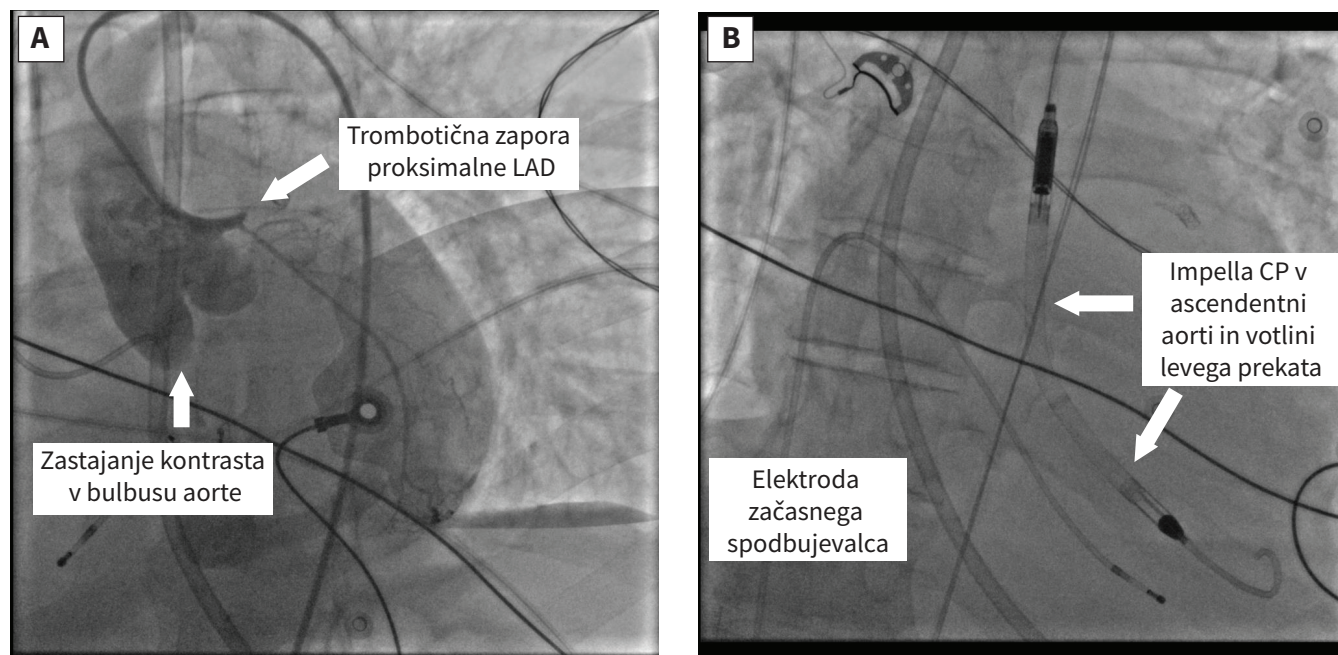
Vir: arhiv slikovne dokumentacije bolnika.

ob tem pa je bil pri UZ preiskavi viden spontani kontrast v levem preddvoru in levem prekatu. Razvila se je tudi pljučna kongestija z začetnim alveolnim pljučnim edemom. Opravili smo kontrastno slikanje aorte, ki je ob retrogradnem pretoku VA ECMO pokazalo praktično popolno mirovanje aortne zaklopke (Slika 3A). Ohranili smo VA ECMO, IABP pa odstranili in preko istega femoralnega arterijskega pristopa z namenom razbremeniti levi prekat in povečati anterogradni minutni srčni pretok vstavili Impello CP (Slika 3B). Na ta način smo dosegli konfiguracijo »ECMELLA«. Hemodinamski učinek je bil sprva ugoden in srednji arterijski tlak, ki je ponovno postal pulzativen, je porastel na okoli 60 mm Hg, votlina levega prekata se je pomembno zmanjšala, izginil pa je tudi spontani kontrast v levih srčnih votlinah. Žal je v naslednjih urah prišlo do ishemije spodnjih udov, zaradi česar smo opravili poskus embolektomije in vstavili distalno perfuzijo. Kljub temu se je razvil kompartment sindrom, ki je dodatno zahteval še fasciotomijo goleni in stegna. Poglobljala se je tudi znotrajžilna hipovolemija in odpoved desnega prekata, zaradi česar VA ECMO in Impella CP nista več ustvarjala želenega pretoka krvi. Bolnika smo tako v fazi nepovratnega šoka izgubili.

3 Bolnik 2

Gre za 37-letnega priložnostnega uživalca alkohola,

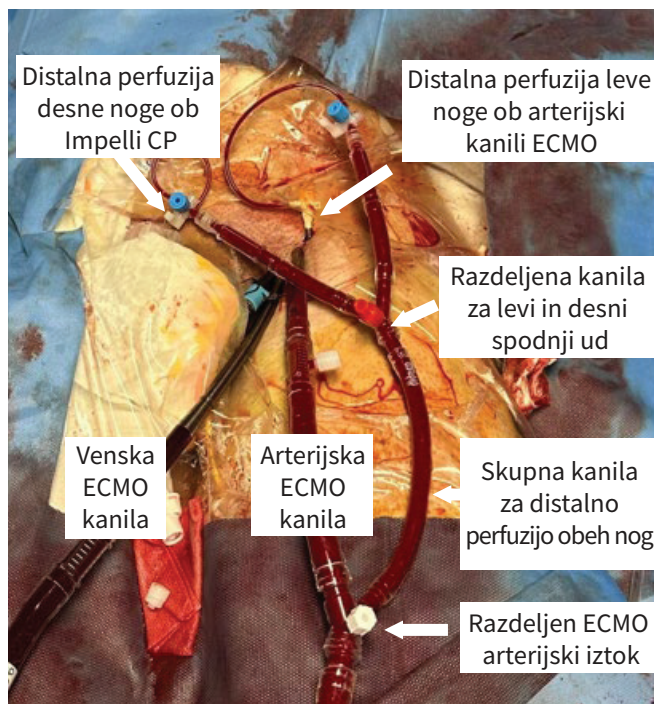
konoplje in kokaina z občasnimi samomorilnimi nameni, ki je bil zaradi tega že obravnavan pri psihiatru in naj bi jemal sertralin. Zbolel je dokaj nenadno teden dni pred sprejemom s telesno temperaturo do 39,3 C in nesrbečim izpuščajem po celotnem telesu, ki se je nato še zagnojil. Ob sprejemu na naš oddelek je bil v kardiogenem šoku z arterijskim laktatom 8,74 mmol/L, vrednost troponina T pa je znašala 10.005 ng/L. Urgentna ultrazvočna preiskava srca je pokazala normalno velika prekata z globalno močno oslABLJENO sistolno funkcijo levega prekata z iztisnim deležem okoli 20 % in z zmerno oslABLJENO sistolično funkcijo desnega prekata ter z 1–2 cm široko perikardialno špranjo brez vtočnih motenj. Uvedli smo podporo z dobutaminom, noradrenalinom in neinvazivnim predihavanjem, ter naslednji dan zaradi nezadostne hemodinamske podpore vstavili še IABP in opravili koronarografijo. Ta po pričakovanju ni pokazala koronarne bolezni. Zaradi slabšanja hemodinamskega stanja (SCAI D) je bilo nato potrebno intubiranje in umetno predihavanje. Ker se je delovanje levega prekata še dodatno slabšalo, smo opravili biopsijo levega prekata skozi pretin in uvedli Swan-Ganzov kateter, s katerim smo potrdili postkapilarno pljučno hipertenzijo (desni atrij 15 mm Hg, pljučna arterija 35/25 mm Hg, pljučni zagozditveni tlak 25 mm Hg). Povečan polnilni tlak za levi prekat (25 mm Hg) smo potrdili tudi z neposredno meritvijo preko katetra



Slika 3: Zastajanje kontrasta v začetnem delu aorte ob mirovanju zaklopke zaradi popolne črpalne odpovedi levega prekata, do katere je prišlo ob obsežni nepovratni ishemični nekrozi sprednje stene zaradi večkratne akutne zapore leve descendente arterije (LAD) (A). Za volumsko razbremenitev levega srca in povečanje anterogradnega pretoka v aorti smo uporabili Impello CP (B).

Vir: arhiv slikovne dokumentacije bolnika.

»pigtail«. Na podlagi teh meritev smo odstranili IABP in preko istega femoralnega arterijskega pristopa (s tem smo se izognili tveganju za žilne zaplete pri ponovni arterijski punkciji) uvedli Impello CP. Kljub temu, da smo lahko takoj znižali vazopresijsko podporo, je v naslednjih urah prišlo do dodatnega poslabšanja delovanja desnega prekata. Zato smo v levo femoralno vstavili še VA ECMO in ponovno prišli do konfiguracije »ECMELLA«. Ob zmanjšanem perfuzijskem tlaku in prisotnosti velikih katetrov/kanil v femoralnih arterijah je prišlo do kritične ishemije obeh spodnjih udov. Zato smo dodatno opravili distalno perfuzijo obeh udov preko arterijskega dela VA ECMO (Slika 4). Ob opisani podpori se je bolnik hemodinamsko stabiliziral, prav tako pa je izzvenela ishemija spodnjih udov. Ker je izvid kožne biopsije izpuščajev govoril za sindrom Steven-Johnson, sprožen z zdravili, biopsija miokarda pa za limfohistiocitni toksični miokarditis, smo pričeli zdravljenje z metilprednizolonom in imunoglobulini. Ob tem se je postopno popravljala funkcija obeh prekatov, manjšal pa se je tudi perikardialni izliv. Po 4 dneh smo lahko odstranili VA ECMO, naslednji dan pa še Impello CP ter postopno ukinili dobutamin in noradrenalin. Pri bolniku smo v naslednjih dneh uspešno prekinili tudi mehanično predihavanje; zaradi



Slika 4: Distalna perfuzija obeh spodnjih udov preko arterijskega kraka veno-arterijskega zunajtelesnega krvnega obtoka (ECMO) in anterogradno vstavljenih vodil v femoralno arterijo na mestu arterijske kanile in Impelle CP. Vir: Miša Fister, avtorica posnetka, lasten arhiv.

neoligurične akutne ledvične odpovedi pa je prehodno še vedno potreboval hemodializo. Krčljivost srca se je povsem normalizirala, vedno manj pa je bilo tudi kožnih izpuščajev. Bolnika smo 17. dan premestili na polintenzivni oddelek, od koder je bil zaradi miopatrije kritično bolnega premeščen v Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Republike Slovenije – Soča.

4 Razprava

V svojem prispevku smo prikazali praktično uporabo algoritma za perkutano mehansko podporo pri kardiogenem šoku zaradi AKS in zaradi fulminantnega miokarditisa. Pri obeh bolnikih smo kombinirali vse 3 opisane načine mehanske podpore v različnem zaporedju, ki ga je narekovala klinična ocena, hemodinamske meritve in ehokardiografija ob bolnikovi postelji. V obeh primeri smo v končni fazi prišli do kombinacije VA ECMO in Impella CP, ki je v literaturi poznana kot »ECMELLA« (8). Gre za konfiguracijo, ki poveča sistemski pretok, prepreči zastajanje krvi v levem srcu in deluje tudi ob črpalni odpovedi desnega prekata. Ker zaenkrat še ni na voljo ustreznih randomiziranih raziskav, ni jasno, ali ta kombinacija dejansko izboljša tudi preživetje. Za razliko od opisane konfiguracije »ECMELLA« pa imamo na voljo randomizirane raziskave za ločeno uporabo IABP ali VA ECMO ali Impella CP. Te kažejo, da za razliko od Impelle CP (5) pri kardiogenem šoku zaradi AKS samo podpora z IABP ali VA ECMO ne izboljša preživetja (2,4). Pri tem je potrebno poudariti, da sta randomizirani raziskavi z IABP in VA ECMO zajeli zelo heterogeno populacijo bolnikov v kardiogenem šoku, od katerih jih je >50 % imelo predhodni zastoj srca, raziskava s postopkom Impella CP pa le strogo opredeljeno manjšo skupino bolnikov s STEMI in dobrim delovanjem desnega srca, bolniki v komi po srčnem zastoju pa so bili izključeni (5). Pomembno je poudariti tudi dejstvo, da so bile te randomizirane raziskave narejene izključno pri bolnikih s kardiogenim šokom zaradi AKS, ki sicer predstavlja okoli 70 % te populacije, ne pa pri bolnikih z drugimi vzroki, med katere spada tudi fulminantni miokarditis, ki pa ga je imel naš drugi bolnik.

Pomembno je tudi poudariti, da so opisane perkutane metode mehanske podpore pri kardiogenem šoku začasne. Njihova uporaba pa je tudi povezana s številnimi možnimi zapleti, kot so krvavitve, okužbe,

možganska kap in kritična ishemija spodnjih udov. Ker pogostost teh zapletov narašča s trajanjem mehanske podpore, je odločilnega pomena, da bolnika, če ne pride do izboljšanja srčne funkcije, čimprej preusmerimo na bolj trajno obliko hemodinamske podpore, kot je kirurška oblika Impella 5.0/ LVAD-RVAD, ali pa pri njem opravimo presaditev srca. To nam ni uspelo pri našem prvem bolniku z nepovratno črpalno odpovedjo levega prekata, saj ni bilo na voljo ustreznega donorja, za vstavitve LVAD pa se srčni kirurgi zaradi obsežne poinfarktne nekroze levega prekata v akutni fazi niso odločili. Do kritične ishemije spodnjih udov je praktično takoj po vstavitvi Impella CP in VA ECMO prišlo tudi pri drugem bolniku s fulminantnim miokarditisom. Ta zaplet smo pravočasno in dokaj inovativno rešili z obojestransko distalno perfuzijo preko arterijskega dela VA ECMO in s tem preprečili razvoj kompartment sindroma, ki je nastal pri prvem bolniku.

5 Zaključek

Opisana primera bolnikov kažeta, da gre pri perkutani mehanski podpori za zelo zahtevno tehnologijo, za katero je nujno znanje in izkušnje s področja interventne in akutne kardiologije ter splošne intenzivne medicine. Prav tako je neobhodno potrebno sodelovanje zdravnikov drugih specialnosti, predvsem z oddelka za napredovalo srčno popuščanje in srčnožilno kirurgijo. Tako zdravljenje zato sodi v terciarne ustanove, ki izpolnjujejo strokovne, prostorske in kadrovske zahteve na bazi »24 ur 7 dni v tednu« in imajo zadostno letno število bolnikov ter zato že lastne klinične izkušnje.

Izjava o navzkrižju interesov

Avtorji nimamo navzkrižja interesov.

Soglasje bolnika za objavo

Bolnik, ki je preživel, se strinja z objavo članka, ki opisuje njegov primer.

Zahvala

Avtorji se zahvaljujemo vsem specialistom Univerzitetnega kliničnega centra in Medicinske fakultete Ljubljana, ki so opravili številne konziliarne posege in svetovanja, ter oddelčnim zdravnikom in medicinskim sestram/tehnikom KOIIM, ki so skrbeli za oba bolnika.

Literatura

1. Naidu SS, Baran DA, Jentzer JC, Hollenberg SM, van Diepen S, Basir MB, et al. SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update: A Review and Incorporation of Validation Studies: This statement was endorsed by the American College of Cardiology (ACC), American College of Emergency Physicians (ACEP), American Heart Association (AHA), European Society of Cardiology (ESC) Association for Acute Cardiovascular Care (ACVC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT), Society of Critical Care Medicine (SCCM), and Society of Thoracic Surgeons (STS) in December 2021. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(9):933-46. DOI: [10.1016/j.jacc.2022.01.018](https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.01.018) PMID: [35115207](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35115207/)
2. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al.; IABP-SHOCK II Trial Investigators. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2012;367(14):1287-96. DOI: [10.1056/NEJMoa1208410](https://doi.org/10.1056/NEJMoa1208410) PMID: [22920912](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22920912/)
3. den Uil CA, Van Mieghem NM, B Bastos M, Jewbali LS, Lenzen MJ, Engstrom AE, et al. Primary intra-aortic balloon support versus inotropes for decompensated heart failure and low output: a randomised trial. *EuroIntervention.* 2019;15(7):586-93. DOI: [10.4244/EIJ-D-19-00254](https://doi.org/10.4244/EIJ-D-19-00254) PMID: [31147306](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31147306/)
4. Thiele H, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Rassaf T, Mahabadi AA, et al.; ECLS-SHOCK Investigators. Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med.* 2023;389(14):1286-97. DOI: [10.1056/NEJMoa2307227](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2307227) PMID: [37634145](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37634145/)
5. Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO, Eiskjær H, Mangner N, Polzin A, et al.; DanGer Shock Investigators. Microaxial Flow Pump or Standard Care in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med.* 2024;390(15):1382-93. DOI: [10.1056/NEJMoa2312572](https://doi.org/10.1056/NEJMoa2312572) PMID: [38587239](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38587239/)
6. Goslar T, Knafelj R, Radsel P, Fister M, Golcicnik A, Steblovnik K, et al. Emergency percutaneous implantation of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in the catheterisation laboratory. *EuroIntervention.* 2016;12(12):1465-72. DOI: [10.4244/EIJ-D-15-00192](https://doi.org/10.4244/EIJ-D-15-00192) PMID: [27998838](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27998838/)
7. Radsel P, Goslar T, Bunc M, Ksela J, Gorjup V, Noc M. Emergency veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA ECMO)-supported percutaneous interventions in refractory cardiac arrest and profound cardiogenic shock. *Resuscitation.* 2021;160:150-7. DOI: [10.1016/j.resuscitation.2020.11.028](https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2020.11.028) PMID: [33309699](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33309699/)
8. Schrage B, Bernhardt A, Potapov E, Bertoldi LF, Mangner N. From escalation to weaning strategies: how to integrate the ECMELLA concept. *Eur Heart J Suppl.* 2023;25:139-43. DOI: [10.1093/eurheartjsupp/suad132](https://doi.org/10.1093/eurheartjsupp/suad132) PMID: [38093770](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38093770/)