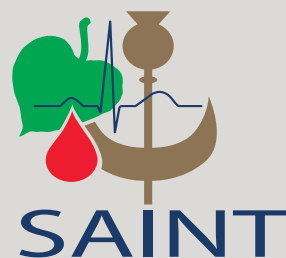




ZBORNICA ZDRAVSTVENE IN
BABIŠKE NEGE SLOVENIJE - ZVEZA
STROKOVNIH DRUŠTEV MEDICINSKIH
SESTER, BABIC IN ZDRAVSTVENIH
TEHNIKOV SLOVENIJE



**55.
STROKOVNI
SEMINAR**



**SEKUNDE
ŠTEJEJO**

**KLJUČNA VLOGA MEDICINSKIH
SESTER PRI ŽIVLJENJSKO
OGROŽAJOČIH STANJIH**

ZBORNIK PRISPEVKOV Z RECENZIJO

SEKUNDE ŠTEJEJO

Ključna vloga medicinskih sester pri življenjsko ogrožajočih stanjih

Zbornik predavanj z recenzijo, 55. strokovni seminar

Izdala in založila:

Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije – Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije

Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v anesteziologiji, intenzivni terapiji in transfuziologiji

Ob železnici 30a, 1000 Ljubljana

Za založnika:

Dragica Karadžić

Uredniki in recenzenti:

Iza Repe, Klavdija Peternelj, Anton Justin, Rudi Kočevar, Brigita Lekše Golob, Dragica Karadžić

Fotografija na naslovnici:

Dragica Karadžić

Lektoriranje:

Jelica Žalig Grce

Oblikovanje in prelom:

Barbara Kralj, Prelom, d. o. o.

Elektronska izdaja

www.zbornica-zveza.si

Kraj in leto izdaje:

Ljubljana, 2025

Avtorji odgovarjajo za strokovnost navedb, pravilno uporabo in citiranje literature v prispevkih. Vse pravice so pridržane. Prepovedano je sleherno reproduciranje, razmnoževanje, javno predvajanje, tiskanje ali kakršna koli druga oblika objavljanja strani ali izsekov tega zbornika brez pisnega dovoljenja Sekcije medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v anesteziologiji, intenzivni terapiji in transfuziologiji.

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
COBISS.SI-ID 249754627
ISBN 978-961-273-304-9 (PDF)

Predgovor

Spoštovane kolegice in kolegi,

z veseljem vam predstavljamo zbornik prispevkov strokovnega srečanja medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov s področja anesteziologije, intenzivne terapije in transfuziologije, ki letos poteka pod osrednjo temo »Sekunde štejejo: Ključna vloga medicinskih sester pri življenjsko ogrožajočih stanjih.«

V kliničnem okolju, kjer vsak trenutek šteje, medicinske sestre s svojim znanjem, izkušnjami in odločnostjo predstavljamo nepogrešljiv člen zdravstvenega tima. Naša vloga pri obravnavi kritično bolnih, izvajanju zahtevnih terapevtskih posegov ter natančnem ravnanju z zdravili je ključna – ne le za uspešnost zdravljenja, temveč tudi za zagotavljanje varnosti in kakovosti oskrbe.

Šokovna stanja predstavljajo enega največjih izzivov v urgentni in intenzivni medicini. Njihovo hitro prepoznavanje, ustrezno ukrepanje ter pravilna uporaba zdravil zahtevajo poglobljeno znanje, klinično presojanje in usklajeno ekipno delo. Vse to pa temelji na kontinuiranem strokovnem izobraževanju, ki ostaja temelj našega profesionalnega razvoja in napredka.

Zbornik, ki je pred vami, prinaša prispevke, ki osvetljujejo aktualna znanstvena in strokovna spoznanja ter praktične izkušnje s terena.

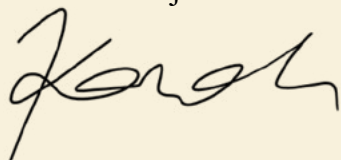
Ob tej priložnosti se iskreno zahvaljujem avtoricam in avtorjem prispevkov, ki so s svojim trudom, znanjem in predanostjo sooblikovali vsebino tega zbornika. Zahvala gre tudi programskemu odboru, ki je s svojim strokovnim pristopom načrtoval vsebinske poudarke srečanja, ter organizacijskemu odboru, ki je poskrbel, da dogodek poteka na visoki ravni in v spodbudnem vzdušju.

Vsem udeležencem srečanja želim, da v prispevkih najdete nove uvide, navdih in dodatno motivacijo za svoje delo. Naj bo to srečanje priložnost za izmenjavo znanj, izkušenj in strokovno povezovanje – vse v dobro naših pacientov in razvoja naše stroke.

S spoštovanjem.

Dragica Karadžić

Predsednica strokovne sekcije



Andreja Dreo OPEKLINSKI ŠOK – POMEN TEKOČINSKE REANIMACIJE Burns shock - The importance of fluid resuscitation	6
Timotej Erić MEHANSKA CIRKULATORNA PODPORA PRI KARDIOGENEM ŠOKU Mechanical circulatory support in cardiogenic shock	12
Anja Gantar, Metka Benigar HEMORAGIČNI ŠOK PRI PACIENTU Z DISEKCIJO AORTE Hemorrhagic shock in a patient with aortic dissection	19
Jasmina Golenko, Miloš Kuzmanović, Tea Fistić JE APLIKACIJA INFUZIJE NATRIJEVEGA KLORIDA LAHKO TVEGANA? PREDSTAVITEV KLINIČNE PRAKSE OIIM Can the application of sodium chloride infusion be risky? Presentation of ICU clinical practice	26
Magdalena Gostič VLOGA ANESTEZIJSKE MEDICINSKE SESTRE PRI PERKUTANI MENJAVI IN POPRAVI SRČNIH ZAKLOPK The role of anesthesia nurse in heart valve replacement and repair	33
Ines Haj Dahmane, Ana Založnik Kelenberger SEPTIČNI PACIENT V ENOTI INTENZIVNE TERAPIJE Septic patient in the intensive care	37
Romana Jovančević, Eva Tomelj NEVROGENI ŠOK IN NEVROGENI EDEM: RAZUMEVANJE DVEH POMEMBNIH NEVROLOŠKIH STANJ: SISTEMATIČNI PREGLED LITERATURE Neurogenic shock and neurogenic edema: understanding two important neurological conditions: A systematic literature review	44
Iztok Kovačec NUJNA STANJA V INTERVENTNI NEVRORADIOLOGIJI Emergencies in interventional neuro-radiology	54
Aleš Ladiha UVAJANJE NOVIH METOD KONTROL KAKOVOSTI PRI ODVZEMU TROMBOCITOV S CELIČNIM LOČEVALCEM Introducing of new quality control methods for platelet collection using cell separator	59
Brigita Lekše Golob OD KRVNIH KOMONENT DO VARNOSTI PACIENTOV: VLOGA HEMOVIGILANCE From blood products to patient safety: The role of haemovigilance	65

Matej Mažič PATOFIZIOLOŠKE OSNOVE ŠOKOVNIH STANJ	76
Pathophysiological mechanisms of shock states	
Špela Podpečan, Mateja Kremzer ORGANIZACIJA DELA V ČASU ŠOKOVNEGA STANJA PACIENTA	84
Organization of work during a patients state of shock	
Blaž Primožič, Silvija Proje ANAFILAKTIČNI ŠOK IN PRIKAZ PRIMERA	90
Anaphylactic shock and case presentation	
Anja Silvester, Gregor Hvalc SINDROM OB APLIKACIJI KOSTNEGA CEMENTA – REDEK, A RESEN INTRAOPERATIVNI ZAPLET	95
Bone cement implantation syndrome – A rare but serious intraoperative complication	
Miha Stražar, Alisa Lika, Anja Silvester SISTEM NADZORA NAD PREPOVEDANIMI DROGAMI – PRIMER DOBRE PRAKSE	101
Controlled substance oversight in anaesthesia – A case study	
Marija Štuhec, Ludvik Vogrinčič VLOGA DIPLOMIRANE MEDICINSKE SESTRE PRI OBRAVNAVI PACIENTA Z VSTAVLJENO INTRAORTNO BALONSKO ČRPALKO	108
The role of nurse in the management of a patient with intra-aortic balloon pump	
Tjaša Tkalec, Tina Kompara UPORABA METILENSKEGA MODRILA PRI PACIENTU S SEPTIČNIM ŠOKOM	114
The use of methylene blue in a patient with septic shock	
Pina Tratar, Barbara Grbec OBSTRUKTIVNI ŠOK - TAMPONADA SRCA PO SRČNI OPERACIJI	120
Obstructive shock - Cardiac tamponade after cardiac surgery	
Doroteja Trobec, Sandra Vilhar Pranjić OBSTRUKCIJSKI ŠOK – MAŠČOBNA EMBOLIJA	128
Obstructive shock – Fat embolism	
Zala Žirovnik, Silva Tinta KAKO TVEGANA SO ZDRAVILA Z VISOKIM TVEGANJEM?	132
How risky are high-risk medicines?	
ZAHVALE	140

OPEKLINSKI ŠOK – POMEN TEKOČINSKE REANIMACIJE

Burns shock - The importance of fluid resuscitation

Andreja Dreo, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za plastično, rekonstrukcijsko, estetsko kirurgijo in opekline

andreja.nuc@kclj.si

IZVLEČEK

Opeklinske poškodbe so posledica delovanja močne toplotne, kemične, električne energije ali sevanja, pri čemer večino predstavljajo toplotne opekline. Razvrščamo jih glede na globino in obseg prizadete površine. Obsežne opekline povzročijo sistemske spremembe, znane kot opeklinški šok, ki je kombinacija hipovolemičnega in distributivnega šoka. Namen prispevka je podrobno predstaviti patofiziološke mehanizme opeklinških poškodb ter temeljne vidike diagnostike, ocene globine in obsega opekline ter ustreznega tekočinskega zdravljenja. Cilj je osvetliti pomembnost celostnega in individualiziranega pristopa k oskrbi opeklin, ki omogoča izboljšanje kakovosti zdravstvene nege, pravočasno ukrepanje ter s tem pripomore k boljšim kliničnim izidom in zmanjšanju dolgoročnih posledic poškodb. Celostna obravnava pacienta z opeklinško poškodbo vključuje hitro diagnostiko, prilagojeno terapijo in kontinuirano spremljanje za čim boljši izid zdravljenja. Medicinske sestre imajo ključno vlogo pri spremljanju pacientov, neprestano spremljajo in beležijo njihove vitalne znake, tekočinsko bilanco in prepoznavajo zgodnje znake zapletov.

KLJUČNE BESEDE: opeklinška poškodba, ocena opeklinške rane, tekočinska bilanca, medicinska sestra

ABSTRACT

Burn injuries result from the action of intense thermal, chemical, electrical energy, or radiation, with thermal burns being the most common. Burns are classified according to their depth and the extent of the affected surface area. Extensive burns can lead to systemic changes known as burn shock, a combination of hypovolemic and distributive shock. The aim of this article is to provide a detailed overview of the pathophysiological mechanisms underlying burn injuries, as well as the essential aspects of diagnosis, assessment of burn depth and extent, and appropriate fluid resuscitation. The objective is to underscore the importance of a holistic and individualized approach to burn care, which contributes to improved quality of nursing, timely interventions, better clinical outcomes, and reduced long-term consequences of burn trauma. Comprehensive burn care involves prompt diagnosis, sensitive fluid therapy, and continuous patient monitoring to optimize treatment outcomes and reduce long-term complications. Nurses have a crucial role in monitoring patients, as they continuously recording vital signs, fluid balance, and recognise early signs of complications.

KEY WORDS: burn injury, burn assessment, fluid balance, nurse

UVOD

Opekline sodijo med najhujše poškodbe, saj lahko povzročijo obsežne sistemske odzive, vključno z izgubo tekočin, elektrolitskim neravnovesjem in šokovnim stanjem (Jeschke, 2013). Pri obsežnih opeklinah se poveča prepustnost kapilar, kar vodi v hitro izgubo plazme v intersticijski prostor. Posledično se razvije hipovolemija, zmanjša se srčni pretok, perfuzija tkiv pa postane motena, kar lahko privede do odpovedi organov in smrtnega izida, če ni pravočasnega in ustreznega zdravljenja. Zato je tekočinsko oživljanje ključni del začetne oskrbe opeklin. Njegov namen je obnovitev znotraj žilnega volumna, preprečevanje hipoperfuzije ter zagotavljanje ustrezne oksigenacije tkiv. Za uspešen potek zdravljenja sta bistvena pravilna izbira vrste in količine tekočin ter natančno spremljanje pacientovega odziva (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016). Namen prispevka je podrobno predstaviti patofiziološke mehanizme opeklinskih poškodb ter temeljne vidike diagnostike, ocene globine in obsega opekline ter ustreznega tekočinskega zdravljenja. Vloga medicinske sestre, ki kontinuirano spremlja pacienta, ocenjuje tekočinsko bilanco in prepozna morebitne zaplete, je ključnega pomena (Potter & Perry, 2017; Herndon, 2012). Cilj prispevka je osvetliti pomembnost celostnega in individualiziranega pristopa k oskrbi opeklin, ki omogoča izboljšanje kakovosti zdravstvene nege, pravočasno ukrepanje ter s tem pripomore k boljšim kliničnim izidom in zmanjšanju dolgoročnih posledic poškodb.

PATOFIZIOLOGIJA OPEKLINSKIH POŠKODB

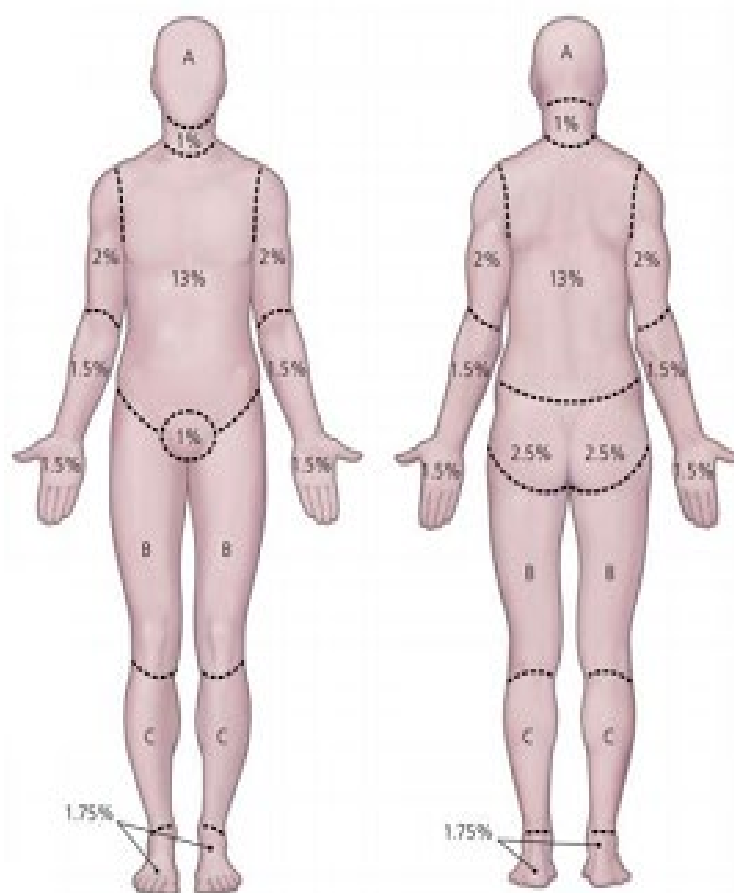
Opekline je poškodba tkiva, ki je posledica neposrednega delovanja močne toplotne, kemične ali električne energije ali sevanja (Jeschke, 2013). Vzroki opeklin so lahko ogenj, oparine, vroča snov ali vroč predmet (kontaktne opekline), kemične snovi, elektrika in sevanje (Podlesnik, 2015). Kar 80 % vseh opeklin predstavljajo toplotne opekline, ki nastanejo zaradi suhih virov, kot je ogenj ali plamen, ter mokrih virov, kot so oparine (Rowan et al., 2015).

Diagnosticiranje

Opekline razvrščamo glede na njihovo globino in obseg prizadete površine. Pri oceni resnosti opeklin pa upoštevamo tudi dodatne kriterije (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016):

- prisotnost inhalacijske poškodbe,
- prizadetost funkcionalnih delov telesa, kot so obraz, vrat, udi,
- prisotnost spremljajočih poškodb in/ali bolezni, kot so krvavitve, zlomi, poškodba hrbtenice ipd.

Pri ocenah površine opeklinske rane uporabljamo različne metode. Za hitro oceno je primerno pravilo števila 9, drugi način za oceno opeklin manjše površine je pravilo dlani, tretji način je Lund-Browderjeva shema. Sodobnejše metode pa zajemajo računalniške tehnologije (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016). Po Wallaceovem pravilu devetih odstotkov površine telesa predstavljata glava in vrat, 9 % površina zgornjega uda, 2 x 9 % površina trupa spredaj, 2 x 9 % površina trupa zadaj, 2 x 9 % površina spodnjega uda in 1 % površina spolovila in presredka. Metoda po pravilu dlani upošteva, da predstavlja dlan poškodovanega skupaj z iztegnjenimi prsti 1 % celotne telesne površine (CTP). Za natančnejšo oceno pa se uporablja Lund-Browderjeva shema s pomočjo skice (Slika 1), ki zajema tudi oceno globine opekline (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016).



Slika 1: Lund-Browderjeva shema za oceno opeklina (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016)

Globino opeklino ocenjujemo glede na barvo poškodovane kože, občutljivost prizadetega območja in prisotnost krvnega povratka. Anatomska tipologija opeklino razvršča na epidermalno, povrhnjo dermalno, globoko dermalno in subdermalno opeklinsko poškodbo (Šuput & Bunc, 2015), in sicer:

- epidermalna opeklina zajema le rdečino brez mehurjev in zmerno bolečino,
- povrhnja dermalna opeklina zajema rdečino z mehurji in hudo bolečino,
- globoka dermalna opeklina zajema opečnato ali belkasto rdečo obarvanost, slabšo občutljivost in blago bolečino,
- subdermalna opeklina zajema belkasto sivo ali rjavkasto temno obarvanost brez občutljivosti in bolečine zaradi poškodbe čutilnih teles in živčnih končičev ter odsotnost krvnega povratka zaradi poškodbe (tromboze) drobnih žilnih pletežev.

Spremljanje opeklinskih poškodb

Spremljanje opeklinskih poškodb je zelo pomembno, saj neposredno vpliva na potek zdravljenja, preprečevanje zapletov in celostno oskrbo pacienta. Spremljanje mora vključevati (Belleza, 2016):

- vitalne znake in hemodinamske parametre: centralni venski tlak, arterijski krvni tlak, srčni utrip, srednji arterijski tlak;
- oceno krvnega obtoka: barva kože, prekrvavitev in perfuzija tkiv, ki nakazujejo ustreznost reanimacije s tekočinami;
- ventilacijske parametre: spremembe dihalnih volumnov, minutnih volumnov, spontanega dihanja, izdihanega CO₂, frekvence dihanja ter pravilnega položaja dihalne cevi;
- nadzor dihalnih poti in pravočasno ukrepanje v primeru zapletov;
- spremljanje centralne telesne temperature za preprečevanje podhladitve ali hipertermije;
- merjenje izločanja urina: odrasli $\geq 0,5$ ml/kg/h; otroci ≥ 1 ml/kg/h;
- spremljanje delovanja črevesja;
- nadzor elektrolitskega ravnovesja, predvsem ravni kalija in natrija;
- ocena kislinско-bazičnega ravnovesja: preprečevanje metabolne acidoze (pH krvi $< 7,35$);
- prepoznavanje znakov krvavitve in pravočasno ukrepanje;
- splošna ocena pacientovega stanja za hitro prepoznavanje morebitnih zapletov.

OPEKLINSKI ŠOK

Obsežne opekline, ki prizadenejo več kot 15 % CTP, ne povzročijo le lokalnih poškodb, temveč tudi akutne sistemske odzive, ki jih imenujemo opeklinški šok (Rowan et al., 2015). Opeklinški šok je kombinacija hipovolemičnega in distributivnega šoka (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016), zajema pa povečano prepustnost kapilar, povečan hidrostatski tlak na ravni mikrožilnega gibanja proteinov in tekočin iz znotrajžilnega prostora v intersticijski prostor, povečan sistemski žilni upor, zmanjšan srčni iztis in hipovolemijo, ki zahteva nadomeščanje tekočin (Rowan et al., 2015).

Zaradi delovanja močne energije na kožo pride na mestu delovanja do takojšnje nepovratne okvare celic (koagulacijske nekroze), na mestu okoli delovanja pa do staze (ishemije). Na predelu staze lahko pride ob delovanju različnih dejavnikov, kot so dlje trajajoča hipoperfuzija, obsežna oteklina ali okužba, do napredovanja v nekrozo. Širjenje nekroze je mogoče preprečiti ali vsaj omiliti z vzdrževanjem ustrezne mikrocirkulacije. Na predelu staze prihaja do močne lokalne vnetne reakcije, kjer pride zaradi delovanja vnetnih dejavnikov do povečanja prepustnosti celičnih membran in kapilar v predelu opekline rane. Če površina opečene kože presega 20 % CTP, lokalna reakcija na opekline preide v sistemsko reakcijo (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016).

Zaradi povečane prepustnosti kapilar pade plazemski onkotski tlak, poveča se onkotski tlak v intersticiju, moteno je delovanje celične membrane, poveča se podajnost intersticija in okvari se limfatični sistem. Te posledice povzročijo tako oteklino na opečenih kot oddaljenih območjih (generalizirani edem). Oteklina zaradi opekline je pri manjših opeklinah največja med 6 in 8 ur po opeklini, pri obsežnih opeklinah pa med 18 in 24 urami po opeklini (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016). V nekaterih primerih lahko oteklina narašča tudi še 48 ur po opeklini, kar je pogojeno s slabim nadomeščanjem izgubljenih tekočin (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016). Hitrost infundiranja tekočine se prilagaja na uro in na podlagi fizioloških odzivov, kot je urna diureza (Rowan, et al., 2015). Integriteta kapilar se začne znova vzpostavljati med 24 in 48 ur po opeklini (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016). Spremembe v mikrocirkulaciji po opeklini povzročijo značilne hemodinamske spremembe (Fileković Ribarič & Gradišek, 2016), to so:

- izgubljanje plazme s povečano viskoznostjo krvi (hemokoncentracija),
- povečanje sistemskega perifernega upora (SVR),
- zmanjšanje srčnega minutnega volumna (MVS) in
- okrnjenost krčljivosti srčne mišice (ki je posledica delovanja tumor nekrotizirajočega faktorja alfa (TNF-alfa), ki se sprošča kot odgovor na opeklinško poškodbo.

Osnovni namen tekočinskega zdravljenja opeklin je nadomestiti izgubo znotraj žilne tekočine in vzdrževanje ustreznega utripnega volumna srca. Za nadomeščanje tekočin uporabljamo kristaloidne raztopine, in sicer Ringer Laktat, ki ga prvih 24 ur po opeklinški poškodbi dodajamo po Parklandovi formuli. Primer: pacient z 90 kg, 60 % opečene CTP:

Izračun: $4 \times 90 \text{ kg} \times 60 \% = 21600 \text{ ml}$ v 24 h (polovica = 10800 ml v prvih 8 h, druga polovica pa v naslednjih 16 h). Po prvih 24 urah se vnos tekočin prilagaja glede na diurezo in druge klinične parametre.

DISKUSIJA

Učinkovitost tekočinske reanimacije se ne ocenjuje zgolj z uporabo izračunanih formul, temveč predvsem na podlagi natančnega spremljanja kliničnih parametrov. Medicinska sestra ima pri tem osrednjo vlogo, saj je odgovorna za stalno in celovito spremljanje pacienta, kar vključuje redno beleženje vitalnih znakov, oceno tekočinske bilance ter prepoznavanje morebitnih odstopanj in zapletov. Stalni nadzor nad krvnim tlakom, srčnim utripom, dihanjem in drugimi pomembnimi parametri zahteva skrbno pozornost in takojšen odziv in prilagoditev terapije, če pride do sprememb (Potter & Perry, 2017). S tem medicinska sestra pravočasno opozori zdravnika za prilagoditev terapije in preprečevanje zapletov, kar je ključno za uspeh zdravljenja in izboljšanje izida pri opečenih (Herndon, 2012).

ZAKLJUČEK

Opeklinške poškodbe predstavljajo eno najzahtevnejših stanj v urgentni medicini, saj zahtevajo hitro in natančno obravnavo tako lokalnih kot sistemskih učinkov na telo. Pri obsežnih opeklinah se ne soočamo zgolj s poškodbo kože, temveč s kompleksnimi fiziološkimi spremembami, ki lahko ogrozijo pacientovo življenje. Ključno je, da obravnava opeklin ni zgolj tehnični proces nadomeščanja tekočin in vzdrževanja vitalnih funkcij, temveč celostni pristop, ki upošteva vsakega pacienta individualno in mu zagotavlja najboljše možnosti za okrevanje.

Medicinske sestre imajo pri tem neprecenljivo vlogo, saj so tiste, ki neprekinjeno spremljajo pacienta, skrbijo za natančno beleženje vseh pomembnih parametrov ter sodelujejo pri odločanju o prilagoditvah terapije. Njihovo delo ne vključuje le tehničnega vidika spremljanja tekočinske bilance, temveč tudi opazovanje splošnega stanja pacienta, prepoznavanje zgodnjih znakov zapletov ter zagotavljanje celostne oskrbe, ki vključuje tudi psihološko podporo. Pogosto so prav majhne spremembe v barvi kože, prekrvavitvi tkiv ali dihalnih vzorcih tiste, ki lahko napovedo poslabšanje in zahtevajo hiter odziv.

Pri zdravljenju opeklin so odločilni dejavniki hitra in natančna diagnostika, pravočasna in prilagojena tekočinska terapija ter neprekinjeno spremljanje pacienta. Le z individualiziranim pristopom, ki upošteva specifične potrebe vsakega posameznika, lahko dosežemo najboljše izide in zmanjšamo dolgoročne posledice opeklinških poškodb.

LITERATURA

- Belleza, M. (2016). Burn Injury. *Medical-Surgical Nursing*, 16(9), 28–35.
- Fileković Ribarič, S., & Gradišek, P. (2016). Multidisciplinarno zdravljenje kritične opekline. V P. Gradišek, Š. Grosek & M. Podbregar (Ured.), *Šola intenzivne medicine 2016, intenzivno zdravljenje pri poškodbah* (str. 21–28). Ljubljana: Slovensko združenje za intenzivno medicino in Katedra za anesteziologijo in reanimatologijo, Medicinska fakulteta Univerze v Ljubljani.
- Herndon, D. N. (2012). *Total burn care* (4th ed.). Saunders Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-14382-6>
- Jeschke, M. G. (2013). Pathophysiology of burn injury. V M. G. Jeschke (Ured.), *Burn Care and Treatment* (str. 13–29). New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1133-8-2>
- Podlesnik, A. (2015). Oskrba poškodovanca. V M. Privšek (Ured.), *Urgentna medicina* (str. 31–58). Ljubljana: Društvo študentov medicine.
- Potter, P. A., & Perry, A. G. (2017). *Fundamentals of nursing* (9th ed.). Elsevier.
- Rowan, M. P., Cancio, L. C., Elster, E. A., Burmeister, D. M., Rose, L. F., Natesan, S., et al. (2015). Burn wound healing and treatment: Review and advancements. *Critical Care*, 19(1), 243. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0961-2>
- Šuput, D., & Bunc, M. (2015). Opekline. V F. Bajrovič (Ured.), *Temelji patofiziologije s fiziologijo za študente zdravstvenih ved* (str. 271–274). Ljubljana: Medicinska fakulteta, Inštitut za patološko fiziologijo.

MEHANSKA CIRKULATORNA PODPORA PRI KARDIOGENEM ŠOKU Mechanical circulatory support in cardiogenic shock

Timotej Erić, dipl. zn.

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Kirurška klinika

Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja

timotej.eric@kclj.si

IZVLEČEK

Kardiogeni šok predstavlja življenjsko ogrožajoče stanje, pri katerem je kljub napredku v metodah zdravljenja smrtnost še vedno visoka. Kadar farmakološko zdravljenje ni več učinkovito, dodatno uporabimo naprave za mehansko cirkulatorno podporo. V članku so predstavljeni sistemi za mehansko podporo, kombinacije različnih naprav ter vloga medicinske sestre pri nadzoru in skrbi za pacienta, nadzoru nad napravo in prepoznavanju urgentnih stanj.

Ključne besede: kardiogeni šok, intraaortna balonska črpalka, zunajtelesna membranska oksigenacija, Impella®, zdravstvena nega, enota intenzivne terapije

ABSTRAKT

Cardiogenic shock is a life-threatening condition in which mortality remains high despite advances in treatment methods. When pharmacological treatment proves insufficient, mechanical circulatory support devices are used. The article provides an overview of mechanical support systems, combinations of various devices, and the role of the nurse in monitoring the device, monitoring, and caring for the patient, and recognizing emergency situations.

Key words: cardiogenic shock, intraaortic balloon pump, extracorporeal membrane oxygenation, Impella®, nursing care, intensive care unit

UVOD

Kardiogeni šok (v nadaljevanju KŠ) je posledica srčnega popuščanja in predstavlja stanje tkivne hipoperfuzije z že izraženimi znaki napredujoče okvare organov. Vzrok za nastanek KŠ so največkrat bolezni srčne mišice (miokarditis, kardiomiopatije, bolezni perikarda), bolezni srčnih zaklopk (aortna in mitralna stenoza/regurgitacija), motnje srčnega ritma (tahikardne/bradikardne) ter v nekaterih primerih zdravila. Najpogostejši vzrok za KŠ predstavlja akutni miokardni infarkt. KŠ se kaže pri 7 do 10 % pacientov z akutnim miokardnim infarktom (Poglajen & Štajer, 2009).

Patofiziološki mehanizem KŠ je zmanjšan minutni volumen srca oziroma odpoved srca kot črpalke; to vodi v sistemsko hipotenzijo in hipoperfuzijo ter odpoved organskih sistemov in tkiv. Sistemska hipotenzija dodatno vodi v zmanjšano perfuzijo koronarnih arterij in s tem ishemijo miokarda in vpliva na njegovo slabše krčenje. Različni simptomi in znaki so v veliki meri odvisni od stopnje šoka. Največkrat so prisotni: hipotenzija, sinusna tahikardija, spremembe kože (vlažna, hladna, potna), napete vratne vene, tahipneja, motnja zavesti, zmanjšana diureza in povišan serumski laktat (Vahdatpour et al., 2019).

Diagnostika KŠ obsega laboratorijsko krvno sliko, plinsko analizo arterijske krvi, vrednost laktata, testi hemostaze), snemanje 12 kanalnega elektrokardiograma (EKG), rentgensko slikanje prsnega koša itd. Ključno preiskavo za diferencialno diagnostiko predstavlja ultrazvok srca, prav tako nam omogoča hitro in osnovno oceno hemodinamskega stanja. Nadaljnja diagnostika obsega koronarno angiografijo, CT angiografijo aorte in pljučnega žilja, merjenje pljučnih tlakov s pomočjo katetra Swan-Ganz itd. (Kosaraju et al., 2023).

Zdravljenje

Ključni element za uspešno zdravljenje KŠ je zgodnja prepoznavna šoka ter sama hitra iniciacija le tega. Stremeti je treba k odpravi osnovnega problema, ki je privedel do KŠ, ter do čimprejšnje obnovitve tkivne oksigenacije in perfuzije za preprečitev ireverzibilne okvare organov. Princip zdravljenja sestoji iz dveh osnovnih pristopov; to sta etiološko zdravljenje in podporno zdravljenje (Alkhunaizi et al., 2024).

Pri etiološkem zdravljenju zdravimo osnovno bolezen, ki je povzročila KŠ. Pri akutnem miokardnem infarktu to dosežemo s perkutano koronarno intervencijo, kjer se opravi revaskularizacija zaprte koronarne arterije. Kadar tega ni možno ali smiselno opraviti v katetrizacijskem laboratoriju, se lahko odločimo za kirurško intervencijo, kjer se opravi premostitvena operacija koronarnih arterij (angl. *coronary artery bypass graft* - CABG). Bradiaritmije zdravimo z začasnim ali stalnim srčnim spodbujevalnikom. Pri tahiaritmijah uporabljamo kardioverzije z zdravili ali elektrokonverzije. Bolezni srčnih zaklopk zdravimo s perkutano ali kirurško zamenjavo le-teh. Pri tamponadi srca je potrebna perikardiocenteza ali perikardialni dren. Pri masivni pljučni emboliji uporabimo trombolizo ali trombendarterektomijo. V primerih, kadar je srce preveč okvarjeno ali škoda ireverzibilna, je eventualno potrebna transplantacija srca (Vahdatpour et al., 2019).

Podporno zdravljenje obsega infuzije kristaloidnih tekočin, nadomeščanje krvnih pripravkov, skrb za ventilacijo in oksigenacijo v obliki neinvazivne ali invazivne mehanske ventilacije, uporaba hemodialize zaradi okrnjene funkcije ledvic, uporabo zdravil, kot so vazopresorji (noradrenalin, vazopresin, adrenalin ...), inotropi (dobutamin, levosimendan, izoprenalin, milrinon ...) in v nekaterih primerih tudi vazodilatatorji (gliceriltrinitrat, nitroprusid ...). Kadar ti ukrepi niso učinkoviti oziroma je iztisni delež srca še vedno prenizek, uporabljamo mehansko cirkulatorno podporo (Alkhunaizi et al., 2024).

Mehanska cirkulatorna podpora

Glavna naloga mehanske cirkulatorne podpore (v nadaljevanju MCP) je zagotavljanje hemodinamske podpore in zadostne perfuzije organov, s ciljem manjše obremenitve miokarda in s tem njegove večje potrebe po kisiku. Na izbiro ustreznega sistema za MCP vpliva več dejavnikov in to so: kateri je glavni vzrok za KŠ, kakšna podpora je potrebna (levostranska, desnostranska ali obojestranska srčna podpora), koliko volumenskega pretoka krvi bo potrebno, možnosti razbremenitve (angl. *wenting*), ali bo potrebna tudi oksigenacija krvi, kakšna je varnost in izvedljivost vstavitve naprave ter kakšni so lahko individualni zapleti pri posameznem pacientu. Velikokrat na izbiro sistema za MCP vpliva znanje, sposobnost ter izkušnje rokovanja s posamezno napravo s strani osebja (Alkhunaizi et al., 2024).

Različni sistemi MCP lahko zagotavljajo delno ali popolno cirkulatorno podporo in imajo različne vplive na miokardno porabo kisika, perfuzijo koronarnih arterij ter obremenitev in razbremenitev levega ventrikla. Poznamo sisteme za levostransko, desnostransko ali obojestransko mehansko podporo, kjer je vstavev perkutana preko perifernih žil, centralna s kirurško vstavljenimi kanilami in grafti ali pa hibridne kombinacije obeh dveh načinov (Geller et al., 2022).

MCP nudi kratkoročno ali dolgoročno podporo, od nekaj ur pa do nekaj tednov oz. mesecev in služi za premostitev do nadaljnje odločitve o poteku zdravljenja (angl. *bridge to decision*), premostitev do izboljšanja stanja (angl. *bridge to recovery*), premostitev do transplantacije (angl. *bridge to transplantation*) ali pa kot terminalno podporo, kadar transplantacija ni možna (Alkhunaizi et al., 2024). Za akutno fazo KŠ se uporabljajo sistemi, kot so intraaortna balonska črpalka (IABČ), Impella® (Abiomed) ter veno-arterijska zunajtelesna membranska oksigenacija (angl. *venoarterial extracorporeal membrane oxygenation* – VA-ECMO) (Telukuntla & Estep, 2020). Sistemi MCP, ki se lahko uporabljajo dolgoročno in s katerimi je pacient lahko tudi odpuščen v domačo oskrbo, so podpora za levi ventrikel (angl. *left ventricular assist device* - LVAD), podpora za desni ventrikel (angl. *right ventricular assist device* - RVAD), podpora za oba ventrikla (angl. *bi-ventricular assist device* - BiVAD) in popolno umetno srce (angl. *total artificial heart* - TAH (Han & Trumble, 2019).

Intraaortna balonska črpalka

IABČ je relativno stara metoda MCP, saj začetki klinične uporabe segajo v šestdeseta leta prejšnjega stoletja. To je balon, vstavljen s katetrom preko femoralne arterije, ki s konico sega do proksimalne descendentne aorte, konec balona pa leži tik nad renalnimi arterijami. Princip delovanja temelji na izpraznitvi balona med sistolo srca ter ponovno inflacijo med diastolo srca, pritisku, ki ga med tem črpalka ustvari, pa pravimo avgmentacijski tlak. Ko se balon napihne, potisne kri v aorti naprej kot tudi nazaj – retrogradno proti srcu, rezultat tega je boljša perfuzija koronarnih arterij. Ob izpraznitvi balona nastane vakuum, ki kri potegne iz levega ventrikla in zmanjša končni sistolični volumen (angl. *afterload*) in obremenitev levega ventrikla, ob tem se poveča tudi minutni srčni volumen (Gajanan et al., 2021). Velikost balona se izbere glede na velikost pacienta. Balon je povezan z zunanjo konzolo, ki nam omogoča upravljanje z napravo, prikazuje pa tudi EKG in tlačno krivuljo ter krivuljo polnjenja in praznjenja balona (Nakata et al., 2023).

Kontraindikacije za vstavitvev IABČ so aortna insuficienca, disekcija aorte, anevrizma aorte, bolezen perifernega ožilja in aktivna krvavitev (González & Chaney, 2020).

VA-ECMO

Začetek ECMO sega v petdeseta leta prejšnjega stoletja in se je razvil iz aparata za zunajtelesni krvni obtok, ki se je uporabljal v srčni kirurgiji. Dandanes ECMO velja za ključni sestavni del programa za napredovalo zdravljenje kardiogenega šoka (Kapur & Zisa, 2016). Sistem ECMO je sestavljen iz centrifugalne črpalke, membrane, venske kanile, arterijske kanile ter zunanjega kontrolerja, ki omogoča nastavitve. Centrifugalna črpalka sesa kri iz venskega dela telesa (največkrat je to spodnja votla vena), ki nato potuje preko venske oziroma odvzemne kanile do oksigenatorja. V oksigenatorju poteka izmenjava plinov, ogljikov dioksid se iz krvi izloči, sočasno pa se kri oksigenira; po potrebi se kri tudi segreje preko zunanjega izmenjevalca toplote. Nato se kri preko arterijske oziroma vračalne kanile vrača v descendentno aorto. Zato torej lahko VA-ECMO nadomešča delovanje srca kot tudi pljuč (Choi et al., 2019).

VA-ECMO lahko omogoča visoke pretoke krvi od štirih pa do šestih litrov na minuto (odvisno od velikosti kanil), zviša arterijski krvni tlak, ob tem pa razbremenjuje desni ventrikel. Ker se kri vrača nazaj v aorto, je ob tem obremenjen levi ventrikel, kar se kaže v zmanjšanem iztisnem volumnu, povečani distenziji levega ventrikla in povečanem afterloadu levega ventrikla (Choi et al., 2019).

Kanilo lahko vstavimo perkutano ali pa centralno, kjer je potrebna kirurška intervencija. Pri periferni femoralni vstavitvi kanil se kri vrača v aorto retrogradno, kar pomeni, da potuje proti srcu in toku

nativnega srčnega obtoka. Pri tem pride do mešanja oksigenirane krvi iz ECMO ter manj oksigenirane oziroma deoksigenirane krvi iz pljuč. Točka mešanja krvi je odvisna od moči native srčne funkcije ter stopnje nastavitve pretoka ECMO. Lahko pride do pojave, ki se imenuje Harelquinov sindrom, kar pomeni, da neoksigenirana kri prehranjuje srce in glavo, oksigenirana pa spodnji del telesa, kar pa ima za zdravljenje negativen nevrološki učinek (Badulak et al., 2024).

Zunajtelesno oživljanje (angl. *extracorporeal cardiopulmonary resuscitation* E-CPR) imenujemo urgentno in rapidno vstavitve ECMO ob refraktornem srčnem zastoju. Za odločitev za zagon morajo biti upoštevani naslednji kriteriji: srčni zastoj pred pričami, takojšnja iniciacija zunanje masaže srca, ventrikularna fibrilacija/tahikardija kot prvi ritem, starost do 65 let, čas od zastoja do vstavitve in zagona ECMO do 60 minut ter odsotnost terminalnih stanj (Kalra et al., 2020).

Kljub možnosti visoke podpore ima ECMO vrsto neželenih stranskih učinkov in zapletov. Lahko se pojavijo krvavitev, ishemija okončine, infekcija, trombebolični dogodki, cerebralna hipoksija, trombocitopenija, ishemija črevesja, pljučni edem itd. Med same zaplete s sistemom ECMO se uvršča odpoved oksigenatorja, odpoved črpalke, poškodba cevi sistema ter izpad kanile (Lo Coco et al., 2018).

Impella

Impella® je moderna intravaskularna krvna črpalka za zagotavljanje ventrikularne podpore, s ciljem razbremenitve srca in izboljšanjem krvne cirkulacije, izboljša pa tudi perfuzijo koronarnih arterij. Deluje na principu mikroaksialno vstavljenega rotorja na koncu katetra, ki nudi kontinuiran anterograden pretok. Hitrost vrtenja rotorja nadzoruje zunanja enota – kontroler, povezuje ju sistem za izpiranje. Hitrost rotorja je proporcionalna pretoku, ki ga ustvarja, kar pomeni višja, kot je hitrost, več bo pretoka krvi. Glede na izbiro katetra lahko nudi od 2,5 do 5,5 L na minuto maksimalnega pretoka krvi. Na konici katetra je tudi optični senzor, ki omogoča merjenje arterijskega krvnega tlaka. Impella® se lahko uporablja tako za levostransko kot tudi za desnostransko srčno podporo. Pri levostranski podpori leži sama konica katetra s sesalnim portom v levem ventriklu, izstopni port pa je v ascendentni aorti. Pri desnostranski postavitvi leži sesalni port v spodnji votli veni, izstopni port pa v pljučni arteriji. Vstavitve je lahko periferna, in sicer perkutano, običajno v katetrskem laboratoriju, ali pa centralna s pomočjo kirurške intervencije (Zein et al., 2022). Kontraindikacije za vstavitve so huda aortna stenoza, huda aortna regurgitacija/insuficienca, mehanska aortna zaklopka, tromb v levem ventriklu, ruptura levega ventrikla in tamponada srca (Saito et al., 2024).

VAD in TAH

Za daljše obdobje ventrikularne podpore se uporabljajo sistemi, v angl. imenovani ventricular assist device (VAD). Skupino sestavljajo LVAD, RVAD in BiVAD. Naprave so vstavljene za podporo enega ali obeh ventriklov in zagotavljajo kontinuirano podporo. Delujejo na principu centrifugalne črpalke z interno vgrajenim elektromotorjem, ki je povezan z baterijo zunaj telesa. Novejše naprave omogočajo variacijo obratov črpalke za zmanjšanje možnosti nastanka krvnega strdka. Pri pacientih je povečana možnost krvavitev in infekcije (Prinzing et al., 2016).

Pri vstavitvi TAH se odstranijo oba ventrikla ter vse štiri srčne zaklopke in se jih nadomesti z umetnimi, namesto ventriklov pa se vgradijo komore, ki delujejo na principu pnevmatike in jih nadzira zunanja enota. Ker je srce skoraj v celoti umetno, je EKG krivulja odsotna. Prav tako je pri pacientih povečana možnost krvavitve in infekcije (Yaung et al., 2017).

Kombinacije MCP

Uporaba VA-ECMO pri KŠ nudi možnost hitre vstavitve, visoke pretoke krvi, podporo obeh ventriklov ter nadomeščanje pljučne funkcije. Obremenitev levega ventrikla pa še vedno predstavlja največjo težavo in pomanjkljivost uporabe ECMO. Zaradi retrogradne perfuzije in posledično povečanega afterloada na že tako disfunkcionalen levi ventrikel lahko pride do preobremenitve pljuč in pljučnega edema, obenem pa se poveča možnost nastanka krvnega strdka. To predstavlja škodljiv hemodinamski učinek in lahko ogrozi koristi zdravljenja z VA-ECMO. Najbolj pogosta kombinacija je uporaba VA-ECMO in druge MCP, kot sta Impella® in IABC, s tem se doseže zadostna perfuzija in oksigenacija organov, sočasno pa razbremenitev levega ventrikla in hemodinamska stabilizacija (Scandroglio et al., 2017).

Zdravstvena nega pacienta z MCP

Pacienti z MCP zahtevajo specifično in kakovostno zdravstveno nego. Delo medicinskih sester je visoko specializirano in zahteva napredno tehnično znanje, hitro razmišljanje v kritičnih situacijah in sposobnost obvladovanja zapletov pri tovrstnih pacientih. Medicinske sestre morajo imeti dodatno strokovno znanje o delovanju vseh različnih naprav za mehansko cirkulatorno podporo, kar vključuje anatomske položaje naprave, mehanizem delovanja, hemodinamski odziv pacienta in poznavanje možnih zapletov. Nujna so znanja o stalnem spremljanju delovanja naprave, s čimer se zagotavlja optimalno delovanje naprave za MCP. Potreben je nadzor nad pretoki krvi, stanjem oksigenacije in nadzorovanje tlakov naprave. Prav tako so medicinske sestre odgovorne za hitro prepoznavo morebitne okvare naprave, odpravo alarmov ter ustrezno ukrepanje ob nenadnih spremembah stanja pacienta (Asber et al., 2020).

Medicinske sestre so prav tako odgovorne za zagotavljanje zadostne cirkulacije in perfuzije z nadzorom nad vitalnimi znaki, urno diurezo, barvo in temperaturo kože ter nevrološko oceno. Pravočasno odkritje odstopanj lahko pomembno prepreči dodatne zaplete, kot je multiorganska odpoved. Transport pacienta na diagnostično-terapevtske posege predstavlja dodaten izziv ter tveganje, saj mora medicinska sestra zagotavljati neprekinjeno in nemoteno delovanje naprave med samim prevozom. To obsega vzdrževanje optimalnega pretoka, pritiskov in oksigenacije, ne glede na okoliščine. Posebej pomembna je pripravljenost na zaplete in urgentne situacije, zato je smiselna priprava dodatnih pripomočkov za zagotavljanje varnosti pacienta med transportom (Parrett et al., 2024).

Medicinske sestre igrajo ključno vlogo pri skrbi za integriteto kože. Zaradi slabše cirkulacije, dolge ležalne dobe, vitalne nestabilnosti ter zmanjšane mobilnosti so tovrstni pacienti dodatno izpostavljeni poškodbam zaradi pritiska ter infekciji. Ključen je reden nadzor kože, uporaba blazin za podlaganje ter uporaba preventivnih sodobnih oblog. Dnevna ocena ter preveza vbodnih mest kanil, centralnih venskih kanalov, arterijske linije po aseptičnem postopku dela je bistvena za preprečevanje infekcije (Machado et al., 2017).

Organizacija za zunajtelesno življenjsko podporo (angl. *Extracorporeal Life Support Organization* ELSO) poudarja, da je stalno izobraževanje in usposabljanje ključnega pomena za medicinske sestre, ki vodijo paciente z MCP. To stalno izobraževanje medicinskim sestram omogoča, da ostanejo na tekočem z najnovejšimi smernicami v tehnologiji MCP in najboljšimi kliničnimi praksami, kar zagotavlja optimalne razmere za zdravstveno nego pacienta in pozitiven izid zdravljenja. Z upoštevanjem smernic ELSO lahko zdravstvene organizacije ohranijo visoke standarde oskrbe in izboljšajo stopnjo preživetja pacientov, ki potrebujejo MCP (Extracorporeal life support organization, 2010).

DISKUSIJA

Ne glede na napredek v zdravljenju akutnega srčnega popuščanja ter možnosti urgentne koronarne reperfuzije je pri KŠ mortaliteta še vedno visoka in znaša približno 50 % (Pogljajen & Štajer, 2009). Sistemi za MCP omogočajo številne prednosti kot le terapija z vazopresorji in inotropi, saj podpirajo srčno-žilni sistem z zmanjšano možnostjo za ishemijo miokarda, obenem pa je nižja tudi njegova potreba po kisiku. Več študij je pokazalo, da je zgodnja uporaba MCP povezana z višjo stopnjo preživetja (Vahdatpour et al., 2019). Zdravljenje kardiogenega šoka predstavlja izziv, ki zahteva multidisciplinaren pristop, kjer ima zdravstvena nega ključno vlogo. Poleg hitre diagnostike in ustrezne terapije je kakovostna zdravstvena nega pacienta bistvena za uspeh zdravljenja. Medicinska sestra, ki vodi pacienta, mora poznati delovanje naprave, prepoznati alarme ter ustrezno ukrepati ob urgentnih stanjih (Asber et al., 2020). Transport pacientov z MCP je dodatno zahtevna naloga, kjer mora medicinska sestra zagotoviti pravilno delovanje naprave in varnost pacienta, tudi zunaj enote intenzivne terapije z manj pomoči ostalih zaposlenih ter omejeno opremo (Parrett et al., 2024). Skrb medicinske sestre je prav tako preprečevanje poškodb kože in infekcij, kar je zaradi dolgotrajne hospitalizacije in omejene gibljivosti pacientov še posebej pomembno. Nadzor vbodnih mest in aseptične tehnike so ključni za zmanjšanje tveganja za okužbe, ki lahko ogrozijo in podaljšajo celoten proces zdravljenja. Poudariti je treba tudi pomen timskega dela med zdravniki, medicinskimi sestrami in ostalim osebjem, saj le usklajeno sodelovanje zagotavlja hitro in učinkovito obravnavo. Kakovostna zdravstvena nega ne spremlja le kliničnega stanja pacienta, ampak tudi aktivno sodeluje pri izboljšanju prognoze in zmanjševanju zapletov, kar je v primeru KŠ še posebej pomembno zaradi hitrega poteka bolezni in visoke stopnje smrtnosti (Machado et al., 2017). Vključevanje medicinskih sester v proces zdravljenja in odločanje o nadaljnjih posegih je bistvenega pomena za celostno oskrbo. Zaradi nenehnega razvoja tehnologije MCP, kompleksnosti in zahtevnosti oskrbe pacientov s KŠ je pomembno stalno izobraževanje in usposabljanje medicinskega osebja (Extracorporeal life support organization, 2010).

ZAKLJUČEK

Kljub napredku v zdravljenju kardiogenega šoka ostaja smrtnost pri teh pacientih visoka, še posebej kadar farmakološke metode ne zadoščajo. V članku so opisani različni sistemi mehanske podpore, možnosti njihovega kombiniranja ter pomembna vloga medicinske sestre pri vsakodnevnem spremljanju pacienta. Za nadaljnje izboljšanje oskrbe tovrstnih pacientov se odpira več pomembnih vprašanj in izzivov. Med ključne težave sodijo pravočasna prepoznava pacientov, ki bodo potrebovali mehansko cirkulatorno podporo, ustrezna izbira naprave glede na klinično sliko ter pomanjkanje enotnih smernic za uporabo samostojnih ali kombiniranih podpornih sistemov. Poleg tega se pojavlja tudi potreba po dodatnem usposabljanju medicinskih sester, saj nadzor nad temi napravami zahteva specifična znanja in hitro ukrepanje v primeru zapletov.

LITERATURA

- Alkhunaizi, F. A., Smith, N., Brusca, S. B., & Furfaro, D. (2024). The Management of Cardiogenic Shock From Diagnosis to Devices: A Narrative Review. *CHEST Critical Care*, 2(2), 100071. <https://doi.org/10.1016/j.chstcc.2024.100071>
- Asber, S. R., Shanahan, K. P., Lussier, L., Didomenico, D., Davis, M., Eaton, J., Esposito, M., & Kapur, N. K. (2020). Nursing Management of Patients Requiring Acute Mechanical Circulatory Support Devices. *Critical care nurse*, 40(1), e1–e11. <https://doi.org/10.4037/ccn2020764>
- Badulak, J., Abrams, D., Luks, A. M., Zakhary, B., Conrad, S. A., Bartlett, R., MacLaren, G., Vercaemst, L., Lorusso, R., Broman, L. M., Agerstrand, C., Price, S., Combes, A., Peek, G., Fan, E., Shekar, K., Fraser, J., Brodie, D., & Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) (2024). Position paper on the physiology and nomenclature of dual circulation during venoarterial ECMO in adults. *Intensive care medicine*, 50(12), 1994–2004. <https://doi.org/10.1007/s00134-024-07645-8>

- Choi, M. S., Sung, K., & Cho, Y. H. (2019). Clinical Pearls of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation for Cardiogenic Shock. *Korean circulation journal*, 49(8), 657–677. <https://doi.org/10.4070/kcj.2019.0188>
- Extracorporeal life support organization. (February 2010). *ELSO Guidelines for training and continuing education of ECMO specialists*. <https://www.ccentral.com/assets/15106/ELSO%20guidelines%20for%20training%20and%20continuing%20education.pdf>
- Gajanan, G., Brilakis, E. S., Siller-Matula, J. M., Zolty, R. L., & Velagapudi, P. (2021). The Intra-Aortic Balloon Pump. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (168), 10.3791/62132. <https://doi.org/10.3791/62132>
- Geller, B. J., Sinha, S. S., Kapur, N. K., Bakitas, M., Balsam, L. B., Chikwe, J., Klein, D. G., Kochar, A., Masri, S. C., Sims, D. B., Wong, G. C., Katz, J. N., & van Diepen, S. (2022). Escalating and De-escalating Temporary Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, 146(6), 50–68. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001076>
- González, L. S., & Chaney, M. A. (2020). Intraaortic Balloon Pump Counterpulsation, Part I: History, Technical Aspects, Physiologic Effects, Contraindications, Medical Applications/Outcomes. *Anesthesia & analgesia*, 131(3), 776–791. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004954>
- Han, J., & Trumble, D. R. (2019). Cardiac Assist Devices: Early Concepts, Current Technologies, and Future Innovations. *Bioengineering*, 6(1), 18. <https://doi.org/10.3390/bioengineering6010018>
- Kalra, R., Kosmopoulos, M., Goslar, T., Raveendran, G., Bartos, J. A., & Yannopoulos, D. (2020). Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest. *Current opinion in critical care*, 26(3), 228–235. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000717>
- Kapur, N. K., & Zisa, D. C. (2016). Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) fails to solve the haemodynamic support equation in cardiogenic shock. *EuroIntervention*, 11(12), 1337–1339. <https://eurointervention.pconline.com/article/veno-arterial-extracorporeal-membrane-oxygenation-va-ecmo-fails-to-solve-the-haemodynamic-support-equation-in-cardiogenic-shock>
- Kosaraju A, Pendela VS, Hai O. (2023). *Cardiogenic Shock*. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482255/>
- Lo Coco, V., Lorusso, R., Raffa, G. M., Malvindi, P. G., Pilato, M., Martucci, G., Arcadipane, A., Zieliński, K., Suwalski, P., & Kowalewski, M. (2018). Clinical complications during veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in post-cardiotomy and non post-cardiotomy shock: still the achille's heel. *Journal of thoracic disease*, 10(12), 6993–7004. <https://doi.org/10.21037/jtd.2018.11.103>
- Machado, R. C., Gironés, P., Souza, A. R., Moreira, R. S., Jakitsch, C. B., & Branco, J. N. (2017). Nursing care protocol for patients with a ventricular assist device. *Revista brasileira de enfermagem*, 70(2), 335–341. <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0363>
- Nakata, J., Yamamoto, T., Saku, K., Ikeda, Y., Unoki, T., & Asai, K. (2023). Mechanical circulatory support in cardiogenic shock. *Journal of intensive care*, 11(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s40560-023-00710-2>
- Parrett, M., Yi, C., Weaver, B., Jones, M., Almachar, M. B., Davidson, J., Odish, M., & Pollema, T. (2024). Nursing Roles in Extracorporeal Membrane Oxygenation. *The American journal of nursing*, 124(11), 30–37. <https://doi.org/10.1097/01.NAJ.0001081100.87718.df>
- Pogljajen, G., & Štajer, D. 2009. Kardiogeni šok. *Medicinski razgledi*, 48(4), 327–337. <https://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:doc-OZG7W729/4e762366-03d7-4745-ac79-b6b759d45a3e/PDF>
- Prinzing, A., Herold, U., Berkefeld, A., Krane, M., Lange, R., & Voss, B. (2016). Left ventricular assist devices-current state and perspectives. *Journal of thoracic disease*, 8(8), E660–E666. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.07.13>
- Saito, S., Okubo, S., Matsuoka, T., Hirota, S., Yokoyama, S., Kanazawa, Y., Takei, Y., Tezuka, M., Tsuchiya, G., Konishi, T., Shibasaki, I., Ogata, K., & Fukuda, H. (2024). Impella – Current issues and future expectations for the percutaneous, microaxial flow left ventricular assist device. *Journal of Cardiology*, 83(4), 228–235. <https://doi.org/10.1016/j.jjcc.2023.10.008>
- Scandroglio, A. M., Pieri, M., Pappalardo, F., & Landoni, G. (2017). Intra-aortic balloon pump during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: still a matter of debate? Contemporary multi-device approach to cardiogenic shock. *Journal of thoracic disease*, 9(5), E522–E524. <https://doi.org/10.21037/jtd.2017.03.188>
- Telukuntla, K. S., & Estep, J. D. (2020). Acute Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. *Methodist DeBakey cardiovascular journal*, 16(1), 27–35. <https://doi.org/10.14797/mdcj-16-1-27>
- Vahdatpour, C., Collins, D., & Goldberg, S. (2019). Cardiogenic Shock. *Journal of the American Heart Association*, 8(8). <https://doi.org/10.1161/JAHA.119.011991>
- Zein, R., Patel, C., Mercado-Alamo, A., Schreiber, T., & Kaki, A. (2022). A Review of the Impella Devices. *Interventional cardiology (London, England)*, 17, e05. <https://doi.org/10.15420/icr.2021.11>
- Yaung, J., Arabia, F., & Nurok, M. (2017). Perioperative Care of the Patient With the Total Artificial Heart. *Anesthesia & Analgesia*, 124(5), 1412–1422. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000001851>

HEMORAGIČNI ŠOK PRI PACIENTU Z DISEKCIJO AORTE

Hemorrhagic shock in a patient with aortic dissection

Anja Gantar, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja, Oddelek intenzivne terapije

anja.gantar@kclj.si

Metka Benigar, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja, Oddelek intenzivne terapije

metka.benigar@kclj.si

IZVLEČEK

Hemoragični šok je življenjsko ogrožajoče stanje, ki nastane kot posledica masivne izgube volumna krvi. Posledično se kritično zmanjša preskrba notranjih organov s kisikom, kar vodi v multiorgansko odpoved in neizogiben smrtni izid. Vzroki za hemoragični šok so v splošnem pogledu mnogi. Sledijo si vse od zlomov lobanje in lobanjskega dna, zlomov dolgih kosti, medenice in krvavitve v medenično votlino, poškodbe krvotvornih organov, krvavitev v abdominalno votlino ter do strelnih, vbodnih in penetrantnih ran ter raztrganin in amputacij. Visoko smrtnost povzročajo tudi anevризme, rupture in disekcije aorte, zaradi katere pacient lahko izkrvavi v nekaj minutah. Vloga diplomirane medicinske sestre v enoti intenzivne terapije je pri sami prepoznavi in nadaljnji zdravstveni negi ključnega pomena. Vrsta, obsežnost aortne disekcije ter hitrost zaustavitve krvavitve pa so tisti dejavniki, ki vplivajo na pozitiven ali negativen končni izid.

Ključne besede: masivna krvavitev, šok zaradi izgube krvi, medicinska sestra

ABSTRACT

Hemorrhagic shock is a life-threatening condition, that occurs as a result of a massive loss of blood volume. As a result, the supply of internal organs with oxygen is critically reduced, which leads to multi-organ failure and inevitable death. There are generally many causes of hemorrhagic shock. They include everything from skull fractures, long bone fractures, pelvic fractures and bleeding into the pelvic cavity, injuries to blood-forming organs, bleeding into the abdominal cavity and also gunshot, stabbing and penetrating wounds, as well as lacerations and amputations. Aneurysms, ruptures and dissections of the aorta, which can cause the patient to bleed out within minutes, also cause high mortality. The role of the registered nurse in the intensive care unit is crucial in the identification and further care. The type and extent of aortic dissection, as well as the speed of stopping the bleeding are the factors that influence the positive or negative final outcome.

Key words: massive bleeding, shock due to blood loss, nurse.

UVOD

Hemoragični šok po masivni krvavitvi v svetu predstavlja vzrok za kar polovico smrtnih izidov. V predhospitalnem okolju je smrtnost približno 30 %, v obdobju prvih 24 ur po poškodbi pa približno 20 %. Zgodnja smrt na operacijski mizi se v večini primerov zgodi zaradi srčne odpovedi, ki je posledica hude hiperkaliemije, hipokalcemije in acidoze krvi. V naslednjih dneh in hospitalizaciji pacientov v enoti intenzivne terapije pa je negativen izid zdravljenja povezan z multiorgansko odpovedjo zaradi hipoperfuzije tkiva, oslabljenim delovanjem imunskega sistema in večjim nagnjenjem k akutnim zagonom septičnega stanja (Brohi et al, 2019b).

Klinična študija iz leta 2018 je zajela 520 pacientov po masivni krvavitvi, ki je bila posledica travme. Le-te je razdelila med 280 moških in 240 žensk. Od 280 moških pacientov jih je umrlo 82, od 240 ženskih pacientov pa 70. Ugotovili so večjo pojavnost sepse in multiorganske odpovedi pri moških v primerjavi z ženskami. Pri ženskah pa je bila opažena boljša pljučna funkcija, funkcija kardiovaskularnega sistema, jeter in ledvic. Navkljub razlikam v fiziološkem odzivu pa avtorji še vedno poudarjajo pomembnost zgodnje zaustavitve krvavitve, tekočinske reanimacije, povrnitve volumna cirkulirajoče krvi in izboljšanje perfuzije tkiva s kisikom (Gupta & Khare, 2018).

Vsaka nenadzorovana krvavitev je lahko potencialno smrtna, če je kot zdravstveni delavci pravočasno ne prepoznamo, zaustavimo in nadomeščamo izgubljeni volumen. Glede na volumen izgubljene krvi, ki kasneje vodi v šokovno stanje, ločimo štiri ravni klasifikacije:

1. blaga izguba krvi (do 15 % celotnega volumna) – 750 ml,
2. zmerna izguba krvi (15–30 %) – 750 ml do 1500 ml,
3. huda izguba krvi (30–40 %) – 1500 ml do 2000 ml,
4. izguba krvi nad 40 % celotnega volumna – več kot 2000 ml.

Opisana klasifikacija je skladna z normalnim fiziološkim odzivom zdravega 70 kg težkega pacienta. Vsekakor pa določena zdravila, npr. antagonisti adrenergičnih receptorjev beta (Bisoprolol), spremenijo pacientov odziv na masivno krvavitev ter zmanjšajo izraz tahikardije, ki je eden od ključnih znakov hemoragičnega šoka. V takih primerih je treba biti pozoren na komorbidnost in dodatna zdravila, ki jih pacienti že jemljejo (Hooper & Armstrong, 2022).

Simptomi in znaki variirajo glede na stopnjo krvavitve oziroma prej opisano klasifikacijo. Bolečina, hladen lepljiv pot, hladne okončine, upočasnen kapilarni povratek, bledica, tahikardija, tahipneja, hipotenzija, motnje srčnega ritma, zavesti in končno stanje kardiopulmonalnega oživljanja so neizogibni. Ker pa je do slednjega prišlo zaradi močno zmanjšane perfuzije organov na račun izgube volumna, je treba krvavitev zaustaviti in nadomestiti volumen, če želimo biti uspešni. Izgubljeni volumen krvi se nadomešča preko transfuzije koncentriranih eritrocitov, sveže zmrznjene plazme in trombocitov ter omejene uporabe kristaloidnih in koloidnih tekočin. Intravenozna aplikacija zdravil, kot so traneksamična kislina, koagulacijski faktorji, kalcij, vazoaktivna podpora ter preprečevanje podhladitve in ohranjanje normotermije, pa dodatno izboljšajo potek zdravljenja (Türker, 2019).

V enoti kardiovaskularne intenzivne terapije se srečujemo s pacienti z akutnimi ali kroničnimi srčno-žilnimi obolenji. Velika večina jih predstavlja obolenja glavnih koronarnih žil, zaklopk, zožitve in zapore distalnih arterij, v redkih primerih obravnavamo prirojene srčne napake. Vedno bolj pogosto pa so v naši oskrbi tudi pacienti v smrtno nevarnih urgentnih stanjih. Ta so disekcija, anevrizma in ruptura aorte.

HEMORAGIČNI ŠOK KOT POSLEDICA DISEKCIJE AORTE

Akutni aortni sindrom

Akutno aortno disekcijo, intramuralni hematom in penetrantno arteriosklerotično razjedo skupno poimenujemo akutni aortni sindrom (v nadaljevanju AAS). AAS je nujno stanje, ki zahteva takojšnje ukrepanje. Dejavniki tveganja za AAS so nenadzorovana arterijska hipertenzija, kajenje, hiperlipidemija, uživanje prepovedanih drog, genetske bolezni vezivnega tkiva (Marfanov sindrom, Ehlers-Danlosov sindrom, Turnerjev sindrom), kongenitalne srčne bolezni, avtoimune bolezni ter travmatske in iatrogene poškodbe aorte. Izmed vseh treh stanj je v 70–80 % primerov najpogostejša akutna aortna disekcija (Vignaraja et al., 2024).

Disekcija aorte

Je življenjsko ogrožajoče stanje, pri katerem se strga notranja plast aorte (intima media), ki ustvarja lažni lumen in s tem lahko ogrozi prekrvavitev vitalnih organov. To stanje se po navadi kaže z nenadno, hudo bolečino v prsnem košu ali hrbtu in lahko vodi do katastrofalnih zapletov, kot so ruptura aorte, tamponada srca in ishemija organov. Zgodnje prepoznavanje, takojšnje slikanje ter takojšnje zdravljenje (ustrezno kirurško ali konservativno zdravljenje) je ključnega pomena za preživetje. Zdravljenje vključuje nadzor krvnega tlaka, obvladovanje bolečine in morebitni kirurški poseg, odvisno od vrste in lokacije disekcije (Levy et al., 2014).

Pri disekciji pride zaradi razpoke v intimi do razslojitve degenerativno spremenjene žilne stene. Pri tem nastaneta prava in lažna svetlina, lahko pa so prizadete tudi veje, ki izstopajo iz aorte. Večina klasifikacij deli disekcije aorte glede na to, ali je razpoka nastala v ascendentni ali descendentni aorti. Najpogosteje uporabljamo klasifikacijo po Stanfordu, ki deli disekcije aorte na *tip A*, pri kateri je prizadeta ascendentna aorta (je prvi del aorte, ki se dviga navzgor in tvori aortni lok), in na *tip B*, pri kateri je prizadet torakalni in/ali abdominalni del aorte (Flower et al., 2023).

Akutna disekcija aorte tipa A ima brez zdravljenja visoko umrljivost, in sicer: 1 do 2 % na uro prvih 24 do 48 ur od začetka težav, v prvem tednu pa umre 50 % pacientov. Disekcija aorte tipa B ima boljše napoved izida v akutnem obdobju, a več kroničnih zapletov. Glede na čas od nastanka težav opredelimo disekcijo v prvih dveh tednih kot akutno, od 14 dni do 6 tednov kot subakutno, po več kot 6 tednih pa kot kronično (Štalc et al., 2016).

Hemoragični šok pri akutni disekciji aorte tip A

Akutni aortni sindrom zahteva takojšnjo obravnavo. Bolečina, ki jo izkušajo pacienti, je trgajoča in neznosna. Njihovo hemodinamsko stanje in vitalne funkcije se progresivno slabšajo iz minute v minuto. Kot pri vsaki masivni krvavitvi, ki neposredno ogroža pacientovo življenje, tudi ta ni izjema.

Harris et al. (2022) so v kohortno študijo med letoma 1996 in 2018 vključili 5611 pacientov z akutno aortno disekcijo tipa A. 5131 (91,4 %) pacientov je bilo obravnavanih kirurško, v prvih 48 urah od začetka simptomov. 480 (8,6 %) pacientov pa je bilo v prvih 48 urah deležnih medikamentoznega zdravljenja. Medikamentozna obravnava je bila izbrana zaradi višje starosti, komorbidnosti in upoštevanja pacientove odločitve. V kirurški skupini pacientov sta od začetka simptomov do diagnosticiranja stanja pretekli dve uri in pol, do same operacije pa šest ur. Avtorji so ugotavljali povezavo med izbiro načina zdravljenja in smrtnim končnim izidom. Razvidno je bilo, da je bila smrtnost v kirurški skupini v 48 urah 4,4 %. Pri pacientih, za katere je bil izbran medikamentozni način zdravljenja, pa 23,7 % v istem časovnem obdobju. Vzrok smrti v prvih urah od začetka simptomov sta pri slednji

skupini predstavljali ruptura aorte in tamponada srca. V kirurški skupini pa sta bila kazalca visoke smrtnosti hipotenzija in hemoragični šok. Vsekakor medikamentozna obravnava prikazuje večjo pojavnost negativnih izidov kakor operativno zdravljenje. Pri obeh skupinah je v 10 % zaradi slabe visceralne in periferne perfuzije kasneje prisotno tudi komatozno stanje, možganska kap, odpoved ledvic in ishemija črevesja, kar še dodatno poslabša izid zdravljenja.

Tsukube (2022) podobno kot avtorji prejšnje študije ugotavlja, da hipotenzija zaradi krvavitve poveča pojavnost smrtnosti med hospitalizacijo na 40 %. Pacienti, ki preživijo, pogosto kažejo znake nevroloških okvar. Hemoragični šok v povezavi s tamponado srca in sam potek kardio-pulmonarnega oživljanja do povrnitve spontane cirkulacije perioperativno prav tako predstavljajo dejavnik tveganja za visoko umrljivost. Posledično avtor opozarja na selektivnost in hitrost v obravnavi ter na pozitiven vpliv zgodnje drenaže osrčnika, volumenske reanimacije, uporabe zunajtelesne membranske oksigenacije (ECMO – angl. *Extracorporeal membrane oxygenation*) za ohranjanje hemodinamske stabilnosti in kirurškega zdravljenja.

Zhang et al. (2022) se v študiji osredotočajo na masivno krvavitev po operativnem zdravljenju omenjene disekcije. Ugotovili so, da dejavniki tveganja, kot so moški spol, visoka starost, nizka stopnja prehranjenosti (BMI – angl. *Body mass index*), urgentnost in dolgo trajajoča operacija, nizke vrednosti hemoglobina, visoke vrednosti D-dimerja ter obsežnost disekcije povečajo smrtnost. Hemoragični šok zaradi masivne krvavitve pa je že v obdobju pred operacijo kazalnik morebitnega negativnega izida. Poleg tega pa pri preživelih vodi še do daljšega bivanja v enotah intenzivne terapije, v višjo možnost nevroloških okvar in odpovedi ledvic ter posledično daljšo hospitalizacijo.

Diagnostika in zdravljenje

Pacienti z akutno disekcijo *tipa A* običajno doživijo nenaden pojav hude bolečine v prsnem košu, ki se lahko razširi na vrat, čeljust ali hrbet. Lahko pride do težkega dihanja, izgube zavesti ali pa se pojavijo simptomi, ki so podobni tistim pri možganski kapi (težave z govorom, izguba vida ter šibkost na eni strani telesa). Upoštevati pa je treba tudi, da lahko disekcija občasno nastopi brez klasičnih simptomov ter od začetka zrcali druga bolezenska stanja, kot so nevrološki izpadi, hipoglikemija, akutni abdomen ipd. (Harris, 2016).

Natančna diagnostika je za izključitev drugih obolenj in potrditev vrste disekcije ključna. Njena natančna potrditev poleg aktualnih simptomov in znakov se dokaže z 12-kanalnim EKG-jem, RTG-jem prsnega koša, transezofagealno ehokardiografijo (TEE) in transtorakalno ehokardiografijo (TTE) srca, računalniško tomografijo ožilja (CT angiografijo) ter magnetnoresonančno angiografijo. V laboratorijskih izvidih pa je pomembno spremljanje vrednosti D-dimerja, hemoglobina, laktata, troponina, CRP-ja, interlevkina, kreatinina ter ostalih kazalcev vnetja (Farber & Parodi, 2024; Zhao et al., 2023).

Po diagnosticiranju *disekcije tipa A* je nujna urgentna operacija. Slednja vključuje le kirurške pristope, ki so odvisni od obsežnosti disekcije. V vsakem primeru se preko klasične sternotomije zamenja ascendentna aorta s tubularnim graftom. Če je prizadeta tudi aortna zaklopka, se zamenja z biološko ali mehansko zaklopko (Flower et al., 2023). Ob poseganju disekcije preko descendentnega dela v torakalni del aorte pa se uporabi t. i. Frozen elephant trunk tehnika, kjer se protetično nadomesti poškodovan del aortnega loka in supraaortnih arterij (Arnaoutakis et al., 2019).

Akutno *disekcijo tipa B* brez zapletov zdravimo konservativno v enoti intenzivne terapije. Nadzorujemo arterijski krvni tlak, uravnavamo srčno frekvenco, zdravimo dejavnike tveganja za aterosklerozo, lajšamo bolečino. Ob kompliciranem poteku disekcije tipa B je indicirano endovaskularno zdravljenje. Uporabi se tehnika endovaskularne oskrbe anevrizme torakalne aorte (angl. *TEVAR*) z manj invazivnim femoralnim pristopom ali pa desni torakotomijski pristop (Braverman et al., 2021).

VLOGA DIPLOMIRANE MEDICINSKE SESTRE

Diplomirana medicinska sestra (v nadaljevanju DMS, za oba spola) kot član multidisciplinarnega tima igra pomembno vlogo. Vse od predhospitalne obravnave do hospitalizacije pacienta, priprave in spremljanja med operacijo ter zdravstvene nege po operativnem posegu uporablja svoje veščine in znanje v dobro pacienta.

Sama obravnava pacienta z akutno disekcijo aorte se začne z identifikacijo simptomov in znakov v začetni fazi triaže v sklopu nujne medicinske pomoči. Diplomirana medicinska sestra mora biti pozorna na anteriorno in/ali posteriorno trgajočo bolečino v prsnem košu, ki je najbolj pogost znak disekcije aorte. Pri 30 % pacientov z disekcijo tipa A je prisotna odsotnost distalnega pulza na prizadeti strani, ker disekcija lahko vodi tudi proti zgornjim ali spodnjim okončinam. Kasneje pa lahko zaradi slabe perfuzije pride tudi do ishemije črevesja in okončin, akutne odpovedi ledvic, možganske kapi ter akutnega koronarnega sindroma. V nadaljevanju se preko krvne slike, slikovne diagnostike in hemodinamskega monitoringa kontinuirano spremlja pacientovo stanje ter pripravi na operativni poseg. Kontinuirano spremljanje vitalnih funkcij je v perioperativnem obdobju ključnega pomena. Optimalna srčna frekvenca naj ne gre preko 60–80 utripov/minuto, sistolični krvni tlak pa naj ostaja pod 120 mmHg. Primerno je invazivno merjenje arterijskega tlaka ter kontinuiran monitoring in uravnavanje vitalnih funkcij z intravenozno terapijo. Nujno je lajšanje bolečine z intravenozno opioidno in neopoidno analgezijo. Če aortna disekcija sega do koronarnih arterij, so pričakovani tudi znaki akutnega miokardnega infarkta ter možnost tamponade srca zaradi nabiranja krvi v osrčniku. Zaradi vseh naštetih komplikacij je potrebna hitra in ciljana obravnava, saj se smrtnost pacientov povečuje za 1 do 2 % na vsako uro, ki mine do operacije (Privitera et al., 2022).

V pooperativnem obdobju v enoti intenzivne terapije mora biti DMS pozorna na dve najbolj pogosti komplikaciji: krvavitev in slaba perfuzija tkiva. Pomembno je kontinuirano spremljanje in beleženje vitalnih funkcij in vrednosti pljučnih tlakov, apliciranje in prilagajanje potrebne vazoaktivne podpore, analgezije, sedacije; beleženje diureze, drenaže, tekočinske bilance, urno opazovanje in beleženje stanja zenic ter spremljanje regionalne možganske oksigenacije (monitoring NIRS – angl. *Near-infrared spectroscopy*) in ocenjevanje globine sedacije (monitoring BIS – angl. *Bispectral index*). Le tako bo obravnava pacienta v pooperativnem obdobju celovita, preprečevanje komplikacij pa učinkovito (Flower et al., 2023).

Bai et al. (2023) so v študiji zajeli 124 pacientov z akutno disekcijo tip A po Sunovi operaciji, ki je podobna tehniki Frozen elephant trunk. Osredotočili so se na vlogo pooperativne zdravstvene nege v enoti intenzivne terapije. Vzroki aortne disekcije so bili: arterijska hipertenzija, poškodba, Marfanov sindrom in ateroskleroza aorte. Pooperativne komplikacije so bile: hipoksemija (34 pacientov), infekti pljuč (22 pacientov), traheotomija (4 pacienti), možganska krvavitev (4 pacienti), možganska kap (4 pacienti), prehodni delirij (8 pacientov), ponovne torakotomije zaradi krvavitve (2 pacienti), krvavitve v prebavila (8 pacientov) in akutna ledvična odpoved (38 pacientov). Poročajo o 15 smrtnih izidih zaradi omenjenih komplikacij. Pred operacijo so bili pacienti analgosedirani, arterijski tlak so preko vazodilatatorjev ohranjali pod 120 mmHg, frekvenco srca pa < 80 utripov/minuto preko antagonistov adrenergičnih receptorjev beta. Operirani so bili preko medialne sternotomije, med samo operacijo pa kratkočasno centralno podhlajeni na TT 25 °C z namenom ohranitve funkcije centralnega živčnega sistema. V pooperativnem obdobju so se zdravili v enoti intenzivne terapije, kjer so podrobno spremljali njihove vitalne funkcije z večjim poudarkom na respiratorni funkciji, funkciji centralnega živčnega sistema, srca, ledvic in nadzorovanju pooperativne krvavitve. Zadnja je predstavljala večjo komplikacijo pri dveh pacientih. Glede na to, da so bili pacienti med operacijo kratkotrajno izpostavljeni terapevtski podhladitvi, je bila posledično okrnjena koagulacijska funkcija krvi. V nadaljevanju se je lahko povečala možnost pooperativne krvavitve iz kirurške rane in žilnih anastomoz. Posledično so pacienti krvaveli preko torakalnih drenažnih cevi bolj, kot je bilo prvotno pričakovano. V primeru,

da je volumen drenirane krvi presegal 200 ml/uro vsaj 3 ure zaporedoma, pa je bila indicirana revizija navkljub aplikaciji krvnih derivatov, faktorjev strjevanja krvi in vazoaktivnih zdravil.

Ne glede na kontinuirano in celovito zdravstveno nego v enoti intenzivne terapije narava obolenja pri pacientih pogosto pripelje do začasnih ali trajnih nevroloških okvar in podaljšane hospitalizacije. Posledično pa je kasneje pri rehabilitaciji potreben večji poudarek na vključevanju lokomotorne fizioterapije, sodelovanje svojcev ter morebitna premestitev za nadaljnjo obravnavo v sekundarno negovalno ali rehabilitacijsko ustanovo (Flower et al., 2023).

ZAKLJUČEK

Hemoragični šok neposredno ogroža življenja vseh naših pacientov, ne glede na njegov vzrok. Iz vseh omenjenih in opisanih raziskav je razvidno, kako zelo sta pomembna njegova čim hitrejša prepoznavna in primerno ukrepanje z namenom ohranitve življenja. Za razliko od masivnih zunanjih krvavitev zaradi poškodb je notranja krvavitev zaradi disekcije aorte malenkost bolj prikrita, ampak nič manj smrtna. Ravno zaradi tega pa je za zdravstveno in medicinsko osebje poglavitno redno izobraževanje na omenjenem področju, sledenje strokovnim smernicam in ne nazadnje pozorno opazovanje in poslušanje pacienta ter naglo ukrepanje ob kakršni koli spremembi zdravstvenega stanja, ki bi negativno vplivala na kakovost njegovega življenja.

LITERATURA

- Arnaoutakis, G., J., Martin, T., D., & Beaver, T., M. (2019). Frozen elephant trunk procedure. *Operative Techniques in Thoracic And Cardiovascular Surgery*, 24(3), 152–162. <https://doi.org/10.1053/j.optechstcvs.2019.10.002>
- Bai, L., Ge, L., Zhang, Y., Li, M., Jiang, B., & Song, Y. (2023). Experience of the postoperative intensive care treatment of Stanford type A aortic dissection. *International Journal of Clinical Practice*, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2023/4191277>
- Braverman, A., C., Trimarchi, S., Sultan, I., Arnaoutakis, G., Tolva, S., V., Khoynezhad, A., & Peterson, D., M. (1. 3. 2021). *Cover story | Interventional management in acute type B and type A aortic dissection*. American College of Cardiology. <https://www.acc.org/Latest-in-Cardiology/Articles/2021/03/01/01/42/Cover-Story-Interventional-Management-in-Acute-Type-B-and-Type-A-Aortic-Dissection>
- Brohi, K., Gruen, R., L., & Holcomb, J., B. (2019b). Why are bleeding trauma patients still dying? *Intensive Care Medicine*, 45(5), 709–711. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05560-x>
- Farber, M., A., & Parodi, F. E. (3. 10. 2024). *Aortic dissection*. MSD Manual Professional Edition. <https://www.msdmanuals.com/professional/cardiovascular-disorders/diseases-of-the-aorta-and-its-branches/aortic-dissection>
- Flower, L., Arrowsmith, J. E., Bewley, J., Cook, S., Cooper, G., Flower, J., Greco, R., Sadeque, S., & Madhivathanan, P. R. (2023). Management of acute aortic dissection in critical care. *Journal of The Intensive Care Society*, 24(4), 409–418. <https://doi.org/10.1177/17511437231162219>
- Gupta, S., & Khare, R. (2018). Assessment of survival rate in cases of hemorrhagic shock: a clinical study. *International Journal of Community Health and Medical Research*, 4(2), 16–19. <https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/516966>
- Harris, C., Croce, B., & Cao, C. (2016). ACS patient page type A aortic dissection. *Annals of Cardiothoracic Surgery*, 5(4), 256. <https://doi.org/10.21037/acs.2016.05.04>
- Harris, K., M., Nienaber, C., A., Peterson, M., D., Woznicki, E., M., Braverman, A., C., Trimarchi, S., Myrmel, T., Pyeritz, R., Hutchison, S., Strauss, C., Ehrlich, M., P., Gleason, T., G., Korach, A., Montgomery, D., G., Isselbacher, E., M., & Eagle, K. A. (2022). Early mortality in type A acute aortic dissection: insights from the International registry of acute aortic dissection. *JAMA Cardiology*, 7(10), 1009–1015. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2022.2718>
- Hooper, N., & Armstrong, T., J. (26. 9. 2022). *Hemorrhagic shock*. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470382/>
- Levy, D., Sharma, S., Grigorova, Y., Farc,i F., & Le, J., K. (6.10.2024) *Aortic dissection*. StatPearls. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28722992/>

- Privitera, D., Capsoni, N., Vailati, P., Terranova, G., & Aseni, P. (2022). Standardized nursing approach to acute aortic dissection patient: a practice update. *SAGE Open Nursing*, 8. <https://doi.org/10.1177/23779608221145124>
- Štalc, M., Blinc, A., Kozak, M., Kuhelj, D., Ključevšek, T., Štajer, D., Koželj, M., Gasparini, M., Žuran, I., Flis, V., Lakić, N., & Klokočovnik, T. (2016). Priporočila za odkrivanje in zdravljenje bolezni prsne aorte. *Zdravniški vestnik*, 85, 590-601. <https://vestnik.szd.si/index.php/ZdravVest/article/view/1482/1968>
- Türker, F. S. (2019). *Hemorrhagic shock*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82358>
- Tsukube, T. (2022). Decision making and management of acute type a dissection presenting with shock or cardiac arrest. *Asian Cardiovascular and Thoracic Annals*, 31(1), 20–25. <https://doi.org/10.1177/02184923211060574>
- Vignaraja, V, Sharma, S, & Dindyal, S. (6.10.2024). *Acute aortic syndrome*. StatPearls. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576402/>
- Zhang, C., Ge, Y., Zhong, Y., Hu, H., Qiao, Z., Li, C., & Zhu, J. (2022). Massive bleeding after surgical repair in acute type A aortic dissection patients: risk factors, outcomes, and the predicting model. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2022.892696>
- Zhao, Y., Fu, W., & Wang, L. (2023). Biomarkers in aortic dissection: diagnostic and prognostic value from clinical research. *Chinese Medical Journal*, 137(3), 257–269. <https://doi.org/10.1097/cm9.0000000000002719>

JE APLIKACIJA INFUZIJE NATRIJEVEGA KLORIDA LAHKO TVEGANA? PREDSTAVITEV KLINIČNE PRAKSE OIIM

Can the application of sodium chloride infusion be risky? Presentation of ICU clinical practice

Jasmina Golenko, mag. zdr. nege, viš. strok. sod.

Univerzitetni klinični center Maribor, Oddelek intenzivne interne medicine
jasmina.golenko@gmail.com

Miloš Kuzmanović, mag. integ. obr. knb.

Univerzitetni klinični center Maribor, Oddelek intenzivne interne medicine

Tea Fistonić, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Maribor, Oddelek intenzivne interne medicine

IZVLEČEK

Uvod: Raztopina natrijevega klorida, znana kot fiziološka raztopina, se pogosto uporablja za zdravljenje dehidracije in kot topilo za zdravila. Čeprav se uporablja že več kot stoletje, je bila dolgo obravnavana kot neškodljiva za telo. Vendar pa nove raziskave kažejo, da lahko njena uporaba povzroči presnovno acidozo in druge težave. **Diskusija:** Hiponatriemija je najpogostejše elektrolitsko neravnovesje, povezano z višjo smrtnostjo. Hipertonična raztopina 3 % se uporablja za zdravljenje hiponatriemije in povišanega intrakranialnega tlaka. Uporaba 0,45 % natrijevega klorida je primerna za rehidracijo celic in zdravljenje hipernatriemije. Raztopina 20 % natrijevega klorida je rezervirana za urgentne primere, kjer je potrebna hitra intervencija. Med terapijo s temi raztopinami je ključnega pomena natančno spremljanje serumske koncentracije natrija in drugih parametrov, da se preprečijo zapleti, kot so prehitro zvišanje ravni natrija in posledične nevrološke poškodbe. **Zaključek:** Terapija z različnimi koncentracijami natrijevega klorida ponuja možnosti za zdravljenje različnih patoloških stanj. Medtem ko uporaba 0,45 % natrijevega klorida omogoča postopno rehidracijo in je primerna za dolgotrajno zdravljenje, se 3 % natrijev klorid uporablja za hitro zmanjšanje intrakranialnega tlaka in zdravljenje akutnih primerov hiponatriemije. Ključno je natančno spremljanje pacienta med terapijo, da se preprečijo resni zapleti, ki lahko nastanejo zaradi nepravilne uporabe raztopin natrijevega klorida.

Ključne besede: fiziološka raztopina, natrijev klorid, hiponatriemija, hipernatriemija, rehidracija

ABSTRACT

Introduction: Sodium chloride solution, known as saline solution (SS), is commonly used for treating dehydration and as a solvent for medications. Although it has been in use for less than a century, it has long been considered harmless to the body. However, new research indicates that its use can cause metabolic acidosis and other issues. **Discussion:** Hyponatremia is the most common electrolyte imbalance associated with higher mortality. Hypertonic solution 3% NaCl is used to treat hyponatremia and elevated intracranial pressure. The use of 0.45% NaCl is suitable for cell

rehydration and treating hypernatremia. The 20% NaCl solution is reserved for urgent cases requiring rapid intervention. During therapy with these solutions, it is essential to closely monitor serum sodium concentration and other parameters to prevent complications, such as rapid sodium level increase and consequent neurological damage. **Conclusion:** Therapy with various concentrations of sodium chloride solutions offers options for treating different pathological conditions. While 0.45% NaCl enables gradual rehydration and is suitable for long-term treatment, 3% NaCl is used for rapid reduction of intracranial pressure and treatment of acute hyponatremia. Careful monitoring of the patient during therapy is crucial to prevent serious complications that can arise from improper use of sodium chloride solutions.

Keywords: saline solution, sodium chloride, hyponatremia, hypernatremia, rehydration

UVOD

Raztopina natrijevega klorida, znana tudi kot fiziološka raztopina (FR), je 0,9 % raztopina natrijevega klorida. Uporablja se predvsem za zdravljenje dehidracije zaradi različnih vzrokov in kot topilo za zdravila (Blumberg et al., 2018). V dolgem procesu uporabe so ljudje prepričani, da je FR za človeško telo skoraj neškodljiva. Poleg tega je FR tudi pogosto uporabljen placebo. Rasouli (2019) v nedavni študiji trdi, da FR ni tako »normalna« in neškodljiva, ter s tem ne zagovarja FR kot prednostne kristalne raztopine. Vse več dokazov je, da je FR zaradi velike razlike od telesnih tekočin škodljiva za človeško telo, tako v študiji celo zagovarja zamenjavo FR. Trenutno se FR v praksi uporablja kot raztopina izbire, ker je njen osmotski tlak skoraj enak osmotskemu tlaku v človeškem telesu, kar je dejansko ključni dejavnik za uporabo FR (Moritz, 2019). Človeške celice in tkiva morajo imeti določen osmotski tlak, da ohranijo stabilno stanje. Ob tem se pojavljajo vprašanja, koliko tvegana je aplikacija infuzije FR, v kakšnih koncentracijah in pri katerih stanjih (Moritz, 2019).

Kristaloidne infuzije, kot je FR (0,9 % NaCl), so pogosto uporabljene za nadomeščanje volumna. V ZDA je FR najbolj razširjena, vendar nekatere raziskave kažejo, da lahko povzroči presnovno acidozo, spremembe v žilnem in ledvičnem delovanju ter hemolizo v primerjavi z uravnoteženimi raztopinami, kot sta Plasma-Lyte A in Ringerjev laktat. Te raztopine so varnejše, vendar dražje. Hahn (2014) v svoji raziskavi poudarja, da so potrebne dodatne raziskave, saj se zdi, da bo FR v prihodnje nadomeščena z bolj fiziološkimi alternativami.

RAZTOPINA 3 % NaCl

3 % natrijev klorid (NaCl) je hipertonična raztopina natrijevega klorida, pogosto je uporabljena v specifičnih kliničnih situacijah zaradi svoje sposobnosti vpliva na osmotski tlak v telesu. Zaradi visoke koncentracije natrija in posledičnega povečanja osmolarnosti (približno 1026 mOsm/L) se uporablja v primerih, kjer je nujno hitro ukrepanje za stabilizacijo ravni natrija v krvi ali zmanjšanje intrakranialnega tlaka. Ta raztopina zahteva previdnost pri uporabi, saj lahko nepravilno odmerjanje povzroči resne zaplete, kot sta osmotska demielinizacija (centralna pontinska mielinoliza) in hipernatremija (povišana raven natrija v krvi), ki lahko ogrozijo življenje pacienta (Santos et al., 2020). Raztopina 3 % NaCl se običajno aplicira intravenozno. Zaradi visoke osmolarnosti je priporočljivo, da se aplicira v centralni venski kateter, s tem preprečimo draženje in poškodbe perifernih ven. Za začetno obravnavo hiponatriemije so priporočeni odmerki okoli 100–150 ml 3 % NaCl, ki se dajejo v prvih 20 minutah aplikacije, z nadaljevanjem počasnejše infuzije za stabilizacijo ravni natrija v krvi. Hitrost infuzije in količina raztopine sta prilagojeni na specifične potrebe posameznega pacienta

(Schierhout et al., 2019). Za hiponatriemijo se običajno začne s hitrostjo korekcije 4–6 mmol/L v prvih 24 urah, vendar naj ne preseže 10–12 mmol/L. Ob prehitri aplikaciji se lahko razvije razvoj centralne pontinske mielinolize, resne nevrološke poškodbe, ki se lahko pojavi pri prehitrem zvišanju natrija (Moritz & Ayus, 2018). Pri povišanem intrakranialnem tlaku je običajen odmerek 2–5 ml/kg telesne mase, ki se aplicira bolusno, odvisno od pacientovega stanja. Kasneje se lahko uporabi počasnejša infuzija, s ciljem doseči osmolarnost 300–320 mOsm/kg in učinkovitim zmanjšanjem intrakranialnega tlaka, vendar brez tveganja za nastanek drugih zapletov (Neuman et al., 2018).

RAZTOPINA 0,45 % NaCl

Raztopina 0,45 % NaCl je hipotonična raztopina, ki vsebuje manj natrija kot fiziološka raztopina (0,9 % NaCl) in je primerna za postopno rehidracijo in uravnavanje ravnovesja tekočin v telesu. Zaradi nizke koncentracije natrija je ta raztopina primerna za paciente, ki imajo povišano raven natrija v krvi (hipernatriemija) ali tiste, ki potrebujejo postopno hidracijo brez tveganja za osmotsko preobremenitev telesa (Moritz & Ayus, 2018). Raztopina 0,45 % NaCl se aplicira intravenozno, običajno v obliki počasne infuzije. Hitrost in količina infuzije sta prilagojeni potrebam pacienta in njegovemu kliničnemu stanju. Terapija običajno traja dalj časa, aplicira se počasneje, saj hipotonična raztopina pomaga pri obnovi ravnovesja tekočin brez večje osmotske obremenitve (Secker-Walker & Smith, 2017).

RAZTOPINA 20 % NaCl

Močna hipertonična raztopina, običajno uporabljena pri hudih nevroloških stanjih za hitro zmanjšanje edema možganov ali intrakranialnega pritiska. Natančna aplikacija v majhnih odmerkih je ključna zaradi tveganja za poškodbe žil in hipernatriemije (Huet et al., 2023).

Indikacije in terapevtski učinki raztopin

Najpogostejša indikacija za uporabo 3 % NaCl je hiponatriemija, stanje, kjer raven natrija v krvi pade pod normalno mejo, kar lahko povzroči hude nevrološke zaplete, kot so možganski edem, napadi in koma. V primeru hude hiponatriemije, ki nastane zaradi prekomernega vnosa tekočin, sindroma neustreznega izločanja antidiuretskega hormona (SIADH) ali bolezni ledvic, je nujno hitro zvišanje ravni natrija. Raztopina 3 % NaCl omogoča hitro povečanje osmotskega tlaka v telesu, kar vodi v premik vode iz možganskega tkiva v krvni obtok, s čimer se zmanjša možganski edem (Neuman et al., 2018). Poleg zdravljenja hiponatriemije se 3 % NaCl uporablja tudi za zdravljenje povišanega intrakranialnega tlaka (ICP), ki se lahko pojavi pri različnih stanjih, kot so poškodbe glave, možganska kap ali možganske krvavitve. Z zvišanjem osmotskega gradienta raztopina pomaga zmanjšati volumen možganskega edema, kar pripomore k znižanju ICP. To je ključnega pomena za preprečitev nevroloških poškodb in za izboljšanje splošnega stanja pacienta (Ellis & McCarthy, 2020).

Glavna indikacija za uporabo 0,45 % NaCl je rehidracija celic pri pacientih, katerih telesne celice so dehidrirane. Poleg tega se pogosto uporablja pri pacientih s hipernatriemijo, da se zmanjša koncentracija natrija v krvi. Raztopina pomaga tudi pri povečanju volumna tekočin v telesu pri blagi dehidraciji, saj obnavlja ravnovesje tekočin v celicah brez večjih sprememb osmotskega tlaka (Schierhout et al., 2019). Vendar pa se raztopina 0,45 % NaCl običajno uporablja v primerih, kjer ni nujno potrebna hitra infuzija tekočine, kot je to v primeru hipovolemije ali akutnih izgub tekočin, kjer bi bile bolj primerne izotonične raztopine, kot je 0,9 % NaCl.

Raztopina 20 % NaCl je zelo koncentrirana hipertonična raztopina, ki se uporablja v specifičnih medicinskih situacijah, kot so: zmanjševanje možganskega edema pri hudih nevroloških stanjih za hitro zmanjšanje intrakranialnega pritiska, izboljšanje makrocirkulacije in mikrocirkulacije ter zniževanje glutamatno posredovane nevrotoksičnosti, kar posledično zmanjša intrakranialni tlak (Roquilly et al., 2021), ter zdravljenje akutne in življenjsko nevarne hiponatriemije, torej pomanjkanja natrija v krvi (Rondon-Berrios, H. & Sterns, R. H., 2022). Intravensko raztopino 20 % NaCl dajemo v majhnih, skrbno nadzorovanih odmerkih. Aplikacija poteka preko centralnega venskega katetra (Secker-Walker & Smith, 2017). Običajno 30–50 ml kot bolus ali infuzija, prilagojeno kliničnemu stanju pacienta. Zahteva strog nadzor elektrolitov (Sterns et al., 2010).

Tabela 1: Indikacije in terapevtski učinki raztopin

Raztopina	Indikacije	Uporaba
3 % NaCl	Hiponatriemija, povišan intrakranialni tlak	Hitro zvišanje ravni natrija, zmanjšanje možganskega edema
0,45 % NaCl	Rehidracija celic, hipernatriemija	Povečanje volumna tekočin, obnavljanje ravnovesja tekočin
20 % NaCl	Zmanjševanje možganskega edema, hiponatriemija	Zmanjšanje intrakranialnega pritiska, izboljšanje cirkulacije

Tabela 2: Način uporabe in odmerjanje

Raztopina	Način aplikacije	Priporočeni odmerki	Opombe
3 % NaCl	Intravensko, centralni venski kateter	100–150 ml v 20 min, nato počasnejša infuzija	Za hiponatriemijo, hitrost korekcije 4–6 mmol/L v 24 urah, max 10–12 mmol/L
3 % NaCl	Intravensko	2–5 ml/kg telesne mase kot bolus	Za povišan intrakranialni tlak, cilj osmolarnost 300–320 mOsm/kg
0,45 % NaCl	Intravensko, počasna infuzija	Prilagojeno potrebam pacienta	Obnovitev ravnovesja tekočin brez večje osmotske obremenitve
20 % NaCl	Intravensko, centralni venski kateter	30–50 ml kot bolus ali infuzija	Strog nadzor elektrolitov

Možni zapleti in tveganja

Uporaba 3 % NaCl ni brez tveganj, saj lahko nepravilno odmerjanje ali prehitra infuzija vodi v osmotsko demielinizacijo. To stanje, znano tudi kot centralna pontinska mielinoliza, je zelo nevarno, saj lahko povzroči trajne nevrološke poškodbe, kot so paraliza, koma ali celo smrt (Santos et al., 2020). Povečana osmolarnost raztopine lahko povzroči hipernatriemijo, kjer se raven natrija v krvi prekomerno poveča, kar vodi do dehidracije celic in poškodb ledvic (Secker-Walker & Smith, 2017). Drugi možni zapleti vključujejo tromboflebitis perifernih žil in srčno-žilno preobremenitev, še posebej pri pacientih z osnovnimi srčnimi boleznimi (Schierhout et al., 2019).

Čeprav se 0,45 % NaCl pogosto uporablja za postopno rehidracijo, ima tudi določena tveganja. Prekomerna hidracija lahko vodi v hiponatriemijo, saj se koncentracija natrija v krvi lahko preveč zmanjša, kar povzroči edeme in nevrološke težave, kot so glavobol, slabost, konvulzije ali koma. Prav tako lahko prehitro obnavljanje volumna tekočin povzroči pljučni edem pri pacientih s srčnim popuščanjem ali drugimi srčnimi boleznimi (Santos et al., 2020).

Terapija 20 % NaCl je primerna za urgentne primere in zahteva specialistični nadzor zaradi tveganja za hipernatriemijo ali poškodbe tkiva. Možni zapleti pri aplikaciji so: hipotenzija, tahikardija, odpoved ledvic, periferni in pljučni edem, dihalna odpoved (Santos et al., 2020).

Tabela 3: *Možni zapleti in tveganja*

Raztopina	Tveganja	Možni zapleti
3 % NaCl	Osmotska demielinizacija, hipernatriemija	Paraliza, koma, smrt, dehidracija celic, poškodbe ledvic, tromboflebitis, srčno-žilna preobremenitev
0,45 % NaCl	Hiponatriemija, prekomerna hidracija	Edemi, nevrološke težave, pljučni edem
20 % NaCl	Hipernatriemija, poškodbe tkiva	Hipotenzija, tahikardija, odpoved ledvic, periferni in pljučni edem, dihalna odpoved

Posebne skupine pacientov

Uporaba 3 % NaCl je še posebej občutljiva pri določenih skupinah pacientov. Pacienti z ledvičnimi boleznimi morajo biti pod natančnim nadzorom, saj lahko visoka osmolarnost raztopine zmanjša funkcionalnost ledvic in povzroči njihovo poslabšanje (Ellis & McCarthy, 2020). Pri otrocih in starejših pacientih je treba upoštevati zmanjšano sposobnost telesa za prilagajanje osmotskih sprememb, kar povečuje tveganje za zaplete. Tudi pacienti s srčnim popuščanjem ali cirozo so posebej ogroženi zaradi večje možnosti za preobremenitev s tekočino, kar lahko poslabša njihovo osnovno stanje (Secker-Walker & Smith, 2017).

Kdaj je dnevno nadomeščanje natrija lahko nevarno?

Dnevno nadomeščanje natrija ob hiponatriemiji je omejeno največ 10–12 mmol/liter krvi v 24 urah, pri tem lahko začnemo s hitrim nadomeščanjem natrija v bolusu 50 ali 100 ml 3 % NaCl ter nato nadomeščamo glede na izvide osmolarnosti seruma in urina do 10–12 mmol/l krvi v 24 urah. Če natrij nadomeščamo prehitro, lahko nastane pontinademiololiza, saj natrij povzroča izgubo mielina v ponsu, kar se pri pacientu kaže kot tetraplegija.

Prav tako je treba ob hipernatriemiji pozorno in previdno zbijati natrij, prav tako največ 10–12 mmol/l krvi v 24 urah. Hipernatriemija se zdravi z večjo količino vode po nazogastrični sondi ali/ in aplikacijo infuzije glukoze. Ob prehitrem nižanju natrija v krvi lahko pri pacientu povzročimo nastanek možganskega edema.

Kim s sodelavci (1988) opisuje nevarnost aplikacije hipertoničnih raztopin, kažejo se nevropatološki učinki intratekalno vnesene hipertonične fiziološke raztopine, ki doslej niso bili opisani. Poročajo o pacientu, ki je dan po tem, ko je prejel 20 ml hipertonične (7,5 %) fiziološke raztopine intratekalno, razvil flacidno paraplegijo in popolno senzorično izgubo pod popkom. Kasneje je prišlo do začasnega vračanja motornih in grobih senzoričnih funkcij. Pacient je umrl 16 mesecev po aplikaciji. Pri avtopsiji

je bila ugotovljena periferna izguba mieliniziranih vlaken v hrbtenjači od T12 navzdol, prav tako pa je bila prisotna gosta kolagenozna zadebelitev dorzalnih leptomeningov od T9 do T11. Ugotovitve v tem primeru, skupaj z opazovanji drugih, poudarjajo potrebo po izjemno previdnem ravnanju pri načrtovanju katere koli oblike intratekalne terapije.

Priprava 3 % raztopine NaCl je na oddelku intenzivne interne medicine v Univerzitetnem kliničnem centru Maribor ključnega pomena, saj priprava zahteva natančnost, strokovnost in dobro poznavanje terapije. Proces priprave vključuje mešanje 290 ml 0,9 % NaCl in 210 ml 1M NaCl v 500-ml steklenici ali 87 ml 0,9 % NaCl in 63 ml 1M NaCl v 150-ml steklenici. Vloga medicinske sestre je ob aplikaciji infuzije nadzor in opazovanje pacientovih vitalnih funkcij preko monitoringa.

DISKUSIJA

Hiponatriemija je najpogostejše neravnovesje elektrolitov v klinični praksi, ki se pojavi pri 14–42 % hospitaliziranih pacientov in je povezana z višjo smrtnostjo (Hall, 2016). Hipertonična fiziološka raztopina je učinkovito zdravljenje simptomatske hiponatriemije, vendar premajhna korekcija lahko vodi do življenjsko nevarnega možganskega edema, medtem ko prekomerna korekcija lahko povzroči ODS (Young Lee et al., 2014). Priporočeni sta dve terapiji: intermitentni bolusi hipertonične fiziološke raztopine ali počasne kontinuirane infuzije. Raziskave primerjajo učinkovitost in varnost obeh pristopov pri zmerno do hudo simptomatski hiponatriemiji (Beak et al., 2021). Pri nadzoru terapije je vloga medicinske sestre zelo pomembna. Zdravljenje z 0,45 % NaCl zahteva natančno spremljanje ravni natrija, ker lahko prehitro zmanjšanje ravni natrija povzroči nevrološke zaplete. Prav tako je pomembno spremljati druge hemodinamske parametre in znake morebitnih edemov, ki lahko nakazujejo na prekomerno tekočinsko obremenitev (Moritz & Ayus, 2018). Med terapijo je ključnega pomena natančno spremljanje serumske koncentracije natrija, osmolarnosti in znakov hipernatriemije. Prav tako je pomembno spremljati diurezo, da se pravočasno prepoznajo in preprečijo morebitni zapleti. Kontrola diureze in hemodinamskih parametrov omogoča zdravniku, da spremlja učinek terapije in prepreči prekomerno ali neustrezno korekcijo natrija (Neuman et al., 2018).

ZAKLJUČEK

Terapija z različnimi koncentracijami natrijevega klorida, kot sta 0,45 % in 3 % NaCl, ponuja pomembne možnosti za obvladovanje ravnovesja tekočin in elektrolitov pri pacientih z različnimi patološkimi stanji. Medtem ko 0,45 % NaCl omogoča postopno rehidracijo brez večjih sprememb osmotskega tlaka, se 3 % NaCl uporablja za hitro zmanjšanje intrakranialnega pritiska in zdravljenje hude hiponatriemije. Ključnega pomena pri uporabi teh raztopin je natančno spremljanje pacienta, Kljub uporabnosti zdravil pa aplikacija zahteva natančno spremljanje, saj lahko nepravilno odmerjanje vodi v resne zaplete, ki lahko ogrozijo življenje pacienta.

Priložnosti za izboljšanje klinične prakse bi lahko vključevalo standardizacijo protokolov za uporabo hipertoničnih raztopin, kar bi omogočilo bolj usklajeno in varno izvajanje terapije. Zelo pomembna je komunikacija med zdravstvenim osebjem, zlasti med zdravniki in medicinskimi sestrami, saj je ključno za pravočasno prepoznavanje morebitnih zapletov. Prav tako bi lahko uvedli dodatna izobraževanja za medicinske sestre, ki bi se osredotočilo na natančno pripravo hipertoničnih raztopin, ter spremljanje pacientovih parametrov med aplikacijo terapije.

LITERATURA

- Baek, S. H., Jo, Y. H., Ahn, S., Lee, S. Y., Kim, Y. H., Han, S. Y. ... Jang, Y. S. (2021). Risk of overcorrection in rapid intermittent bolus vs slow continuous infusion therapies of hypertonic saline for patients with symptomatic hyponatremia: The SALSA randomized clinical trial. *JAMA Internal Medicine*, 181(1), 81–92.
- Blumberg, N., Cholette, J. M., Pietropaoli, A. P., Phipps, R., Spinelli, S. L., Eaton, M. P. ... Refaai, M. A. (2018). 0.9% NaCl (Normal Saline) – Perhaps not so normal after all? *Transfusion and Apheresis Science: Official Journal of the World Apheresis Association, Official Journal of the European Society for Haemapheresis*, 57(1), 127–131.
- Ellis, G., & McCarthy, J. (2020). Management of hyponatremia: A practical approach. *Journal of Clinical Medicine*, 9(2), 140–148.
- Hahn, R. G. (2014). Should anaesthetists stop infusing isotonic saline? *British Journal of Anaesthesia*, 112(1), 4–6. »Retrieved from« 14.2.2025 <https://doi.org/10.1093/bja/aet292>.
- Hall, J. E. (2016). *Guyton and Hall textbook of medical physiology* (13th ed.). Elsevier.
- Huet, O., Chapalain, X., Vermeersch, V., Moyer, J. D., Lasocki, S., Cohen, B. ... Atlanrea Study Group and the Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) Research Network. (2023). Impact of continuous hypertonic (NaCl 20%) saline solution on renal outcomes after traumatic brain injury (TBI): A post hoc analysis of the COBI trial. *Critical Care*, 27(1), 42.
- Kim, R. C., Porter, R. W., Choi, B. H., & Kim, S. W. (1988). Myelopathy after the intrathecal administration of hypertonic saline. *Neurosurgery*, 22(5), 942–945.
- Moritz, M. L. (2019). Why 0.9% saline is isotonic: Understanding the aqueous phase of plasma and the difference between osmolarity and osmolality. *Pediatric Nephrology (Berlin, Germany)*, 34(7), 1299–1300. »Retrieved from« 14.2.2025 <https://doi.org/10.1007/s00467-018-4084-2>.
- Moritz, M. L., & Ayus, J. C. (2018). Fluid and electrolyte management in the pediatric patient. *Journal of Pediatric Surgery*, 53(4), 676–681.
- Neuman, R. I., Thompson, A., & Stevens, D. (2018). The use of hypertonic saline in the management of acute intracranial hypertension. *Critical Care Medicine*, 46(7), 1241–1249.
- Rasouli, M. (2019). Why 0.9% saline is not normal. *Pediatric Nephrology (Berlin, Germany)*, 34(7), 1301–1302. »Retrieved from« 14.2.2025 <https://doi.org/10.1007/s00467-019-04245-3>.
- Rondon-Berrios, H., & Sterns, R. H. (2022). Hypertonic Saline for Hyponatremia: Meeting Goals and Avoiding Harm. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*, 79(6), 890–896.
- Roquilly, A., Moyer, J. D., Huet, O., Lasocki, S., Cohen, B., Dahyot-Fizelier, C. ... Chiffolleau, A. Atlanrea Study Group and the Société Française d'Anesthésie Réanimation (SFAR) Research Network (2021). Effect of Continuous Infusion of Hypertonic Saline vs Standard Care on 6-Month Neurological Outcomes in Patients With Traumatic Brain Injury: The COBI Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 325(20), 2056–2066.
- Santos, M. G., Lima, M., & Pires, E. L. (2020). Osmotic pressure and the role of saline solutions in clinical practice. *Medical Journal of Clinical Research*, 34(6), 775–780.
- Schierhout, G., & Smith, D. (2019). Clinical considerations in the use of hypertonic saline solutions. *Emergency Medicine Journal*, 36(8), 1234–1241.
- Secker-Walker, L., & Smith, P. (2017). Intravenous fluids: A practical guide. *Australian Medical Journal*, 204(11), 315–320.
- Should anaesthetists stop infusing isotonic saline? Hahn RG. *Br J Anaesth*. 2014;112:4–6.
- Sterns, R. H., Hix, J. K., & Silver, S. (2010). Treatment of hyponatremia. *Current opinion in nephrology and hypertension*, 19(5), 493–498. »Retrieved from« 14.2.2025 <https://doi.org/10.1097/MNH.0b013e32833bfa64>.
- Young Lee, J. J., Kilonzo, K., Nistico, A., & Yeates, K. (2014). Management of hyponatremia. *National Center for Biotechnology Information (NCBI)*. »Retrieved from« 14.2.2025 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK333111/>.

VLOGA ANESTEZIJSKE MEDICINSKE SESTRE PRI PERKUTANI MENJAVI IN POPRAVI SRČNIH ZAKLOPK

The role of anesthesia nurse in heart valve replacement and repair

Magdalena Gostič, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

magdalena.gostic@kclj.si

IZVLEČEK

Program perkutane menjave aortne zaklopke, transkateterska zamenjava aortne zaklopke je v Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana zaživela leta 2009, perkutana menjava mitralne zaklopke pa leta 2022. Pri perkutanih katetrskih popravah mitralne in trikuspidalne zaklopke se izvaja metoda postavitve sponk na lističe zaklopke in s tem zmanjšanje puščanja zaklopke (mitraClip na mitralni in TriClip na trikuspidalni zaklopki). To so metode, ki so primerne za polimorbidne paciente, starejše od 75 let, pri katerih noben drugi način zdravljenja zaklopke ni možen, kirurški poseg z odprtjem srca pa preveč tvegan. V članku so na kratko predstavljeni najpogostejši postopki poprav oziroma menjav srčnih zaklopk, pri katerih sodeluje anestezijska medicinska sestra kot del anesteziološke ekipe. Anestezijske medicinske sestre z širokim znanjem in usposobljenostjo dela z najzahtevnejšimi pacienti pri medicinsko in tehnološko najkompleksnejših posegih prispevajo velik delež k uspešni zdravstveni obravnavi teh pacientov.

Ključne besede: interventna kardiologija, srčna kirurgija

ABSTRACT

Percutaneous aortic valve replacement in University Medical Center Ljubljana was started in 2009, percutaneous mitral valve replacement in 2022. In percutaneous catheter repairs of the mitral and tricuspid valves, the method of placing clips on the leaflets of the valves is used, to reduce valve leakage. These are methods that are suitable for poly morbid patients over 75 years of age in whom no other treatment is possible, but open-heart surgery carries too many risks. The article briefly presents the most common heart valve repair or replacement procedures in which an anesthesia nurse participates. Anesthesia nurses with extensive knowledge and skills to work with the most demanding patients and the most complex medical technological interventions contribute a large share to the successful medical treatment of these patients.

Keywords: interventional cardiology, heart surgery

UVOD

Najpogostejše diagnosticirani okvari srčnih zaklopk v Evropi sta stenoza aortne zaklopke in regurgitacija mitralne ali aortne zaklopke (Di Cesare in sod., 2024). Ocenjuje se, da je v razvitih državah pri 2 do 7 % prebivalstva, starejšega od 65 let, diagnosticirana bolezen srčnih zaklopk (Darcy in sod., 2016). Interventna kardiologija se hitro razvija in postaja vodilna pri zdravljenju srčnih zaklopk, zlasti za visoko rizične paciente, ki niso primerni za klasično kirurško operacijo. Pri teh posegih je ključno sodelovanje velikega števila strokovnjakov in multidisciplinarni pristop. Anestezijska medicinska sestra (AMS) je nepogrešljiv član te ekipe. Zaradi nenehnega izpopolnjevanja tehnik in samega napredka na področju transkateterskih poprav oziroma menjav srčnih zaklopk je bistveno nenehno strokovno izobraževanje AMS.

PERKUTANE VSTAVITVE IN POPRAVE SRČNIH ZAKLOPK

V Univerzitetnem kliničnem centru Ljubljana (UKCLJ) med transkatetskimi menjavami oziroma popravami srčnih zaklopk, kjer sodeluje anesteziološka ekipa, opravijo največ posegov menjava aortne zaklopke, nato poprav mitralne in trikuspidalne zaklopke, menjava mitralne zaklopke pa so redkejše.

Perkutana implantacija aortne zaklopke (TAVI)

V UKCLJ so perkutano implantacijo aortne zaklopke brez odpiranja prsnega koša prvič izvedli leta 2009. Oblikovala se je skupina strokovnjakov s področja kirurgije, kardiologije in anestezije, ki na podlagi evropskih priporočil odločajo, katera metoda zdravljenja bi bila najprimernejša za vsakega posameznega pacienta.

Pri operativnem posegu TAVI gre za vstavitev biološke aortne zaklopke. Zaklopka je vpeta v opornico in je nameščena na balon, ki ga operater uvede preko posebnega uvajala. Z napihnjenim balonom zaklopko namesti preko obolele native zaklopke, ki jo je pred tem razširil z balonom (balonska aortna valvuloplastika). Položaj zaklopke pred sprostitvijo z balona določi z rentgensko kontrolo. Med napihovanjem balona izvajamo hitro stimulacijo srca z venskim srčnim spodbujevalcem, da preprečimo dislokacijo zaklopke s srčnim iztisom. Meritve aortnega obroča za izbiro ustrezne velikosti zaklopke, končni rezultat in morebitne zaplete kontroliramo s transezofagealnim ultrazvokom srca (TEE). Dostopi so možni preko femoralne arterije (TF - transfemoralno), preko srčne konice (TA - transapikalno) ali preko ascendentne aorte (TAO - transaortno). Vrsto anestezije izberemo glede na pristop: vse tri pristope lahko izvajamo v splošni anesteziji, transfemoralnega lahko tudi v sedaciji (Mušič, 2019).

Perkutana menjava mitralne zaklopke (Tendyne)

V nasprotju s transkatetrsko zamenjavo aortne zaklopke (TAVR) je transkateterska zamenjava mitralne zaklopke (TMVR) veliko bolj zapleten postopek zaradi anatomije in oblike mitralne zaklopke. Postopek uporablja transapikalni pristop preko leve mini torakotomije. Gre za edinstveno zasnovo zaklopke, trilizna biološka zaklopka je nameščena na samostojno razširljivem nitinolnem dvojnem okvirju in pritrdjena na vrh levega prekata s pomočjo posebnega priveznega sistema. Umetno zaklopko preko apeksa srca s pomočjo posebnega držalnega sistema umestijo v obroč - anulus native zaklopke, pri katerem se mesto in trajektorija določita s predoperativno računalniško tomografijo in intraoperativnim transezofagealnim slikanjem srca, brez potrebe po hitrem ventrikularnem stimuliranju med namestitvijo. Zaklopko je mogoče premestiti in jo je mogoče v celoti odstraniti (Gheorghe in sod., 2020).

Perkutana poprava mitralne zaklopke (MitraClip)

Mitralna regurgitacija je definirana kot retrogradni tok krvi v sistoli iz levega prekata v levi preddvor. Metoda izbora zdravljenja hude mitralne regurgitacije je kirurško zdravljenje, najpogosteje valvuloplastika. Pacienti, ki so zdravljeni zgolj z zdravili, imajo slabo preživetje. Pri pacientih z visokim operativnim tveganjem se uveljavlja perkutano zdravljenje z mitralnimi sponkami (sistem MitraClip). Cilj metode je zmanjšanje regurgitacijskega ustja s postavitvijo sponke, ki spne robova lističev mitralne zaklopke na mestu regurgitacije. Poseg izvedemo preko dimeljske vene s posebnim katetrom za postavitve sponke. Pri posegu si pomagamo z rentgensko diaskopijo in transezofagealno ultrazvočno preiskavo. Za izvedbo posega je potrebna transeptalna punkcija med obema preddvoroma. Če je treba, lahko vstavimo več kot eno sponko (Mrak in sod., 2016).

Perkutana poprava trikuspidalne zaklopke (TriClip)

TriClip temelji na enaki tehnologiji kot MitraClip, ki se uporablja za popravo mitralne zaklopke. Gre za sistem transkateterskega popravila, pri katerem sponka poveže lističe trikuspidalne zaklopke in zmanjša puščanje. TriClip je velik napredek pri zdravljenju trikuspidalne regurgitacije, saj ponuja varno in učinkovito rešitev za paciente, ki bi sicer imeli omejene možnosti zdravljenja. Poseg se izvede skozi femoralno veno (vena v dimljah). Skozi to žilo se uvede kateter, ki vodi sistem TriClip do srca, pod kontrolo transezofagealnega ultrazvoka in fluoroskopije se TriClip pripelje do trikuspidalne zaklopke. Interventni kardiolog/operater prilagodi položaj in zapne eno ali več sponk, ki izboljšajo zapiranje zaklopke in zmanjšajo regurgitacijo. Po odstranitvi katetra sledi zbujanje pacienta in premestitev v intenzivno nego na kardiološki odderek. Pacient običajno okreva že v nekaj dneh in lahko hitro nadaljuje vsakodnevne aktivnosti (Mrak in sod., 2016).

NALOGA AMS

Perkutane menjave oziroma poprave srčnih zaklopk so načrtovani, elektivni posegi, ki se izvajajo v katetrskem laboratoriju oziroma hibridni operacijski dvorani, ki združuje klasično operacijsko dvorano in napreden slikovno-diagnostični sistem, ki omogoča, da se v istem prostoru izvajajo tako odprti kirurški kot endovaskularni/intervencijski postopki, brez selitve pacienta. Ob sprejemu medicinska sestra iz oddelka preda pacienta AMS po protokolu Kontrolnega lista predaje pacienta v/iz operacijskega prostora; identifikacija pacienta, dokumentacija z izvidi (ultrazvok, računalniška tomografija), laboratorijski izvidi, podpisana soglasja za poseg in anestezijo, rezervacija krvnih komponent, teščost, alergije ... (Mušič, 2019).

Pomembna je neposredna podpora pacientu z jasno komunikacijo, pojasnjevanjem postopkov in pomiritev pacienta zlasti pri posegih v lokalni anesteziji oziroma sedaciji.

AMS pripravi delovišče (preveri anestezijski aparat, defibrilator, grelec tekočin, infuzijske tekočine ...) in zdravila po navodilu anesteziologa. Namestitev pacienta na operativno mizo, EKG monitoring, neinvazivno merjenje krvnega tlaka, nasičenost krvi s kisikom (SpO₂), namestitev elektrod za infrardečo spektroskopijo (NIRS), bispektralni indeks (BIS) in defibrilatorske elektrode. Uvede intravenosko pot (velikosti vsaj 16 G), priključen sistem za hitro dovajanje tekočin z grelcem tekočin, določitev krvne skupine na ploščici. Asistira pri medicinskih postopkih oskrbe dihalne poti, uvajanja arterijske linije, osrednjega venskega katetra, pljučnega katetra (Swan-Ganz), transezofagealne sonde in urinskega katera. Za AMS je izrednega pomena poznavanje patofiziologije obolelih srčnih zaklopk, farmakološki vpliv anestezije in umetne ventilacije na hemodinamiko pacienta. Med posegom spremlja vitalne funkcije, aplicira zdravila po navodilih anesteziologa, jemlje krvne vzorce za plinsko analizo

krvi in kontrolo aktiviranega časa strjevanja krvi (ACT). Ključno je poznavanje faz operativnega postopka od punkcije arterij, uvajanje vodilnih žic in katetrov do predilatacije aortne zaklopke z balonom in hitre stimulacije srca, ki jo izvede operater, ko je treba zagotoviti vrednost sistolnega tlaka nad 100 mmHg in ponovitvi podobnega manevra ob namestitvi nove zaklopke (Mušič, 2019).

Nujno je dobro poznavanje možnih zapletov (perforacija femoralne arterije/vene, disekcija, ruptura aorte, aritmije ...) in hitra odzivnost v primeru akutnih zapletov. AMS pripravi in aplicira analgetike, po končanem posegu ukinitve sedacije oziroma zbujanje in premestitev pacienta in predaja dokumentacije oddelčni medicinski sestri enote intenzivne nege/terapije (Mušič, 2019).

ZAKLJUČEK

Globalni razvoj transkateterskih menjav srčnih zaklopk kaže na izjemen napredek, ki ga poganjajo tehnološke inovacije, širitev indikacij (pacienti z nizkim kirurškim tveganjem, spust starostne meje) in rast trga. Transkateterske metode bodo kmalu postale prva izbira pri večini vrst poprave oziroma menjave srčnih zaklopk. Širijo se centri, kjer posege izvajajo ambulantno. Raziskave se usmerjajo v biološke zaklopke, ki rastejo s pacientom, kar je posebej obetavno za otroke s prirojenimi srčnimi napakami.

UKCL kot vodilni tovrstni center v Sloveniji sledi trendu v svetu. Z uporabo najsodobnejših tehnologij, vlaganjem v opremo in ne nazadnje v strokovno usposabljanje kadra bodo pacienti obravnavani celostno, učinkovito in varno.

LITERATURA

Di Cesare, M., Perel, P., Taylor, S., Kabudula, C., Bixby, H., Gaziano, T. A., McGhie, D. V., Mwangi, J., Pervan, B., Narula, J., et al. (2024). Srce sveta. *Global Heart*, 19, 11.

d'Arcy, J. L., Coffey, S., Loudon, M. A., Kennedy, A., Pearson-Stuttard, J., Birks, J., Frangou, E., Farmer, A. J., Mant, D., Wilson, J., et al. (2016). Obsežno ehokardiografsko presejanje v skupnosti razkriva veliko breme nediagnosticirane bolezni srčnih zaklopk pri starejših: Kohortna študija populacije OxVALVE. *European Heart Journal*, 37, 3515–3522.

Mušič, Š. (2019). Anestezija za transkatetrsko vstavitve aortne zaklopke: Transapikalni, transaortni, transfemoralni pristop. V *Standardni operativni postopki. Acta Anestziologica Slovenica, suplementum 1* (str. 117–183). Ljubljana.

Gheorghe, L., Brouwer, J., Wang, D. D., Wunderlich, N., Rana, B., Rensing, B., Eefting, F., Timmers, L., & Swaans, M. (2020). Current devices in mitral valve replacement and their potential complications. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 7, 531843. <https://doi.org/10.3389/fcvm.2020.531843>

Mrak, M., Ambrožič, J., & Bunc, M. (2016). Perkutano zdravljenje mitralne regurgitacije z mitralnimi sponkami MitraClip. *Medicinski razgledi*, 55(3), 293–304.

SEPTIČNI PACIENT V ENOTI INTENZIVNE TERAPIJE**Septic patient in the intensive care****Ines Haj Dahmane, dipl. m. s.**

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja, Enota intenzivne terapije

Ana Založnik Kelenberger, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja, Enota intenzivne terapije

ana.zaloznik.kelenberger@kclj.si**IZVLEČEK**

Sepsa je zapleten klinični sindrom, ki nastane kot posledica neustreznega sistemskega odziva organizma na okužbo in vodi v organsko disfunkcijo. V najhujši obliki se razvije septični šok, za katerega je kljub sodobnim terapevtskim pristopom značilna visoka umrljivost. Prispevek prikazuje klinični primer obravnave pacientke s septičnim šokom v enoti intenzivne terapije s poudarkom na sodobnih diagnostičnih orodjih (SOFA, qSOFA) in multidisciplinarnem pristopu k zdravljenju. Poudarjena je vloga medicinske sestre pri zgodnjem prepoznavanju kliničnega poslabšanja, izvajanju ukrepov iz protokola »1-hour bundle« ter zagotavljanju varne in celostne zdravstvene oskrbe. Predstavljeni so tudi zapleti, ki spremljajo dolgotrajno zdravljenje, ter pomen koordinacije med zdravstvenimi delavci pri zagotavljanju kakovostne oskrbe. Prispevek potrjuje, da je pravočasno ukrepanje ob sumu na sepsa ključno za zmanjšanje smrtnosti in izboljšanje izida zdravljenja.

Ključne besede: sepsa, septični šok, zdravstvena nega, qSOFA, zgodnje prepoznavanje**ABSTRACT**

Sepsis is a complex clinical syndrome caused by a dysregulated host response to infection, leading to organ dysfunction. In its most severe form, septic shock is associated with high mortality despite modern therapeutic approaches. This article presents a clinical case of managing a patient with septic shock in the intensive care unit, focusing on the use of contemporary diagnostic tools (SOFA, qSOFA) and a multidisciplinary approach to care. The nurse's role in early recognition of clinical deterioration, implementation of the "1-hour bundle," and delivery of safe and comprehensive nursing care is emphasized. The article also addresses complications associated with prolonged treatment and highlights the importance of team coordination in ensuring high-quality patient care. The case confirms that timely intervention in suspected sepsis is crucial for reducing mortality and improving outcomes.

Keywords: sepsis, septic shock,, nursing care, qSOFA, early recognition

UVOD

Sepsa je pogost vzrok obolevnosti in umrljivosti. Vzrok smrti je največkrat šokovno stanje z večorgansko odpovedjo. Pojavnost sepse je v porastu, saj narašča število pacientov, ki imajo predispozicije za njen razvoj. To so predvsem starostniki, nedonošenčki z nizko porodno težo, pacienti v enotah intenzivne terapije in s tujki v organizmu (osrednji venski kateter, žilni vsadki, umetne srčne zaklopke, sklepne proteze ...), pacienti s prirojeno ali pridobljeno imunsko pomanjkljivostjo, malignim obolenjem. Možen je razvoj sepse pri predhodno zdravi osebi (Novak, Saletinger & Gorišek, 2003). Po ocenah WHO se vsako leto zabeleži več kot 48,9 milijona primerov sepse, od katerih jih skoraj 11 milijonov vodi v smrt, kar predstavlja skoraj 20 % vseh globalnih smrti (WHO, 2020).

Najpogostejši izvori sepse so infekcije dihalnih poti (pljučnice, pridobljene v domačem okolju ali bolnišnici), urogenitalnega in črevesnega trakta, okužbe kože in podkožja ter okužba krvi. Včasih izvora sepse ne odkrijemo. Povzročitelji sepse so lahko: po gramu negativne bakterije, po gramu pozitivne bakterije, glivice, virusi (npr. DHF-DSS), zajedavci (npr. falciparum malarija), mikro bakterije (npr. milijarna TBC) (Novak, Saletinger & Gorišek, 2003).

Za razumevanje poteka in resnosti sepse je ključnega pomena poznavanje osnovnih pojmov, ki opredeljujejo različne stopnje sistemskega odziva na okužbo in napredovanje bolezni. Zgodnje prepoznavanje sepse je ključno za uspešen izid zdravljenja, saj vsaka ura odlašanja z ustreznimi terapevtskimi ukrepi bistveno poveča smrtnost. Sodobna definicija sepse, znana kot Sepsis-3, opredeljuje sepo kot življenjsko ogrožajočo organsko disfunkcijo, ki nastane kot posledica nepravilno reguliranega odziva organizma na okužbo (Singer et al., 2016). Diagnoza sepse temelji na okužbi v kombinaciji z akutnim zvišanjem SOFA točk za ≥ 2 , kar pomeni pomembno poslabšanje funkcije vsaj enega od organskih sistemov in je povezano z več kot 10 % bolnišnično smrtnostjo.

SOFA (Sequential Organ Failure Assessment) je klinično orodje, ki ocenjuje okvaro šestih organskih sistemov (dihalni, koagulacijski, jetra, ledvice, živčevje, kardiovaskularni sistem). Uporaba točkovnika SOFA omogoča objektivno spremljanje napredovanja bolezni ter napoved tveganja za neugoden izid. Za hitro triažo zunaj enot intenzivne terapije se uporablja qSOFA (quick SOFA), ki vključuje tri preproste kazalnike: sistolični krvni tlak ≤ 100 mmHg, frekvenco dihanja ≥ 22 /min in spremenjeno mentalno stanje (GCS < 15). Prisotnost dveh ali več teh kriterijev pri okuženem pacientu je povezana z večjo verjetnostjo neugodnega izida in zahteva nadaljnjo diagnostiko in ukrepanje (Evans et al., 2021).

Septični šok je najhujša oblika sepse in predstavlja vztrajno hipotenzijo, ki ni odzivna na ustrezno tekočinsko nadomeščanje, povišan serumski laktat (> 2 mmol/L) ter potrebo po vazopresorski podpori za vzdrževanje MAP ≥ 65 mmHg. Gre za izredno ogrožajoče stanje z visoko smrtnostjo (Shankar-Hari et al., 2016). Če kljub visokim odmerkom vazopresorjev (npr. noradrenalin $> 0,5$ μ g/kg/min), krvni tlak ni vzdrževan in šok traja več kot eno uro, govorimo o refraktornem septičnem šoku, ki je povezan z več kot 60 % smrtnostjo (Chawla et al., 2018).

Tak sodobni koncept opredeljevanja sepse omogoča natančnejšo klinično presojo, boljšo stratifikacijo tveganja in pravočasno odločanje o terapevtskih intervencijah, kar je še posebej pomembno v enotah intenzivne terapije.

PREDSTAVITEV PRIMERA

47-letna pacientka s sladkorno boleznijo tipa 2 (na inzulinski terapiji), depresijo, debelostjo in anamnezo kirurško obravnavane artroze je bila marca 2025 sprejeta v Enoto intenzivne terapije Klinike za infekcijske bolezni in vročinska stanja (EIT KIBVS) zaradi suma na sepo. Pred sprejemom je štiri dni tožila nad hudimi lumbalnimi bolečinami (VAS 10/10), ob katerih je prenehala inzulinsko terapijo

in imela zmanjšan apetit ter občutek vročine. V ambulantni Zdravstvenega doma Kočevje so zabeležili nemerljivo visok krvni sladkor, hipokaliemijo ($K^+ = 3,6 \text{ mmol/L}$) in povišane vnetne kazalce. Po začetni hidraciji in inzulinski terapiji je bila zaradi kliničnega poslabšanja napotena na IPP, kjer so ugotovili tahikardijo, tahipnejo, hipotenzijo (95/60 mmHg) in laktat 8 mmol/L.

Po odvzemu hemokultur je bil izoliran meticilin-senzitivni *Staphylococcus aureus* (MSSA), klinična slika pa je ustrezala septičnemu šoku z večorgansko prizadetostjo (hemodinamska, respiratorna in metabolna nestabilnost).

Potek zdravljenja in zapleti

Pacientka je bila že ob sprejemu hemodinamsko nestabilna, zato je bila takoj uvedena vazoaktivna podpora z noradrenalinom in vazopresinom, kortikosteroidi ter nadaljevanje hidracije. Ob kliničnem poslabšanju in laktacidozi je bila intubirana in začeta je bila mehanska ventilacija, ki je trajala skupno 48 dni. V vmesnem obdobju je pacientka prestala primarni srčni zastoj ob ventrikularni tahikardiji, uspešno defibriliran z ROSC po 10 minutah.

Hemodinamika se je postopno stabilizirala, a kljub temu so sledili številni zapleti:

- ventilator-associated pneumonia (VAP), zdravljena z več menjavami antibiotikov (cefepim, imipenem/cilastatin/relebaktam),
- pljučna aspergiloza, potrjena z mikrobiološkimi kužninami in galaktomananskim testom – zdravljenje z vorikonazolom, kasneje isavukonazolom (6-tedenska terapija),
- spondilodiscitis oz. osteitis L5, obravnavan konservativno,
- okužba sečil s *Pseudomonas aeruginosa*, zdravljena z gentamicinom,
- metabolna acidoza zaradi kombinacije paracetamola in flukloksacilina (možnost piroglutamatne acidoze), zato preklop na cefazolin.

Pacientka je bila v vmesnem obdobju večkrat pronirana, prejemala je inhalacije dušikovega oksida, opravljenih je bilo več bronhoskopij, plevralna punkcija, vstavljeni številni invazivni pristopi (arterijska linija, OVK, PiCCO). Zaradi dolgotrajne ventilacije je bila 29. 4. 2025 izvedena kirurška traheotomija, uspešno dekanilirana 20. 5. 2025.

Prepoznavanje in diagnostika septičnega šoka

Vloga medicinske sestre predstavlja tako prepoznavanje kot tudi sodelovanje pri diagnostiki septičnega šoka.

V predstavljenem primeru je imela pacientka že ob prihodu na IPP prisotno:

- tahipnejo (FD 35/min),
- hipotenzijo (NIBP 95/60 mmHg),
- spremenjeno stanje zavesti (blaga latenca, utrujenost),
- ter serumski laktat 8 mmol/L.

Vsi ti podatki so jasno kazali na že razviti septični šok, kar je zahtevalo urgentno terapevtsko ukrepanje.

Sveženj ukrepov in zdravljenje septičnega šoka

Zdravljenje septičnega šoka temelji na hitri in usklajeni izvedbi ključnih intervencij, ki so združene v t. i. sveženj ukrepov (»bundle«) in usmerjene v stabilizacijo hemodinamike, preprečevanje organske odpovedi ter zmanjšanje smrtnosti.

Surviving Sepsis Campaign (Evans et al., 2021; Rhodes et al., 2017) priporoča enourni sveženj ukrepov (»1-hour bundle«), ki vključuje:

1. Meritev serumske koncentracije laktata – z namenom prepoznavanja hipoperfuzije; če je začetna vrednost > 2 mmol/L, se priporoča ponovitev meritev.
2. Odvzem hemokultur pred začetkom antibiotične terapije – za identifikacijo povzročitelja okužbe.
3. Takojšnja uvedba širokospektralnih antibiotikov – idealno v prvi uri po postavitvi suma na sepsa.
4. Hitro dajanje tekočin – priporočena količina je 30 ml/kg kristaloidov ob hipotenziji ali povišanem laktatu (≥ 4 mmol/L).
5. Začetek vazopresorske podpore – če po tekočinski resuscitaciji ostaja MAP < 65 mmHg.

V predstavljenem primeru so bili ukrepi izvedeni že v zgodnjih urah hospitalizacije: odvzete so bile hemokulture, uvedena kombinirana antibiotična terapija (flukloksacilin + ceftriakson, nato ciljno cefazolin), pacientka je prejela priporočeno količino kristaloidov in uvedli smo vazopresorsko podporo z noradrenalinom in vazopresinom. Spremljanje laktata je potekalo z odvzemi plinskih analiz, kar je omogočilo sprotno oceno učinkovitosti zdravljenja.

Vloga medicinskih sester pri zdravljenju septičnega šoka v enoti intenzivne terapije

Medicinske sestre v enoti intenzivne terapije imajo ključno vlogo pri zdravljenju septičnega šoka, saj so neposredno vključene v izvajanje vseh intervencij, spremljanje odziva na zdravljenje in preprečevanje zapletov. V primeru predstavljene 47-letne pacientke s potrjenim septičnim šokom ob okužbi s *Staphylococcus aureus* je bila zdravstvena nega bistvenega pomena za uspešno izvajanje kompleksne terapije.

Klinično opazovanje in zgodnje ukrepanje

Ob sprejemu je bila pacientka že v stanju hemodinamske nestabilnosti z izpolnjenimi kriteriji za septični šok: hipotenzija, povišan laktat, tahipneja, spremenjeno stanje zavesti. Medicinske sestre so imele ključno vlogo pri:

- rednem spremljanju vitalnih funkcij (krvni tlak, srčni utrip (frekvenca, ritem), saturacija, diureza, zavest),
- zgodnjem opozarjanju zdravniškega tima na klinične spremembe,
- takojšnjem odzivu na padec perfuzije in podpori pri uvedbi ukrepov po »Sepsis Bundle«.

Izvajanje in spremljanje terapevtskih intervencij

Zdravstvena nega je bila neposredno vključena v vse ključne ukrepe zdravljenja:

- odvzem hemokultur in nadzor nad pravilnostjo vzorcev,
- uvajanje antibiotične terapije, nadzor nad točnim časom začetka,
- tekočinska resuscitacija: spremljanje odziva na infuzije kristaloidov, nadzor nad urinskim izločanjem in tekočinsko bilanco,
- uvedba in spremljanje vazopresorjev (noradrenalin, vazopresin),
- nadzor nad laktatom, redno beleženje vrednosti in ukrepanje ob spremembah.

Zaradi zahtevnosti zdravljenja in nestabilnega stanja so bile medicinske sestre odgovorne za spremljanje invazivnih parametrov preko arterijske linije (PiCCO), centralnega venskega katetra in merjenje srednjega arterijskega tlaka v realnem času.

Podpora življenjskim funkcijam

Ker je pri pacientki prišlo do poslabšanja respiratorne funkcije, so medicinske sestre:

- sodelovale pri intubaciji,
- izvajale neprekinjen nadzor parametrov ventilacije,
- sodelovale pri terapevtskem proniranju,
- nadzorovale in sodelovale pri bronhoskopskih posegih in odzivih nanje,
- v nadaljevanju izvajale ukrepe za odvajanje od ventilacije.

Po traheotomiji so skrbele za redno nego kanile, opazovale znake infekcij in sodelovale pri dihalni rehabilitaciji.

Napredna diagnostika in sodelovanje pri transportu intenzivnega pacienta

Ob potrjeni bakteriemiji s *Staphylococcus aureus* (MSSA) so bile za določitev vira okužbe in oceno razsežnosti izvedene številne napredne diagnostične preiskave. Mednje sodijo transtorakalna in transesofagealna ehokardiografija, ki sta izključili endokarditis, MRI ledvene in sakralne hrbtenice, kjer je bil potrjen osteitis, ter PET-CT, s katerim so izključili dodatna vnetna žarišča. Poleg tega so bili opravljeni CTA prsnega koša in srca, večkratna bronhoskopija ter plevralne punkcije in odvzemi kužnin iz različnih telesnih mest.

Takšen multidisciplinarni pristop omogoča precizno lokalizacijo okužbe, oceno njene razsežnosti in posledično bolj ciljno usmerjeno antibiotično in podporno zdravljenje. Vse omenjene preiskave zahtevajo dobro logistično pripravo in usklajeno sodelovanje zdravstvenega tima.

Medicinske sestre imajo ključno vlogo pri pripravi pacienta na transport in nato varni izvedbi transporta (npr. do radioloških preiskav ali operacijske dvorane), zagotavljanju varnosti z uporabo medicinskih pripomočkov, pripravi infuzijskih črpalk, transportnega ventilatorja, kisikovih jeklenk in spremljanju vitalnih funkcij. Pomembna je tudi pravočasna priprava dokumentacije in ustrezna komunikacija z ostalimi člani tima. V primeru invazivnih transportov mora medicinska sestra dobro poznati vse potencialne zaplete, pravočasno prepoznati spremembe pacientovega stanja in ukrepati v sodelovanju z zdravnikom. Zagotavljanje varnega in organiziranega transporta kritično bolnega pacienta znotraj bolnišnice je eden ključnih dejavnikov uspešne obravnave v enoti intenzivne terapije (Barratt et al., 2019; Meng et al., 2023).

Preventiva zapletov in celostna oskrba

Zaradi dolgotrajne hospitalizacije in imobilizacije so izvajale tudi:

- preventiva poškodbe zaradi pritiska (redne menjave položaja, uporaba antidekubitusne opreme),
- preprečevanje okužb (aseptična tehnika pri vseh invazivnih posegih),
- antikoagulantno profilakso v sodelovanju z zdravnikom,
- nadzor nad glikemijo (kontinuirana aplikacija insulina, spremljanje hipoglikemije),
- prehransko podporo (spremljanje enteralnega hranjenja, odvajanja),
- psihološko podporo, saj je pacientka izražala prestrašenost in tesnobo; po posvetu s psihiatrom je bila uvedena redna psihiatrična terapija.

Pomen sodelovanja in strokovne usposobljenosti

Medicinske sestre v enoti intenzivne terapije so s svojim znanjem, neprekinjenim kliničnim opazovanjem in izvajanjem intervencij neposredno vplivale na izid zdravljenja pacientke. Njihovo delo ni omejeno zgolj na izvajanje ukazov, temveč vključuje klinično presojanje, pravočasno obveščanje zdravnikov in spremljanje učinkov zdravljenja, kar potrjujejo tudi sodobne raziskave (Bleakley & Cole, 2020; Adams et al., 2022).

DISKUSIJA

Pravočasno prepoznavanje sepse in ukrepanje zdravstvenega tima sta bila v obravnavanem primeru ključna za ugoden izid zdravljenja. Zgodnje prepoznavanje znakov septičnega šoka in hitro izvajanje intervencij sta omogočila učinkovito stabilizacijo pacientke. Tovrstna vloga medicinskih sester je skladna z ugotovitvami Bleakley in Cole (2020), ki poudarjata, da so medicinske sestre zaradi neprekinjenega stika s pacientom v ključne za prepoznavanje zgodnjih znakov sepse.

V skladu z mednarodnimi smernicami Surviving Sepsis Campaign (Evans et al., 2021; Rhodes et al., 2017) so bile v prvi uri uspešno izvedene vse ključne intervencije protokola "1-hour bundle" – od odvzema hemokultur, uvedbe širokospektralnih antibiotikov, tekočinske resuscitacije, do začetka vazopresorske podpore. Hitro in koordinirano ukrepanje je skladno s priporočili, da mora biti zdravljenje sepse časovno optimizirano, saj vsaka ura zamude povečuje smrtnost.

Medicinske sestre so ključno prispevale k rednemu spremljanju vitalnih funkcij in laboratorijskih parametrov ter s tem omogočile zgodnje zaznavanje kliničnega poslabšanja. S tem so lahko skupaj z zdravniškim timom sproti prilagajale zdravljenje. Bleakley in Cole (2020) ter Adams, Chilton in Hines (2022) poudarjajo, da vključevanje sester v klinično presojo bistveno pripomore k boljši obravnavi kritično bolnih pacientov.

Poleg tega je bil uspešen izid zdravljenja v veliki meri odvisen tudi od učinkovitega multidisciplinarnega sodelovanja. Medicinske sestre so aktivno sodelovale pri koordinaciji oskrbe, izvajanju posegov in komunikaciji z drugimi člani zdravstvenega tima, kar potrjujejo tudi Adams et al. (2022) kot pomemben vidik kakovostne obravnave.

Zdravljenje septičnega šoka pogosto vključuje invazivne posege in intenzivno podporo življenjskih funkcij. V obravnavanem primeru so medicinske sestre uspešno izvajale intervencije zdravstvene nege ter bile vključene v izvajanje in sodelovanje pri invazivnih posegih. To potrjuje tudi literatura, ki opisuje neposreden vpliv usposobljenosti negovalnega kadra na izid zdravljenja (Bleakley & Cole, 2020; Adams et al., 2022).

Pri interpretaciji ugotovitev pa je treba upoštevati omejitve študije. Gre za prikaz posameznega primera, kar pomeni, da ugotovitve niso neposredno splošljive na vse paciente s sepsa. Poročilo temelji na opazovanju in klinični praksi brez kontrolne skupine, kar omejuje moč dokazov. Kljub temu primer nudi dragocen vpogled v klinično prakso, skladno s priporočili in izsledki literature.

Predstavljeni primer podpira potrebo po standardiziranih kliničnih poteh za sepsa, rednem usposabljanju medicinskih sester ter jasni opredelitvi njihove vloge pri zgodnjem ukrepanju. Nadaljnje raziskave bi morale vključevati večji vzorec pacientov, evalvacijo izvajanja "1-hour bundle" in vpliva izobraževanja na hitrost prepoznavanja sepse in izvajanje ukrepov.

ZAKLJUČEK

Uspešno zdravljenje sepse in septičnega šoka je tesno povezano s pravočasnim prepoznavanjem kliničnih znakov in usklajenim ukrepanjem celotnega zdravstvenega tima. Ključno vlogo pri tem imajo medicinske sestre, ki s kontinuiranim kliničnim opazovanjem, strokovnim znanjem in odzivnostjo bistveno vplivajo na izid zdravljenja. Na podlagi predstavljenega primera in aktualnih smernic se v klinični praksi predlaga več ukrepov za izboljšanje obravnave pacientov s sepsa. Smiselna bi bila uvedba standardizirane klinične poti, ki bi omogočala hitro identifikacijo in prednostno obravnavo ogroženih pacientov. Pomembno je tudi redno izobraževanje zdravstvenega osebja, vključno s simulacijami prepoznavanja in zgodnjega ukrepanja ob sepsi. Medicinske sestre morajo biti aktivno vključene v zgodnje klinične presoje ter izvajanje ukrepov, kot jih opredeljuje protokol „1-hour bundle“. Poudarek naj bo tudi na multidisciplinarnem sodelovanju, kakovostni komunikaciji med člani tima in sistematičnem spremljanju kazalnikov kakovosti obravnave (npr. čas do aplikacije antibiotika). Ob tem pa je treba poskrbeti za celostno oskrbo kritično bolnega pacienta, ki vključuje preprečevanje zapletov, prehransko in psihološko podporo ter varno izvedbo vseh diagnostičnih in terapevtskih postopkov. Le z integracijo teh ukrepov v klinično prakso je mogoče zmanjšati smrtnost in dolgoročne posledice sepse ter izboljšati kakovost zdravstvene obravnave na vseh ravneh.

LITERATURA

- Adams, E., Chilton, S., & Hines, J. (2022). The role of the critical care nurse in early sepsis recognition and management. *Nursing in Critical Care*, 27(3), 223–229. <https://doi.org/10.1111/nicc.12699>
- Barratt, H., et al. (2019). Safe in-hospital transfer of critical care patients: A narrative review. *Journal of the Intensive Care Society*, 20(2), 132–143. <https://doi.org/10.1177/1751143718776560>
- Bleakley, G., & Cole, M. (2020). Recognition and management of sepsis: the nurse's role. *British Journal of Nursing*, 29(21), 1240–1245. <https://doi.org/10.12968/bjon.2020.29.21.1240>
- Chawla, L. S., et al. (2018). Refractory septic shock: Our pragmatic approach. *Critical Care*, 22(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2144-4>
- Evans, L., et al. (2021). Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Sepsis and Septic Shock 2021. *Intensive Care Medicine*, 47(11), 1181–1247. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06506-y>
- Meng, L., et al. (2023). Nurse-led critical care intra-hospital transport: A systematic review. *Intensive and Critical Care Nursing*, 73, 103341. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2022.103341>
- Novak, Z., Saletinger, R., & Gorišek, N. (2003). Sepsa – definicija in klinične manifestacije. V *Bedjaničev simpozij: Sepsa in septični šok – zbornik predavanj in praktikum* (str. [vstavi številke strani članka, če so znane]). *Splošna bolnišnica Maribor, Oddelek za nalezljive bolezni in vročinska stanja*.
- Rhodes, A., Evans, L. E., Alhazzani, W., Levy, M. M., Antonelli, M., Ferrer, R., Kumar, A., Sevransky, J. E., Sprung, C. L., Nunnally, M. E., Rochwerg, B., Rubenfeld, G. D., Angus, D. C., Annane, D., Beale, R. J., Bellinhan, G. J., Bernard, G. R., Chiche, J. D., Coopersmith, C., De Backer, D. P., ... Dellinger, R. P. (2017). *Surviving Sepsis Campaign: International guidelines for management of sepsis and septic shock, 2016*. *Critical Care Medicine*, 45(3), 486–552. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002255>
- Shankar-Hari, M., et al. (2016). Developing a new definition and assessing new clinical criteria for septic shock. *JAMA*, 315(8), 775–787. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0289>
- Singer, M., et al. (2016). The third international consensus definitions for sepsis and septic shock (Sepsis-3). *JAMA*, 315(8), 801–810. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.0287>
- World Health Organization. (2020). *Global report on the epidemiology and burden of sepsis*. <https://www.who.int/publications/i/item/global-report-on-the-epidemiology-and-burden-of-sepsis>

NEUROGENI ŠOK IN NEUROGENI EDEM: RAZUMEVANJE DVEH POMEMBNIH NEVROLOŠKIH STANJ: SISTEMATIČNI PREGLED LITERATURE

Neurogenic shock and neurogenic edema: understanding two important neurological conditions: a systematic literature review

Romana Jovančević, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Nevrološka klinika

Oddelek nevrološke intenzivne terapije

romana.jovancevic@kclj.si

Eva Tomelj, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana, Nevrološka klinika,

Oddelek nevrološke intenzivne terapije

IZVLEČEK

Uvod: Nevrogeni šok je posebna oblika distributivnega šoka, ki nastane zaradi izgube simpatične regulacije, kar vodi v hipotenzijo, bradikardijo in moteno perfuzijo organov. Najpogostejši vzrok je poškodba hrbtenjače nad nivojem T6. Zgodnje prepoznavanje in ustrezno zdravljenje, vključno z imobilizacijo, tekočinsko terapijo, vazopresorno terapijo in preprečevanjem zapletov, sta ključna za izboljšanje prognoze. Nevrogeni pljučni edem je redko, a resno stanje, povezano z akutnimi nevrološkimi dogodki. Njegova patofiziologija vključuje povečano prepustnost kapilar in simpatično hiperaktivacijo. Uspešno obvladovanje temelji na respiratorni podpori, hemodinamski stabilizaciji in zdravljenju osnovnega nevrološkega vzroka. **Metode:** Naše delo temelji na raziskovalnem pristopu pregleda znanstvene in strokovne literature. Za iskanje virov smo uporabili elektronske baze podatkov Google Učenjak, PubMed in COBISS.SI. Vključitveni kriteriji so bili: angleški in slovenski jezik, objava literature med letoma 2015 in 2025, prosto dostopni članki v polnem besedilu, recenzirani članki, vsebinska ustreznost. Postopek iskanja virov je bil prikazan z diagramom PRISMA. Sinteza ugotovitev pregleda literature je bila izvedena s tematsko analizo. **Rezultati:** Identificirali smo 798 zadetkov. Za natančno analizo vsebine je bilo primernih 48 zadetkov, od katerih smo jih za oblikovanje pregleda literature uporabili 3. V hierarhijo dokazov smo vključili en vir, ki spada v Nivo 1: Sistematični pregled dokazov ter dva vira, ki spadata v Nivo 7: Kvalitativne/opisne raziskave. Nevrogeni šok nastane zaradi odpovedi simpatičnega živčnega sistema, kar vodi v hipotenzijo, bradikardijo in vazodilatacijo ter zahteva hitro stabilizacijo z zdravljenjem. Nevrogeni pljučni edem je akutno stanje po nevroloških poškodbah, ki povzroči respiratorno odpoved in zahteva respiratorno podporo ter urejanje nevrološkega vzroka. Obe stanji zahtevata hitro ukrepanje, celostno obravnavo in dolgoročno rehabilitacijo za izboljšanje prognoze. **Diskusija in zaključek:** Nevrogeni šok in nevrogeni pljučni edem sta različni, a povezani klinični stanji, ki se lahko pojavita pri pacientih z akutnimi poškodbami centralnega živčnega sistema. Medtem ko nevrogeni šok nastane zaradi izgube simpatične regulacije, kar vodi v hipotenzijo in hipoperfuzijo organov, je nevrogeni pljučni edem posledica nenadne simpatične hiperaktivacije, ki povzroči pljučni edem. Sočasna prisotnost obeh stanj lahko močno poslabša prognozo, zato je ključna pravočasna diagnoza in multidisciplinarno zdravljenje za izboljšanje izida pacientov.

Ključne besede: nevrogeni šok, nevrogeni edem, poškodba hrbtenjače, hipotenzija, bradikardija.

ABSTRACT

Introduction: Neurogenic shock is a specific type of distributive shock that occurs due to the loss of sympathetic regulation, leading to hypotension, bradycardia, and impaired organ perfusion. The most common cause is a spinal cord injury above the T6 level. Early recognition and appropriate treatment, including immobilization, fluid therapy, vasopressors, and complication prevention, are crucial for improving prognosis. Neurogenic pulmonary edema is a rare but serious condition associated with acute neurological events. Its pathophysiology involves increased capillary permeability and sympathetic hyperactivity. Successful management is based on respiratory support, hemodynamic stabilization, and treatment of the underlying neurological cause. **Methods:** Our study is based on a qualitative research approach reviewing scientific and professional literature. We searched for sources in electronic databases such as Google Scholar, PubMed, and COBISS.SI. Inclusion criteria were: English and Slovenian language, publication between 2015 and 2025, open-access full-text articles, peer-reviewed articles, and content relevance. The search process was presented using the PRISMA diagram. The synthesis of the literature review findings was conducted using thematic analysis. **Results:** We identified 798 search results. A total of 48 articles were deemed suitable for detailed content analysis, of which 3 were used to form the literature review. The hierarchy of evidence included one source classified as Level 1: Systematic review of evidence, and two sources classified as Level 7: Qualitative/descriptive studies. Neurogenic shock occurs due to failure of the sympathetic nervous system, leading to hypotension, bradycardia, and vasodilation, and requires rapid stabilization with treatment. Neurogenic pulmonary edema is an acute condition following neurological injuries that causes respiratory failure and requires respiratory support and management of the neurological cause. Both conditions demand swift intervention, comprehensive care, and long-term rehabilitation to improve prognosis. **Discussion and Conclusion:** Neurogenic shock and neurogenic pulmonary edema are distinct but related clinical conditions that can occur in patients with acute central nervous system injuries. While neurogenic shock arises from the loss of sympathetic regulation, leading to hypotension and organ hypoperfusion, neurogenic pulmonary edema results from sudden sympathetic hyperactivation, causing pulmonary edema. The simultaneous presence of both conditions can significantly worsen the prognosis, making timely diagnosis and a multidisciplinary treatment approach essential for improving patient outcomes.

Keywords: neurogenic shock, neurogenic edema, spinal cord injury, hypotension, bradycardia.

UVOD

Nevrogeni šok je posebna oblika distributivnega šoka, ki nastane zaradi odpovedi simpatičnega živčnega sistema. Posledično pride do nenadzorovane vazodilatacije, hipotenzije in bradikardije, kar vodi v moteno perfuzijo vitalnih organov. Najpogostejše ga povzroči akutna poškodba hrbtenjače, zlasti nad nivojem šestega prsnega vretenca (T6), kjer potekajo ključne simpatične povezave. Za razliko od drugih oblik šoka, pri katerih se pojavi refleksna tahikardija, je nevrogeni šok značilen po bradikardiji zaradi prevlade parasimpatičnega živčnega sistema. Poleg poškodb hrbtenjače lahko do tega stanja v redkih primerih vodijo tudi spinalna anestezija, Guillain-Barréjev sindrom, prečni mielititis ter nekatere nevropatije (Sagar et al., 2025).

Diferenciacija nevrogenega šoka od spinalnega šoka je ključnega pomena pri klinični obravnavi, saj prvi predstavlja hemodinamično nestabilnost zaradi izgube simpatične regulacije, medtem ko slednji pomeni začasno prekinitev vseh nevroloških funkcij pod nivojem poškodbe. Pravočasno prepoznavanje in ustrezno ukrepanje sta bistvena za preprečevanje zapletov in izboljšanje prognoze pacientov (Sagar et al., 2025).

Klinična slika in diagnostika

Diagnostični pristopi za potrditev nevrogenega šoka vključujejo:

- merjenje vitalnih funkcij (krvni tlak, srčni utrip, nasičenost s kisikom);
- laboratorijske preiskave (plinska analiza krvi, analiza serumskega laktata za oceno tkivne hipoperfuzije);
- nevrolški pregled (za oceno stopnje in obsega poškodbe hrbtenjače);
- radiološke preiskave (računalniška tomografija (CT) in magnetna resonanca (MRI) hrbtenjače za potrditev poškodbe).

Pomembno je, da zdravniki nevrogeni šok ločijo od drugih oblik šoka, predvsem hipovolemičnega šoka, ki se prav tako pojavi pri poškodbah hrbtenjače zaradi krvavitve. Pri hipovolemičnem šoku pacienti razvijejo tahikardijo in hladno, potno kožo zaradi aktivacije simpatičnega sistema, kar je v nasprotju z značilnostmi nevrogenega šoka (Sagar et al., 2025).

Klinične značilnosti in fiziološke posledice nevrogenega šoka

Nevrogeni šok je posledica izgube simpatične regulacije, kar vodi v sistemsko vazodilatacijo, hipotenzijo in bradikardijo. Hipotenzija (sistolični tlak pod 90 mmHg) nastane zaradi zmanjšane periferne žilne odpornosti, medtem ko bradikardija (srčni utrip pod 60/min) izhaja iz prevlade parasimpatičnega tonusa. Topla, suha koža je posledica vazodilatacije v nasprotju s hladno in potno kožo pri hipovolemičnem šoku. Zaradi zmanjšane perfuzije možganov se lahko pojavijo motnje zavesti, kot so zmedenost, letargija ali celo izguba zavesti (Meister et al., 2014; Parra et al., 2021).

Med ključne fiziološke posledice sodijo zmanjšana srčna kapaciteta zaradi oslabiljene kontraktilnosti srca, hipotermija zaradi nezmožnosti vazokonstrikcije ter zmanjšana perfuzija vitalnih organov, kar lahko vodi v hipoksijo in odpoved organov. Pravočasno prepoznavanje teh značilnosti je ključno za ustrezno obravnavo in stabilizacijo pacienta (Parra et al., 2021; Sagar et al., 2025).

Zdravljenje in nujni ukrepi

Nezdravljen nevrogeni šok lahko zaradi hude vazodilatacije in posledične hipotenzije vodi v smrt ali trajne nevrolške posledice. Zdravljenje zahteva hitro ukrepanje in multidisciplinarni pristop, s ciljem stabilizacije hrbtenice, vzdrževanja krvnega tlaka in perfuzije organov ter preprečevanja sekundarnih zapletov (Sagar et al., 2025).

Stabilizacija hrbtenice je nujna pri travmatskih poškodbah hrbtenjače in se izvaja z imobilizacijo (npr. vratna opornica, hrbtenična deska), da se prepreči dodatna poškodba hrbtenjače. Vzdrževanje krvnega tlaka in perfuzije organov je ključno zaradi hude vazodilatacije, zato se poleg tekočinske terapije s kristaloidi ali koloidi uporabljajo vazopresorji, kot so noradrenalin, fenilefrin ter dopamin pri pacientih s sočasno srčno disfunkcijo. Za uravnavanje srčnega ritma se pri bradikardiji uporablja atropin ali izoproterenol, v hudih primerih pa je lahko nujna uporaba začasnega srčnega spodbujevalnika. Pomembno je tudi preprečevanje sekundarnih zapletov, kot sta tromboza globokih ven (DVT) in pljučna embolija (PE), ki se preprečujeta z antikoagulantami ali mehansko kompresijsko terapijo. Zaradi motenj v termoregulaciji se izvaja nadzor telesne temperature, medtem ko dolgotrajna imobilizacija povečuje tveganje za okužbe, zato je potrebna skrbna higiena in zgodnje odkrivanje znakov infekcij (Parra et al., 2021).

V primerih refraktornega nevrogenega šoka je priporočen pristop nadzora poškodb, ki vključuje minimalistične kirurške posege, hipotenzivno hemostazo, uporabo dodatnih vazopresorjev,

endovaskularne tehnike, kot je balonska okluzija aorte, ter multidisciplinarno sodelovanje travmatologov, anesteziologov in intenzivistov. Hitro in agresivno zdravljenje je ključnega pomena za izboljšanje preživetja pacientov ter zmanjšanje tveganja za dolgoročne zaplete (Parra et al., 2021).

Vključevanje zdravstvene nege

Zdravstvena nega pacientov s poškodbami hrbtenjače in nevrogenim šokom zahteva interdisciplinarni pristop, osredotočen na obvladovanje vitalnih funkcij, preprečevanje zapletov ter podporo pri obnovi telesnih in psihosocialnih funkcij. Ključni element negovalnega procesa vključuje stalno spremljanje in stabilizacijo vitalnih funkcij, zlasti krvnega tlaka, srčne frekvence, dihalnih parametrov in telesne temperature. Natančno spremljanje saturacije kisika ter pravočasno uvajanje kisikove terapije ali mehanske ventilacije sta ključna za zagotavljanje ustrezne oksigenacije, medtem ko sta spremljanje urinskega izločanja in obvladovanje tekočinskega ravnovesja bistvena za preprečevanje okvar ledvic in drugih organov. Izvajalci zdravstvene nege morajo redno spremljati nevrološke parametre, vključno z močjo in občutljivostjo okončin, ter spremljati morebitno napredovanje poškodbe hrbtenice. Zaradi izgube avtonomne regulacije so pacienti izpostavljeni tveganju za prebavne in urološke zaplete, kot sta ileus in zadrževanje urina, ki zahtevata ustrezno terapijo in spremljanje (Sagar et al., 2025).

Prognoza in dolgoročna rehabilitacija

Prognoza nevrogenega šoka je odvisna od resnosti in ravni poškodbe hrbtenjače. Pacienti z nepopolnimi poškodbami imajo boljšo možnost za delno okrevanje, medtem ko pri popolnih poškodbah pogosto ostanejo trajne nevrološke okvare (Meister et al., 2014).

Nevrogeni šok ima pomembne dolgoročne posledice, saj lahko povzroči trajno invalidnost zaradi poškodb hrbtenjače, kar pomeni, da je rehabilitacija ključni del oskrbe pacientov. Rehabilitacija se osredotoča na več vidikov, vključno s fizioterapijo, ki je namenjena preprečevanju mišične atrofije in izboljšanju funkcionalne neodvisnosti pacientov. Delovna terapija pomaga pri prilagajanju pacientov na omejitve, ki jih prinašajo poškodbe, ter pri izboljšanju njihove sposobnosti za vsakodnevne naloge. Poleg tega je psihološka podpora ključnega pomena, saj so pacienti s poškodbami hrbtenjače pogosto izpostavljeni povečanemu tveganju za depresijo in anksioznost, kar zahteva celostno obravnavo, ki vključuje tako strokovno pomoč kot tudi čustveno podporo (Sagar et al., 2025).

NEVROGENI EDEM

Nevrogeni šok in nevrogeni edem sta dve različni, a tesno povezani stanji, ki nastaneta zaradi motenj v delovanju centralnega živčnega sistema (CŽS). Obe zahtevata hitro prepoznavo in zdravljenje, saj lahko resno ogrozita pacientovo zdravje in življenje (Rajagopal et al., 2017).

Nevrogeni edem

Nevrogeni edem je patološko stanje, ki vključuje nenormalno kopičenje tekočine v tkivih zaradi motenj v nevroloških funkcijah. Najpogostejše prizadene možgane ali pljuča, kar je povezano z resnimi poškodbami CŽS, kot so možganska kap, hudi epileptični napadi ali subarahnoidne krvavitve (Rajagopal et al., 2017).

Nevrogeni pljučni edem

Nevrogeni pljučni edem (NPE) je akutno in življenjsko nevarno stanje, ki se pojavi kot posledica različnih nevroloških dogodkov, kot so subarahnoidna krvavitev, intrakranialna krvavitev, travmatska poškodba možganov, epileptični status, ishemična kap, tumorji ali okužbe centralnega živčnega sistema. NPE se kaže z nenadnim razvojem pljučnega edema, ki lahko hitro vodi v hudo respiratorno odpoved, zato je nujno, da se stanje prepozna in obravnava takoj. Patofiziologija tega stanja še ni popolnoma pojasnjena, vendar vključuje več dejavnikov, med katerimi sta ključna centralna simpatična aktivacija in povečana prepustnost pljučnih kapilar, kar omogoča prehod tekočine v alveole (Busl & Bleck, 2015; Lo-Cao et al., 2021).

Pacienti z NPE običajno razvijejo simptome v nekaj minutah ali urah po nevrološkem dogodku. Med najpogostejše klinične znake spadajo dispneja, tahipneja, hipoksemija, rožnato penast izpljunek in krepitacije pri avskultaciji pljuč. Diagnostika temelji na klinični sliki, anamnezi akutnega nevrološkega dogodka ter dodatnih preiskavah, kot so rentgen prsnega koša, arterijska krvna plinska analiza in ekokardiografija (Busl & Bleck, 2015).

Zdravljenje nevrogenega pljučnega edema

Zdravljenje NPE je predvsem podporno in vključuje respiratorno podporo, hemodinamsko stabilizacijo, zdravljenje osnovnega nevrološkega vzroka ter uporabo diuretikov za zmanjšanje pljučnega edema. Pomembno obvladovanje krvnega tlaka in uporaba sedacije, ki zmanjšata stres na centralni živčni sistem ter preprečita nadaljnje zaplete, ki bi lahko ogrozili pacientovo stabilnost. Pri zdravljenju nevrogenega pljučnega edema je ključnega pomena hitro obvladovanje sprožilnega centralnega nevrološkega dogodka. Zato mora biti primarni terapevtski pristop osredotočen na zmanjšanje intrakranialnega tlaka (ICP). Celosten pristop k zdravljenju je nujen za uspešno obvladovanje teh nevarnih stanj. Prognoza pacientov je odvisna od resnosti osnovnega nevrološkega dogodka in hitrosti začetka zdravljenja, pri čemer sta zgodnja diagnoza in ustrezno zdravljenje ključnega pomena za izboljšanje izida (Meguro et al., 2016; Lo-Cao et al., 2021).

Naš namen je bil poglobiti razumevanje patofizioloških mehanizmov nevrogenega šoka in nevrogenega edema ter njihovega vpliva na klinično obravnavo in prognozo pacientov. Cilj je zagotoviti usmeritve za učinkovito obvladovanje teh stanj v klinični praksi, s poudarkom na ustreznem prepoznavanju, diagnostiki in zdravljenju, da bi izboljšali izide pri pacientih z nevrogenim šokom in nevrogenim edemom. Raziskovalno vprašanje se glasi: Kako patofiziološki mehanizmi nevrogenega šoka vplivajo na nastanek nevrogenega edema?

METODE

Izvedli smo sistematični pregled strokovne literature, kjer smo vsebinsko upoštevali namen in cilje pregleda literature. Pregled je temeljil na opisnem pristopu dela, tako da smo analizirali, primerjali in povzemali ugotovitve pregledane znanstvene literature.

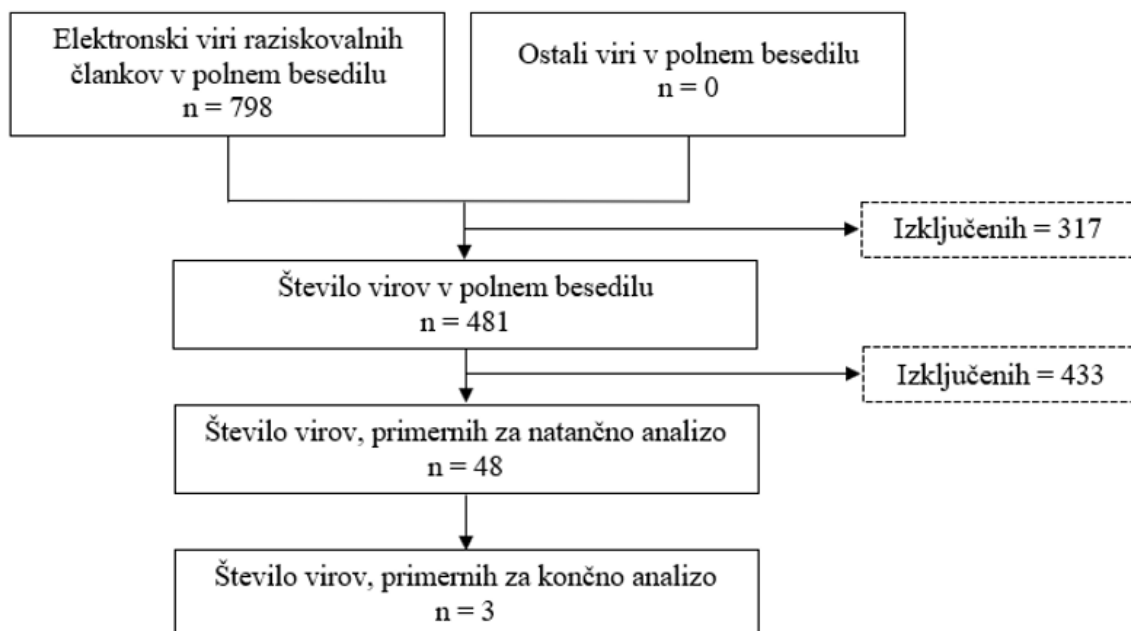
Izvedli smo pregled slovenske in angleške literature. Za iskanje znanstvene literature smo uporabili elektronske baze podatkov COBISS.SI, PubMed in Google scholar/učenjak. Uporabili smo naslednje vključitvene kriterije: angleški ali slovenski jezik, leto objave med 2015 in 2025, prosto dostopni članki v celotnem besedilu, recenzirani članki. Vključitveni kriteriji so bili usmerjeni v strokovnost literature, ki se je nanašala na vsebino naše raziskave. Vključili smo članke s kvalitativno in kvantitativno metodologijo raziskovanja. Za iskanje pri kombinaciji ključnih iskalnih besed in besednih zvez v bazah podatkov smo si pomagali z Boolovimi operatorji (AND, OR, sl. IN, ALI) med dvema ali več ključnimi besedami.

Tabela 1: Iskalne strategije

Kriteriji/Criteria	Vključitveni kriteriji/ Inclusion criteria	Izključitveni kriteriji/Exclusion criteria
Strokovnost članka	Recenzirani članki, objavljeni v znanstvenih revijah.	Članki brez strokovne recenzije, objavljeni v klasičnih revijah.
Vsebina	Članki se nanašajo na nevrogeni šok in/ali nevrogeni edem.	Tematika se ne nanaša na vsebino naše raziskave.
Iskalne omejitve/ Limitations		
Leto objave	2015–2025	
Jezik	slovenščina/angleščina	
Dostopnost članka	prosto dostopni članki v celotnem besedilu	

REZULTATI

Rezultate pregleda literature smo prikazali vsebinsko in shematsko. Za prikaz sheme pridobivanja in analiziranja literature smo uporabili diagram PRISMA, prikazan na Sliki 1. (Page et al., 2021). Z določanjem ključnih iskalnih besed in besednih zvez ter omejitvenih in vključitvenih kriterijev smo pridobili 798 zadetkov. V nadaljevanju smo s hitrim pregledom analizirali zadetke in jih zaradi neustreznih naslovov izločili 317. S hitrim pregledom povzetkov smo izključili še 433 virov. Po natančnem pregledu izvlečkov in vsebine smo izključili 45 virov. V končno analizo smo vključili tri vsebinsko in kriterijsko primerne vire, ki smo jih predstavili v Tabeli 3.



Slika 1: Diagram PRISMA (Page et al., 2021)

V pregled in analizo smo zajeli angleške in slovenske vire, ki so neposredno povezani z namenom, cilji in raziskovalnimi vprašanji. Izbrani viri so javno dostopni, vsebinsko primerni, aktualni ter niso

starejši od desetih let. Za oceno verodostojnosti in moči vključenih virov v pregled literature smo uporabili hierarhijo dokazov, ki dokaze uvršča v 8 nivojev (Polit & Beck, 2021). Hierarhija dokazov se nanaša na urejenost in strukturiranost različnih vrst dokazov ter njihovo razporeditev glede na pomembnost in relevantnost. Uporablja se kot kriterij kakovosti vira. Vsebuje osem nivojev, ki si sledijo po kakovosti. Nivo 1 predstavlja najbolj kakovosten vir, Nivo 8 pa najmanj kakovosten vir. V hierarhijo dokazov smo vključili 3 vire. En vir, ki spada v Nivo 1: Sistematični pregled dokazov ter dva vira v Nivo 7: Kvalitativne/opisne raziskave. Zaradi malega števila rezultatov in le enega vira v Nivoju 1 je naša raziskava manj kakovostna.

Tabela 2: Hierarhija dokazov v znanstvenoraziskovalnem delu (Polit & Beck, 2021)

Hierarhija dokazov	Število vključenih strokovnih virov
Nivo 1 Sistematični pregled dokazov/metaanalize randomiziranih kliničnih raziskav	n = 1
Nivo 2 Posamezne randomizirane klinične raziskave	n = 0
Nivo 3 Nerandomizirane klinične raziskave (kvazi eksperiment)	n = 0
Nivo 4 Sistematični pregledi neeksperimentalnih (opazovalnih) raziskav	n = 0
Nivo 5 Neeksperimentalne/opazovalne raziskave	n = 0
Nivo 6 Sistematični pregledi/metasinteze kvalitativnih raziskav	n = 0
Nivo 7 Kvalitativne/opisne raziskave	n = 2
Nivo 8 Neraziskovalni viri (mnenja itd.)	n = 0

V Tabeli 3 prikazujemo ključne ugotovitve vsebinsko in kriterijsko primernih 20 virov za končno analizo. Vire smo razporedili glede na avtorje dela, letnico objave, državo objave članka, raziskovalni dizajn, oblike vzorca in ključna spoznanja raziskovalcev, ki se vsebinsko navezujejo na povezavo med nevrogenim šokom in nevrogenim edemom.

Tabela 3: Tabelarični prikaz rezultatov

Avtor	Leto objave	Raziskovalni dizajn	Vzorec	Ključna spoznanja
Ožek	2021	Kvalitativna raziskava – opis primera	Pacient z ishemično možgansko kapjo	Nevrogeni šok in nevrogeni pljučni edem imata različne patofiziološke osnove, vendar se lahko pojavita pri istih pacientih z akutnimi poškodbami CŽS. Akutna hipoperfuzija možganov pri nevrogenem šoku poslabša nevrološko poškodbo, kar lahko sproži nevrogeni pljučni edem.
Damiani	2018	Kvalitativna raziskava – zbiranje podatkov	Znanstveni članki	Motnje v avtonomnem živčnem sistemu povzročijo nepravilno uravnavanje žilnega tonusa, kar lahko privede do prehoda iz ene motnje v drugo. Nestabilna hemodinamika (hipotenzija ali hipertenzija) pri nevrogenem šoku lahko poslabša dihalno stanje pri pacientu z NPE.
Rajagopal, et al.	2017	Kvalitativna raziskava – opis primera	Pacient s hudo travmatsko poškodbo možganov in nevrogenim pljučnim edemom	Tako nevrogeni šok kot nevrogeni pljučni edem sta povezana s prekomerno aktivacijo simpatičnega živčnega sistema. Pri NPE je to posledica »blast teorije«, kjer nenaden porast kateholaminov povzroči vazokonstrikcijo in povečano prepustnost pljučnih kapilar, kar vodi v pljučni edem. Pri nevrogenem šoku pa je težava ravno v izgubi simpatičnega tonusa, kar povzroči vazodilatacijo in hipotenzijo.

RAZPRAVA

Nevrogeni šok in nevrogeni pljučni edem imata skupne patofiziološke mehanizme, a predstavljata ločeni klinični entiteti, ki se lahko pojavita pri istih pacientih z akutnimi poškodbami centralnega živčnega sistema (CŽS). Njuna sočasna prisotnost lahko močno poslabša prognozo pacienta, zato je pomembno, da poznamo razliko in možne povezave med njima (Busl et al., 2015; Damiani, 2018).

Nevrogeni šok nastane kot posledica odpovedi simpatičnega živčnega sistema, kar vodi v hipotenzijo, bradikardijo in hipoperfuzijo organov, vključno z možgani. Nevrogeni pljučni edem pa je posledica prekomerne aktivacije simpatičnega živčnega sistema, ki vodi do hipertenzije, tahikardije in povečanja hidrostatskega tlaka v pljučnih kapilarah (Damiani, 2018). Tako nevrogeni šok kot nevrogeni pljučni edem sta povezana s prekomerno aktivacijo simpatičnega živčnega sistema. Pri NPE je to posledica »blast teorije«, kjer nenaden porast kateholaminov povzroči vazokonstrikcijo in povečano prepustnost pljučnih kapilar, kar vodi v pljučni edem. Pri nevrogenem šoku pa je težava ravno v izgubi simpatičnega tonusa, kar povzroči vazodilatacijo in hipotenzijo (Rajagopal et al., 2017).

Kljub tem razlikam sta nevrogeni šok in nevrogeni pljučni edem posredno povezana, saj lahko:

- akutna hipoperfuzija možganov pri nevrogenem šoku poslabša nevrolško poškodbo, kar lahko sproži nevrogeni pljučni edem (Ožek, 2017);
- motnje v avtonomnem živčnem sistemu povzročijo nepravilno uravnavanje žilnega tonusa, kar lahko privede do prehoda iz ene motnje v drugo;
- nestabilna hemodinamika (hipotenzija ali hipertenzija) pri nevrogenem šoku lahko poslabša dihalno stanje pri pacientu z NPE (Damiani, 2018).

Naše raziskovalno vprašanje je bilo Kako patofiziološki mehanizmi nevrogenega šoka vplivajo na nastanek nevrogenega edema? Po pregledu literature smo prišli do razčlenjenega odgovora, da povezava obstaja, a je bolj posredna.

Nevrogeni šok nastane zaradi nenadne izgube simpatikotonusa, kar vodi do:

- vazodilatacije → hipotenzije,
- bradikardije (ker parasimpatikus prevlada),
- zmanjšane srčnega iztisa,
- perifernega venoznega zastoja.

Kako pride do nevrogenega edema?

Tukaj govorimo o nevrogenem pljučnem edemu, ki se lahko razvije kot posledica akutnega centralnega nevrolškega dogodka (npr. huda poškodba glave, subarahnoidalna krvavitev, poškodba hrbtenjače). Patofiziološki mehanizem vključuje:

- močno simpatično prekomerno aktivacijo → masivna vazokonstrikcija v pljučnem žilju,
- povečanje kapilarnega tlaka v pljučih,
- povečana permeabilnost endotelija zaradi nevrohumoralnih mediatorjev (npr. kateholaminov),
- posledično prehajanje tekočine v intersticij in alveole → edem.

Ampak tukaj je pomembna razlika: pri nevrogenem šoku imamo simpatikus izklopljen, zato samega edema direktno ne povzroča. Vendar pa lahko občasno pride do prehodnih faz hiperaktivacije simpatikusa (npr. ob začetnem spinalnem šoku), kar sproži mehanizme, podobne nevrogenemu edemu. Poleg tega: če se med nevrogenim šokom krvni tlak drastično zniža, lahko pride do sekundarne hipoksije tkiv, kar še dodatno poškoduje kapilarni endotelij.

Torej povezava obstaja, a je bolj posredna:

- primarni mehanizem nevrogenega šoka ni neposredno sprožilec edema,
- nevrogeni edem se pogosteje razvije zaradi akutnih simpatičnih izbruhov, ki sledijo centralni poškodbi, ne zaradi samega šoka, ki je stanje simpatikopareze (Meister et al., 2014; Rajagopal et al., 2017; Parra et al., 2021).

ZAKLJUČEK

Nevrogeni šok in nevrogeni pljučni edem sta dve pomembni, a različni nevrolški stanji, ki zahtevata hitro in ciljno usmerjeno zdravljenje. Razumevanje njunih patofizioloških osnov in kliničnih značilnosti je ključno za pravočasno prepoznavanje in učinkovito obravnavo. Kljub razlikam se oba sindroma lahko pojavita skupaj in negativno vplivata na pacientovo prognozo. Multidisciplinarni pristop k zdravljenju, vključno z intenzivno terapijo, nevrolško rehabilitacijo in podporo življenjskih funkcij, lahko izboljša izid in kakovost življenja pacientov s temi resnimi stanji. Omejitve raziskave vključujejo pomanjkanje kvantitativnih študij, ki bi sistematično preučevale povezavo med nevrogenim šokom

in edemom, saj večina obstoječih virov temelji na kliničnih opažanjih in teoretičnih modelih. Poleg tega je literatura na tem področju precej omejena, saj razen splošnih teorij, ki se pogosto ponavljajo, ni veliko specifičnih raziskav, kar otežuje celovito obravnavo teme. Prav tako ni dovolj znanstvenih člankov, ki bi omogočili širšo analizo in primerjavo ugotovitev, kar dodatno omejuje razumevanje te problematike. K temu prispevajo tudi etične in metodološke omejitve, saj eksperimentalne študije na ljudeh niso izvedljive v obsegu, ki bi omogočil bolj poglobljene in zanesljive zaključke.

LITERATURA

- Busl, K. M., & Bleck, T. P. (2015). Neurogenic pulmonary edema. *Critical Care Medicine*, 43(8), 1710–1715. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000001101>
- Damiani, D. (2018). Neurogenic shock: Clinical management and particularities in an emergency room. *Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery*, 37(3), 196–205. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1584887>
- Dave, S., Dahlstrom, J. J., & Weisbrod, L. J. (2025). Neurogenic shock. In StatPearls. StatPearls Publishing. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29083597/>
- Lo-Cao, E., Hall, S., Parsell, R., Dandie, G., & Fahlström, A. (2021). Neurogenic pulmonary edema. *The American Journal of Emergency Medicine*, 45, 678.e3–678.e5. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.11.052>
- Meguro, T., Tanabe, T., Muraoka, K., Terada, K., Hirotsune, N., & Nishino, S. (2016). Endovascular treatment for aneurysmal subarachnoid hemorrhage with neurogenic pulmonary edema in the acute stage. *Turkish Neurosurgery*, 26(6), 849–853. <https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.13870-15.1>
- Meister, R., Pasquier, M., Clerc, D., & Carron, P.-N. (2014). Neurogenic shock. *Revue Médicale Suisse*, 10(438), 1506–1510.
- Ožek, B. (2021). Internistični zapleti nevroloških bolezni s prikazom primera. In B. Kremžar, G. Voga, & Š. Grosek (Eds.), *Šola intenzivne medicine 2021* (pp. 97–102). Slovensko združenje za intenzivno medicino.
- Parra, M. W., Ordoñez, C. A., Mejia, D., Caicedo, Y., Lobato, J. M., Castro, O. J., Uribe, J. A., & Velásquez, F. (2021). Damage control approach to refractory neurogenic shock: A new proposal to a well-established algorithm. *Colombian Medical Journal*, 52(2), e4164800. <https://doi.org/10.25100/cm.v52i2.4800>
- Rajagopal, R., Ganesh, S., & Vetrivel, M. (2017). Neurogenic pulmonary edema in traumatic brain injury. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 21(5), 329–331. https://doi.org/10.4103/ijccm.IJCCM_431_16

NUJNA STANJA V INTERVENTNI NEVRORADIOLOGIJI

Emergencies in interventional neuro-radiology

Iztok Kovačec, dipl. zn.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

iztok.kovacec@kclj.si

IZVLEČEK

Nujna stanja v interventni nevroradiologiji so resno ogrožajoča stanja, ki lahko ogrožajo zdravje ali lahko privedejo do smrti pacienta. Hitra in usmerjena obravnava vseh članov tima je ključnega pomena za dober izid zdravljenja. Ker gre za specializirano področje, kjer je potrebna hitra in natančna odločitev, je usposobljenost anestezijske medicinske sestre izrednega pomena. Lastnosti dobre anestezijske medicinske sestre so: hitra odzivnost in sposobnost dela pod pritiskom, odlične komunikacijske sposobnosti, timsko delo in prilagodljivost, visoka stopnja strokovnosti in natančnosti, empatija in psihološka stabilnost.

Ključne besede: stalna pripravljenost, anestezijska medicinska sestra, anestezija.

ABSTRACT

Emergencies in interventional neuroradiology are serious life-threatening conditions that can endanger the health or lead to the death of the patient. Rapid and focused treatment by all team members is crucial for a good treatment outcome. As this is a specialized field where quick and accurate decisions are required, the qualifications of a nurse anesthetist are of utmost importance. The characteristics of a good nurse anesthetist are: quick response and ability to work under pressure, excellent communication skills, teamwork and adaptability, a high level of professionalism and accuracy, empathy and psychological stability.

Keywords: constant alertness, anesthesia nurse, anesthesia.

UVOD

Interventna radiologija predstavlja relativno mlado področje medicine, saj začetki razvoja segajo v prejšnje stoletje, ko so se radiologi vprašali, ali bi bilo mogoče uporabiti do tedaj poznane diagnostične slikovne preiskave tudi v terapevtske namene. Razvoj interventne radiologije v 20. stoletju je radiologiji poleg ključne vloge v diagnostiki dodelil še zelo pomembno vlogo pri zdravljenju neka-

terih kliničnih stanj (Terdin, 2024). Tako so se mnogi posegi, prej izključno kirurški in opravljeni v operacijskem bloku, preselili zunaj operacijskih prostorov in se pridružili že obstoječi diagnostiki na Kliničnem inštitutu za radiologijo. Posledično se je interventna radiologija diferencirala v:

1. intervencijsko radiologijo, ki obravnava žile od vratu navzdol in
2. intervencijsko nevroradiologijo, ki obravnava žile od vratu navzgor (Babnik, 2021).

Interventna nevroradiologija (INR) je specializirano področje medicine, ki se ukvarja z minimalno invazivnimi posegi za zdravljenje nujnih stanj v centralnem živčnem sistemu. Pri diagnostiki uporabljamo naslednje slikovne metode:

1. računalniška tomografija (CT) – je postopek, pri katerem s pomočjo računalnika obdelamo veliko število rentgenskih posnetkov, slikanih z različnih zornih kotov;
2. magnetna resonanca (MR) – neinvazivna diagnostična metoda, ki uporablja magnetno polje, radijske valove in računalniško tehnologijo za slikanje notranjosti telesa;
3. računalniško tomografska angiografija (CTA) – z vbrizgavanjem kontrastnega sredstva (KS) v žilo ugotovimo prehodnost, število in položaj zožitev ter za krvavitev nevarnih razširjenj žil;
4. magnetnoresonančna angiografija (MRA) – predstavlja kompleksnejši način slikanja vaskularnega sistema v primerjavi z osnovnim magnetnoresonančnim pulznim zaporedjem. Dodajo kontrastno sredstvo;
5. digitalna subtraksijska angiografija (DSA) – je preiskava, pri kateri računalnik izbriše skelet in mehka tkiva in ostane le tridimenzionalno prikazano žilje (Mofardin, 2015).

Organizacija službe na oddelku za nevroradiologijo

V Univerzitetnem kliničnem centru (UKC) Ljubljana je bila interventna nevroradiologija vključena v dežurno službo. Ker gre za specializirano področje, kjer je potrebna hitra in natančna odločitev, pa tudi pogosto obsežno znanje in visoka stopnja usposobljenosti, je v praksi pogosto težava, da sta ekipa in dežurna služba preobremenjeni. Da bi zmanjšali obremenitve in izboljšali dostopnost intervencij, nekateri centri v Sloveniji implementirajo boljše sisteme za telemedicino in druge digitalne rešitve, ki omogočajo hitro oceno primerov na daljavo. To lahko pomaga pri usmerjanju primerov ali usklajevanju potrebne pomoči, še preden pacient prispe v bolnišnico (Edge.kclj.si, 2019).

Iz tega naslova je bila leta 2014 v UKC Ljubljana ustanovljena služba stalne pripravljenosti za nevro-radiologijo. Le-ta zajema zdravnika anesteziologa, interventnega nevroradiologa, anestezijsko medicinsko sestro, radiološkega tehnika, operacijsko medicinsko sestro. Stalna pripravljenost je poseben delovni pogoj delovnega mesta, ko mora biti delavec vsak čas dosegljiv po telefonu ali s pomočjo drugih sredstev z namenom, da se zagotovi možnost svetovanja in po potrebi prihod na delovno mesto zaradi opravljanja nujnih storitev. V primeru potrebe prihoda na delovno mesto je delavec dolžan priti v zavod v roku največ 30 minut od poziva (Edge.kclj.si, 2019).

Nujni in nenujni posegi

Interventna radiologija se dandanes uporablja za izvajanje tako nujnih kot tudi nenujnih posegov. Nujni posegi so tisti, ki zahtevajo takojšnjo obravnavo, da bi preprečili trajne poškodbe ali smrt. Nenujni posegi se izvajajo za zdravljenje kroničnih bolezni ali stanj, ki ne predstavljajo takojšnje življenjske nevarnosti za pacienta (Terdin, 2024).

Vsem interventnim radiološkim posegom je skupno to, da nudijo minimalno invazivne možnosti za zdravljenje številnih bolezni. Interventna radiologija je veliko pripomogla k varnejšim in učinkovitejšim terapevtskim pristopom, saj ti pogosto popolnoma nadomestijo potrebo po bolj invazivnih postopkih. S svojo vsestranskostjo in sposobnostjo prilagajanja širokemu spektru bolezenskih stanj je postala nepogrešljiva disciplina, ki pomaga izboljšati kakovost življenja mnogih pacientov (Terdin, 2024).

Nujna nevrološka stanja

1. možganska kap
2. akutne motnje zavesti
3. subarahnoidne krvavitve (SAH)
4. znotrajmožganske krvavitve (HIC) zaradi rupture možganske anevrizme
5. arteriovenske malformacije (AVM)
6. zožitve vratnih in znotrajmožganskih žil (Babnik, 2021).

Anestezija pri nujnih posegih v interventni nevroradiologiji

Skoraj pri vseh teh postopkih sodeluje anestezijska ekipa, ker morajo pacienti med diagnostiko in posegom popolnoma mirovati, morajo imeti prosto in/ali zaščiteno dihalno pot in morajo imeti ustrezen krvni tlak, primeren za posamezen poseg (Sapra&Malik&Bhandari, 2019). Skrbeti mora tudi za vzdrževanje pacientove telesne temperature, za antikoagulacijsko terapijo, varen transport in za to, da je čim prej znano stanje zavesti, če ni drugače dogovorjeno oz. potrebno. Anestezijska ekipa mora dobro poznati postopke varne obravnave in možne komplikacije in ustrezno prilagoditi anestezijske postopke, tako da so varni za pacienta in odgovarjajo zahtevam interventnega nevroradiologa (INR). Takoj mora tudi prepoznati možgansko ishemijo, možgansko krvavitev in možganski vihar in ustrezno ukrepati skupaj z INR. Sploh je zelo pomembno, da anesteziolog in INR komunicirata in sodelujeta, da je celotna ekipa usklajena, ker je hitri in varen čas obravnave zelo pomemben. Idealno bi bilo, da bi bil katetrski laboratorij v neposredni bližini urgentne nevrološke ambulante, diagnostike, intenzivne terapije in nevrokirurške operacijske sobe z mikroskopom (Babnik, 2021).

Vrste anestezije

Osnovno diagnostiko največkrat izvajajo v intravenozni sedaciji. Ob moteni zavesti, pri otrocih, pacientih s hudo gastroezofagealno boleznijo (GERB) in tistih, ki zaradi česarkoli ne prenašajo ležečega položaja v popolnem mirovanju, pa je potrebna splošna anestezija. Aplikacija kontrasta med preiskavo povzroči glavobol, pekoč občutek po telesu in občutek siljenja na vodo. Za terapevtske posege je splošni dogovor, da imajo pacienti za angioplastiko in karotidne opornice lokalno anestezijo in i/v sedacijo, za izključevanje možganskih anevrizem, AVM, možganskih in drugih tumorjev in intrakranialne opornice pa splošno anestezijo (Babnik, 2021).

Položaj glave med posegom mora biti pravilen in nepremičen, da omogoča vodilnemu katetru pot skozi vratno in možgansko žilje. V primarno določeni poziciji so narejeni slikovna diagnostika in meritve (road map), po katerih se določi dolžina in premer katetrov, opornic, preusmerjevalcev toka krvi in balonov. Vsaka najmanjša sprememba pozicije glave poruši ves načrt in lahko pacientu močno škoduje, vsekakor pa ponovitev celotne procedure.

Ves monitoring mora biti speljan tako, da omogočajo INR prost pogled na obravnavano polje. Tubus, arterijska in venske linije morajo biti zaščitene, ker je med postopkom neposreden dostop do pacienta otežkočen in moti postopek. Aplikacija zdravil mora biti omogočena od daleč.

Anestezijski aparat z monitorji in perfuzorji morajo biti anestzijski ekipi ves čas dostopni in so oddaljeni od pacienta. Ekipa mora biti zaščitena pred ionizirajočim sevanjem, ki je pri teh postopkih precejšnje.

Izbira anestetikov mora pacientu omogočiti analgezijo, anestezijo z imobilnostjo in cerebralno zaščito. Uporabljamo kombinacijo benzodiazepinov, intravenskih anestetikov, opiatov in nedepolarizirajočih relaksantov. Takšna kombinacija omogoča amnezijo in anestezijo ob najmanjšem hemodinamskem učinku na srednji arterijski tlak, frekvenco pulza in sistemsko vaskularno rezistenco in hitro zbijanje zaradi kratkega razpolovnega časa in razpoložljivih antidotov.

Zelo pomemben je primeren krvni tlak, ki ga reguliramo z aplikacijo betablokatorjev, nitrato, po potrebi adrenergikov. V praksi se je izkazala uporaba dopamina, ki v nizkih odmerkih največkrat zadovoljivo dviguje tlak, obenem pa deluje diuretično, kar je koristno pri obremenitvi pacientov s kontrastom in tekočino i/a. Dopamin povzroča tudi blago vazodilatacijo možganskih žil, ne da bi povečal hitrost metabolizma v možganih. Včasih uporabljamo za zmanjšanje porabe kisika tudi infuzijo barbituratov. Vedno pa morajo biti pacienti normotermični do blago hipotermični (Babnik, 2021).

Glavne naloge anestzijske medicinske sestre v interventni nevro radiologiji

Priprava in aplikacija zdravil:

- odvzem krvi,
- aplikacija infuzijskih tekočin – tekočine je treba ves čas posega ogrevati,
- asistenco pri medicinskih postopkih – pomoč zdravnikom pri intubaciji, katetrizaciji (Gorenjec & Golja, 2015)...;
- pravočasno prepoznavanje poslabšanja pacientovega stanja – nadzor vitalnih funkcij (telesna temperatura, krvni tlak, srčni utrip, pulzna oksimetrija). V številnih študijah so poročali, da se spremembe vitalnih znakov pojavijo nekaj ur pred hudim neželenim dogodkom. Pomen spremljanja vitalnih znakov v klinični praksi je nesporen, vendar je še vedno nejasno, kako jih najboljše spremljati in interpretirati ter kako pogosto jih je treba meriti (Sapra&Malik&Bhandari, 2019);
- komunikacija s pacienti in njihovimi svojci – pojasnjevanje postopkov, zmanjševanje strahu in stresa pri pacientih, vzdrževanje empatije in profesionalnega odnosa tudi v stresnih situacijah;
- vodenje dokumentacije – natančno beleženje podatkov o pacientu, njegovem stanju in izvedenih posegih;
- sodelovanje z ostalimi zdravstvenimi delavci – timsko delo z zdravniki, reševalci, radiološkimi inženirji in drugimi strokovnjaki, prilagajanje hitremu tempu in nepredvidljivim situacijam;
- uporaba medicinske opreme in tehnologije – potrebno znanje za uporabo defibrilatorjev, ventilatorjev, monitorjev za vitalne funkcije itd. (Gorenjec & Golja, 2015)

ZAKLJUČEK

Interventna nevroradiologija je v zadnjih letih močno spremenila svet medicine. Vsem interventnim radiološkim posegom je skupno to, da nudijo minimalno invazivne možnosti za zdravljenje številnih bolezni. Pomembno je dobro sodelovanje med radiološko in anestezijsko ekipo. Anestezijska ekipa mora dobro poznati proceduralne postopke in možne komplikacije in ustrezno prilagoditi anestezijske postopke, tako da so varni za pacienta in odgovarjajo zahtevam INR.

LITERATURA

Mofadin S. (2015). Trombolitično zdravljenje ishemične možganske kapi-naše izkušnje. In. Bračko V. (Eds.), Urgentni pacient-včeraj, danes, jutri, Terme Čatež, 15. in 16. oktober 2015 (pp.49-50). Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije.

Gorenjec J., Skrt Golja U. (2015). Zdravstvena nega urgentnega nevrološkega bolnika. In. Bračko V. (Eds.), Urgentni pacient-včeraj, danes, jutri, Terme Čatež, 15. in 16. oktober 2015 (pp.55-58). Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije.

Sapra A., Malik A., Bhandari P. (2019, december). Vital Sign Assessment. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK553213/>

Terdin J. (2024, februar). Osnove interventne radiologije. https://www.revijavita.com/vita/99/Osnove_interventne_radiologije#gsc.tab=0

Babnik T. (2021). Anestezija za nevroradiološke posege. In I. Potočnik & V. Novak Jankovič (Eds.), Šola anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine (7. modul., pp 69-76). OI Ljubljana

UKC Ljubljana (2019, februar 28). Pravilnik o delovnem času zaposlenih. [Edge.kclj.si/#documents/?searchText=delovna%20obveznost&page=15&page=1&preselectedRowId=630e61125b9a447492f7a0f24ec1959e](https://www.kclj.si/#documents/?searchText=delovna%20obveznost&page=15&page=1&preselectedRowId=630e61125b9a447492f7a0f24ec1959e)

UVAJANJE NOVIH METOD KONTROL KAKOVOSTI PRI ODVZEMU TROMBOCITOV S CELIČNIM LOČEVALCEM

Introducing of new quality control methods for platelet collection using cell separator

Aleš Ladiha, dipl. zn.

Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino Ljubljana
ales.ladiha@ztm.si

IZVLEČEK

Uvod: Pri vsakem postopku odvzema, predelave in shranjevanja krvi in krvnih komponent je treba delovati po strokovnih merilih za ravnanje s krvjo. Pridobivanje krvnih komponent, redna kontrola pripravkov v rutini pri spremembah nastavitev aparatov zmanjšuje možnost napak in povečuje varnost krvnih komponent. Zato je nujno sodelovanje z drugimi strokami v zdravstvu. Zaradi novih priporočil 21. izdaje Priporočil EDQM, ki so izšla leta 2023, je bilo uvedeno določanje koncentracije glukoze v enotah trombocitov pred iztekom uporabnosti. Nova priporočila EDQM navajajo, da mora biti koncentracija glukoze 7. dan še nad mejo detekcije, kar je v opisanem primeru več ali enako 0,3 mmol/L. Iskali smo način za doseg zvišanja koncentracije glukoze v enotah trombocitov od dneva priprave naprej. **Namen:** v članku je predstavljena validacija odvzema trombocitov s postopkom afereze. **Metoda:** uvedli smo nove metode testiranja krvnih komponent, validacijo odvzema trombocitov s postopkom afereze. Izvedeno je bilo tudi preverjanje, testiranje komponent trombocitov, kar je osnova za končno kontrolo krvnih komponent. **Rezultati:** Rezultati testiranja, zaradi preverjanja predhodnih nastavitev celičnega ločevalca Amicus in kasneje novih nastavitev je potekalo v treh korakih. Rezultati validacije so pokazali, da pripravki trombocitov zaradi spremembe procesa dela ustrezajo končni kontroli kakovosti. **Diskusija in zaključek:** S spremembo nastavitev celičnega ločevalca je bilo dvignjeno razmerje plazme/ohranitvene raztopine v pripravku in s tem doseg ravni glukoze 7. dan od odvzema.

Ključne besede: celični ločevalec Amicus, validacija postopka, glukoza v pripravku trombocitov

ABSTRACT

Introduction: In every procedure of blood component collection, processing, and storage, it is necessary to act according to professional criteria for blood handling. Obtaining blood components, regular control of preparations in routine, and changes in device settings reduce the possibility of errors and increase the safety and quality of blood components. Therefore, collaboration with other health professions is essential. Due to the new recommendations in the 21st edition of the EDQM Recommendations, which were published in 2023, the determination of glucose concentration in platelet units was introduced before the expiration date. The new EDQM recommendations state that the glucose concentration on day 7 must still be above the detection limit, which in the described case is 0.3 mmol/L or more. A method was sought to increase the glucose concentration in platelet units from the day of preparation onwards. **Purpose:** The article presents the validation of platelet donation through the apheresis process. **Method:** We introduced new methods for testing blood components

and validated platelet collection using the apheresis process. Also performed was the verification and testing of platelet components, which is the basis for the final control of blood components. **Results:** The testing results, due to the verification of the previous settings of the Amicus cell separator and later new settings, were conducted in three steps. The validation results showed that the platelet preparations meet the final quality control due to the change in the work process. **Discussion and conclusion:** By changing the settings of the cell separator, the plasma/preservation solution ratio in the preparation was increased, thus achieving the glucose level on the 7th day after collection.

Keywords: Amicus cell separator, process validation, glucose in platelet preparation

UVOD

Trombociti so majhni krvni elementi, ki nastanejo iz megakariocitov. Megakariociti po krvnem obtoku zapustijo kostni mozeg in se zagozdijo v pljučnih kapilarah. Tu nastanejo trombociti iz robnega dela citoplazme razpadlih megakariocitov (Domanović, 2008, cited in Martin & Levine, 1991). V krvnem obtoku imajo obliko ovalnih ploščic. V premeru merijo 1,5 do 3,3 μm , njihovo običajno število pa je med $150\text{--}300 \times 10^9/\text{L}$. Dnevno nastane $2,5 \times 10^9$ trombocitov na kilogram telesne mase človeka. Od celokupne količine v telesu sta dve tretjini trombocitov v krvi, medtem ko se ostala tretjina že normalno zadržuje v vranici (Ciesla B 2019). Življenjska doba trombocitov po izplavitvi iz kostnega mozga je okoli 7–9 dni. Glavna fiziološka naloga trombocitov je zaustavljanje krvavitve. Ko se postarajo, jih iz krvi odstranjuje predvsem vranica (Rožman, 2001). Poleg vloge pri vzdrževanju hemostaze (Cirman in sod., 2013) so trombociti oz. biološko aktivne snovi, ki jih vsebujejo, pomembne tudi pri imunskem odzivu in pri celjenju ran kot glavni nosilci regenerativnih procesov. V zadnjem času ugotavljajo, da so sposobni prenašati tudi določene dele tumorjev in so udeleženi pri nastanku metastaz (Cirman in sod. 2013, cited in Andia et al., 2012).

Afereza je postopek pridobivanja ene ali več komponent krvi s strojno obdelavo polne krvi (celičnim ločevalcem), po katerem se druge komponente krvi med samim postopkom ali po njem vrnejo v obtok krvodajalcu. Trombofereza je postopek, ko se krvodajalcu odvzamejo trombociti. Postopek odvzema in ločevanja poteka sočasno, med postopkom odvzema se preostale sestavine krvi vrnejo krvodajalcu, tako se lahko odvzame večje število trombocitov. Prednost postopka pridobivanja trombocitov s celičnimi ločevalci je manj neželenih učinkov, vezanih na tuje antigene v primerjavi s trombociti, pridobljenimi s postopkom zlitja iz več enot polne krvi (Ladiha, 2014).

Kriterij ustreznosti trombocitnih pripravkov

Osnova vseh krvnih komponent je polna kri, ki se odvzame primernemu krvodajalcu pod točno določenimi pogoji. Kakovost tako pridobljene polne krvi je izhodišče za kakovost vseh komponent, ki se iz nje pridobijo. Iz polne krvi se s fizikalnim ločevanjem pridobi vrsta krvnih pripravkov, ki se nato uporabijo pri različnih kliničnih indikacijah. Lastnosti krvnih komponent se skrbno spremljajo v procesu končne kontrole kakovosti, tako da so vrednosti ključnih parametrov znotraj predpisanih meja ter čim manj variirajo. Pri koncentriranih trombocitih se določa število trombocitov, volumen, število preostalih levkocitov in bakteriološka kontrola pri naključno izbranih komponentah pred patogensko inaktivacijo. Ob koncu roka uporabnosti se meri še pH in po novih priporočilih (angl. Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components – v nadaljevanju EDQM) koncentracija glukoze (EDQM, 2023). Priporočil za začetno koncentracijo glukoze v koncentriranih trombocitih, pridobljenih z aferezo (v nadaljevanju KTF), ni.

Pri trombocitih, pripravljenih s postopkom afereze v ohranitveni raztopini (Intersol, v nadaljevanju PAS), je proizvajalec celičnih ločevalcev ob postavitvi in njihovi kvalifikaciji nastavljal razmerje plazme in PAS (37 % plazme in 63 % PAS).

Ker je pH relativno neobčutljiv kazalnik kakovosti ob koncu roka uporabnosti za trombocite v PAS, se po novih priporočilih EDQM merjenje pH kot kazalnik preverjanja kakovosti priporoča le še za enote trombocitov, pripravljene v plazmi brez PAS.

Zaradi novih priporočil zagotavljanja ustreznih pripravkov trombocitov EDQM je bila izvedena validacija, ki prinaša ustrezne rezultate. Ker ni še nikjer določen način kontroliranja celičnih ločevalcev in prednastavljenih kriterijev celičnih ločevalcev, je bilo treba s pomočjo člankov ugotavljati, na kakšen način bi prišli do najbolj ustreznih rezultatov.

Učinek vrtnčenja (swirling) trombocitov

Diskoidni trombociti, izpostavljeni svetlobnemu viru, odbijajo svetlobo in tako ustvarjajo »vrtnčenje«. Če pride do aktivacije trombocitov, se ti sferično spremenijo, niso več diskoidni in efekt vrtnčenja izgine. Vrtinčenje se na Zavodu RS za transfuzijsko medicino (ZTM) rutinsko uporablja za ocenjevanje kakovosti pripravkov trombocitov pred izdajo na kliniko.

Določanje vrtnčenja se izvede s pregledom nad svetlobo, medtem ko se nežno meša vrečka s pripravkom trombocitov. Prisotnost vrtnčenja kaže na ustreznost komponente trombocitov (Bakken & Farstad, 2009).

METODE

Osnova za izvedbo validacije postopka zbiranja trombocitov na celičnem ločevalcu

Do zdaj je bilo priporočilo merjenje pH, zadnje smernice pa priporočajo merjenje koncentracije glukoze pri tistih enotah trombocitov, ki so pripravljene v ohranitveni raztopini. Glukoza v enotah trombocitov se po glikolitični poti presnavlja v mlečno kislino (laktat), kar pelje v znižanje pH. Izčrpanost glukoze je običajno posledica sprememb v presnovi trombocitov, ki se kaže v povečani stopnji glikolize, temu pa sledi znižanje pH (Rapalle & de Korte, 2024). Ti rezultati kažejo, da je poleg znižanja pH izčrpanost glukoze prav tako škodljiva za trombocite med shranjevanjem. Pričakovano zmanjšanje pH vrednosti med shranjevanjem je opazno po šestem dnevu pri trombocitih, ki so suspendirani v plazmi. Ta pojav je pripisan porabi bikarbonata, ki je glavni pufer v plazmi. PAS nadomesti del plazme, ki zmanjša možnost nastanka nekaterih neželenih transfuzijskih reakcij pri pacientih. Za uspešno nadomeščanje plazme v enotah trombocitov sta v PAS dodana fosfat in acetat, ki stabilizirata pH vrednosti. Z uporabo PAS se je podaljšal rok uporabnosti trombocitov s 5 na 7 dni.

Retrogradno smo pregledali rezultate meritev pH pri vseh pretečenih enotah trombocitov za zadnja tri leta. V Laboratoriju za končno kontrolo krvnih komponent je bilo preizkusno uvedeno merjenje glukoze pri enotah trombocitov, pripravljenih s postopkom afereze (od oktobra 2023 do januarja 2024). Testiranih je bilo 11 enot 8. dan po pripravi oziroma dan po koncu uporabnosti. Pripravek trombocitov, odvzetih s celičnim ločevalcem, mora ob koncu roka uporabnosti vsebovati več ali enako 0,3 mmol/L glukoze. Hkrati mora ustrezati vsem ostalim parametrom kontrole kakovosti, ki so določeni po priporočilih EDQM (2023). Merjenje glukoze je bilo za nas izvedeno na Kliničnem inštitutu za klinično kemijo in biokemijo Univerzitetnega kliničnega centra Ljubljana.

Nato se je s pilotnim preverjanjem januarja 2024 dodatno merila koncentracija glukoze pri 11 enotah trombocitov, pri katerih smo določali koncentracijo glukoze vsak dan (od dneva odvzema do zadnjega dne uporabnosti).

Sledila je validacija postopka odvzema trombocitov s postopkom afereze (junij 2025) s spremenjenimi osnovnimi nastavitvami celičnega ločevalca. Ker ohranitvena raztopina ne vsebuje glukoze, je edini vir glukoze, na katerega se lahko vpliva, plazma. Priporočila proizvajalca aparatov za inaktivacijo trombocitov Intercept (Cerus Corporation) navajajo dovoljene meje v razmerju med plazmo in ohranitveno raztopino PAS, ki znašajo od 53 do 68 % na račun PAS. Pri enem celičnem ločevalcu je bilo poskusno spremenjeno razmerje plazma/PAS, tako da je bil odstotek plazme povečan za 10 %. Prvotno so bile nastavitve narejene na 63 % PAS. S povečanjem odstotka sveže plazme v enotah trombocitov pa je bila povečana koncentracija glukoze in s tem trombocitom omogočena njena dostopnost.

Odvzem trombocitov s postopkom afereze je bil izveden pri krvodajalcih, ki so izpolnjevali merila za izbor krvodajalcev po postopku za odvzem trombocitov s celičnim ločevalcem Amicus. Validacija postopka je bila izvedena na treh celičnih ločevalcih Amicus, in sicer na vsakem celičnem ločevalcu po 5 odvzemov, skupno 15 odvzemov. Pri vseh odvzemih je bila preverjena kakovost končnega pripravka trombocitov pred patogensko inaktivacijo in po njej.

Pripravljen je bil protokol validacije celičnih ločevalcev Amicus po optimizaciji in določeni so bili minimalni kriteriji, ki jim morajo enote trombocitov ustrezati. Optimizacija celičnega ločevalca je bila izvedena tako, da je bila povečana količina plazme na 47 % in na 53 % zmanjšana količina PAS. Z optimizacijo je bila želja doseči, da bo pri enotah trombocitov koncentracija glukoze na zadnji 7. dan uporabnosti še merljiva. Priporočila EDQM navajajo vrednost nad mejo kvantifikacije (limit of quantification) metode, s katero se meri koncentracija glukoze. Meja detekcije glukoze izvedene heksokinazne metode, ki se izvaja na aparatu Alinity C (Abbot), je 0,3 mmol/L (EDQM 2023).

Za pripravo trombocitov s postopkom afereze se je uporabljal celični ločevalec Amicus, (Fresenius Kabi), patogenska inaktivacija se je izvajala z aparatom Intercept Illuminator (Cerus). Končna kontrola kakovosti se je preverjalo s hematološkim analizatorjem Ruby (Abbott), pretočnim citometrom Facs Calibur (Becton Dickinson), pH metrom Seven Easy (Mettler Toledo) in biokemijskim analizatorjem Alinity C (Abbott).

Če pri določenem celičnem ločevalcu kateri parameter ne bi ustrezal zahtevanim kriterijem sprejemljivosti, bi bila validacija na tem celičnem ločevalcu razširjena za dodatnih 5 odvzemov.

V procesu validacije so bili pripravki trombocitov vzorčeni vsak dan ob približno istem času od prvega dne priprave do zadnjega dne uporabnosti. Poleg koncentracije glukoze in vrednosti pH je bilo merjeno tudi število trombocitov in volumen pripravka. Prvi dan je bila izmerjena še vrednost preostanka levkocitov v pripravku, kasneje pa ne več.

REZULTATI

Pregled rezultatov retrogradno je pokazal, da se pH po sedmih dneh ne spremeni veliko, kar je verjetno posledica močnega delovanja pufrov v ohranitveni raztopini. Povprečne vrednosti pH pri pretečenih afereznih enotah trombocitov, ki so bile pripravljene na ZTM v zadnjih treh letih, so bile 6,97 (2023), 6,91 (2022) in 6,94 (2021).

Testiranje pretečenih enot je pokazalo, da so bile vrednosti glukoze pod mejo določljivosti (< 0,3 mM) pri vseh 11 enotah. Vrednost pH je bila pri vseh enotah trombocitov po koncu roka uporabnosti > 6,4, kar ustreza priporočilom EDQM. Pri vseh testiranih enotah je bil opazen učinek vrtnčenja (swirling) trombocitov.

Pri testiranju pretečenih enot so rezultati dodatno pokazali, da se glukoza hitreje porablja pri trombocitih, ki so pripravljeni s postopkom afereze. Ugotovljeno je bilo, da je stopnja aktivacije trombocitov pri afereznih odvzemih večja kot pri trombocitih, pripravljenih s postopkom zlitja. Večji odstotek aktivacije povzroči povečan metabolizem trombocitov, to pa se kaže v večji porabi glukoze.

Pri 11 enotah trombocitov, pri katerih smo merili koncentracijo glukoze vsak dan, so rezultati pokazali, da je merljivost koncentracije glukoze do največ 6. dan od dneva odvzema. Ugotovljeno je bilo, da s trenutnimi nastavitvami celičnega ločevalca Amicus niso bili doseženi želeni kriteriji za koncentracijo glukoze.

Rezultati validacije so bili spodbudni, saj je bilo pri vseh testiranih enotah trombocitov dokazano, da je s spremembo razmerja plazma/PAS mogoče koncentracijo glukoze toliko povečati, da je ob koncu roka uporabnosti (7. dan), koncentracija glukoze še nad spodnjo mejo določljivosti (0,3 mM). Ti rezultati so spodbudili, da je bila izvedena optimizacija postopka in spremenjene nastavitve celičnih ločevalcev za odvzem trombocitov.

DISKUSIJA IN ZAKLJUČEK

Rezultati testiranja validacije so pokazali, da vse enote trombocitov, ki so bile pripravljene po spremembi nastavitvev, ustrezajo vsem zahtevanim minimalnim kriterijem. S spremembo nastavitvev razmerja plazme in raztopine PAS pri postopku afereze trombocitov je bila uspešno zvišana koncentracija glukoze do te mere, da je na voljo trombocitom do zadnjega dneva uporabnosti. S tem je zagotovljena skladnost enot trombocitov s priporočili EDQM.

Po spremembi nastavitvev na celičnem ločevalcu Amicus je v pripravku trombocitov več plazme in manj PAS. Več plazme pomeni, da je v pripravku posledično prisotne več glukoze, ki je potrebna za preživetje trombocitov. Tveganje, ki ga potencialno predstavlja povečanje volumna plazme v pripravku trombocitov, je večja verjetnost za nastanek neželenih transfuzijskih reakcij (alergične reakcije, TRALI). Predvideva se, da zaradi povečanja plazme ne bo prišlo do povečanja neželenih transfuzijskih reakcij, nujno pa bo treba redno spremljati morebitne reakcije in po enem letu narediti analizo hemovigilance.

Samo z varnimi in učinkovitimi postopki za pridobivanje krvodajalcev in pripravkov iz krvi lahko pripomoremo h kakovostnemu in uspešnemu zdravljenju pacientov. Izboljševati in izpopolnjevati je treba opremo za kakovostno pridobivanje pripravkov. Zaposleni v transfuzijski medicini se morajo stalno strokovno izpopolnjevati, pri čemer imajo medicinske sestre zelo pomembno vlogo. Poleg izvajanja kakovostne zdravstvene nege pri krvodajalcih in promocije pomena varne transfuzije pri drugih zaposlenih v zdravstvu morajo medicinske sestre pridobiti tudi praktične veščine in tehnična znanja. Pomembno je tudi interdisciplinarno sodelovanje med različnimi strokami za doseganje boljših in varnih krvnih pripravkov.

LITERATURA

- Amicus (2010). *Separator software versions 3.1, 3.2: Operator's manual (verzija 3.2)*.
- Bakken, A. M. & Farstad, M. (2009). *The swirling phenomenon in stored platelets is influenced by their endogenous serotonin*. Transfus Med, 9(2), 139–145.
- Cerus Corporation. (2009). Uporabniški priročnik: Osvetljevalnik Intercept REF INT100. Amersfoort: Cerus Corporation.
- Ciesla, B. (2019). *Hematology in practice* (3rd ed., pp. 243–268). F. A. Davis Company.
- Cirman, T. (2013). Priprava trombocitne plazme za trombocitni gel. V *Sodobni pristopi pri zdravljenju s krvjo, celicami in tkivi: Zbornik z recenzijo* (str. 81–86). Rogla: Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije, Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov Slovenije, Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v anesteziologiji, intenzivni terapiji in transfuziologiji.
- Domanović, D. (2008). Koncentrirani trombociti. V *Izbrana poglavja iz transfuzijske medicine: Učno gradivo za tečaj transfuzijske medicine za zdravstvene delavce in sodelavce* (str. 70–78). Ljubljana: Zavod za transfuzijsko medicino.
- European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare (2023). *Guide to the preparation, use and quality*

assurance of blood components: Background documents (21st ed.). Strasbourg: Council of Europe.

Ladiha, A. (2014). *Vloga diplomirane medicinske sestre-zdravstvenika pri odvzemu trombocitov s postopkom afereze* [Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Visoka šola za zdravstvo]. Ljubljana.

Pravilnik o hemovigilanci. (2007). Uradni list RS, št. 9/2007, str. 944.

Pravilnik o laboratorijskih preiskavah in postopkih ob transfuziji. (2007). Uradni list RS 9/2007, str. 940.

Pravilnik o obveznem testiranju krvi in komponent krvi. (2007). Uradni list RS št. 9/2007, str. 932.

Pravilnik o pogojih za opravljanje dejavnosti preskrbe s krvjo. (2008). Uradni list RS, št. 6/2008, str. 418.

Pravilnik o standardih in tehničnih zahtevah sistema kakovosti za transfuzijsko dejavnost. (2007). Uradni list RS št. 9/2007, str. 958.

Pravilnik o strokovno medicinskih pogojih za odvzem krvi. (2007). Uradni list RS 9/2007, str. 923.

Pravilnik o zbiranju, pripravi, shranjevanju, razdeljevanju in prevozu krvi in komponent krvi. (2007). Uradni list RS št. 9/2007, str. 933-4.

Rapalle, A. & de Korte, D. (2024). *PH measurement versus glucose measurement as a tool of quality monitoring in PCs stored in PAS E*. Plasma, 63-78.

Rožman, P. (2001). *Vpliv trombocitnih aloantigenov HPA na presaditev alogenskega kostnega mozga* [Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta]. Ljubljana

OD KRVNIH KOMPONENT DO VARNOSTI PACIENTOV: VLOGA HEMOVIGILANCE

From blood products to patient safety: The role of haemovigilance

Brigita Lekše Golob, mag. zdr. nege

Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino, Ljubljana

brigita.lekse-golob@ztm.si

IZVLEČEK

Hemovigilanca predstavlja ključni element zdravstvenega sistema, ki omogoča zaščito pacientov in zagotavljanje varnosti pri uporabi krvnih komponent. Namen prispevka je predstaviti strukturo in delovanje sistema hemovigilance ter poudariti pomen poročanja. Cilj je ozaveščanje o pomembnosti prepoznavanja tveganj in pravočasnega ukrepanja za izboljšanje varnosti pacientov. V članku je predstavljeno Hemovigilančno poročilo za leto 2024. Podatke za vso Slovenijo spremlja, zbira in analizira nacionalna Služba za hemovigilanco na Zavodu Republike Slovenije za transfuzijsko medicino. Kot v prejšnjih letih so bile leta 2024 najpogostejše reakcije pri pacientih po transfuziji krvnih komponent vročinska nehemolitična transfuzijska reakcija, alergijska reakcija in s transfuzijo povezana volumska preobremenitev. Skrb vzbujajoče je večje število napačnih krvi v epruveti, ki predstavlja eno največjih tveganj za neskladno transfuzijo s krvno skupinsko. Izobraževanje zaposlenih v zdravstveni negi o hemovigilanci ni le priporočljivo, temveč nujno. Ne gre zgolj za izpolnjevanje pravil, temveč za skrb za varnost, kakovost in etičnost zdravstvene obravnave. Le dobro poučeni in ozaveščeni zaposleni lahko prispevajo k večji varnosti pacientov in boljšemu zdravstvenemu izidu.

Ključne besede: neželeni učinki; obvladovanje tveganj; kakovost

ABSTRACT

Haemovigilance is a key element of the health system that makes it possible to protect patients and ensure safe use of blood components. The purpose of this article is to present the structure and functioning of the haemovigilance system and to emphasize the importance of reporting. The aim is to raise the awareness of the importance of identifying risks and taking timely action to improve patient safety. This article presents Haemovigilance Annual Report 2024. Haemovigilance data in Slovenia is monitored, collected and analysed by The National Haemovigilance Service at The Slovenian Institute for Transfusion Medicine. As in previous years, the most common reactions in patients after transfusion of blood components were febrile non-haemolytic transfusion reaction, allergic reaction and transfusion-associated circulatory overload. The increasing number of wrong blood in tube errors, that pose one of the biggest risks for transfusion safety, is alarming. Educating healthcare professionals about haemovigilance is not only recommended, but necessary. It is not just about complying with the rules, but also about taking care of safety, quality and ethics of the medical treatment. Only well-trained and informed employees can contribute to a greater patient safety and better health outcomes.

Key words: side effects; risk management; quality

UVOD

Kri je izjemno dragoceno »zdravilo«, ki rešuje življenja – od nujnih operacij do zdravljenja hudih anemij in krvnih bolezni. Kot vsako drugo zdravljenje tudi transfuzija krvi ni povsem brez tveganj. Čeprav so postopki zbiranja, testiranja in shranjevanja krvi danes zelo varni, lahko pride pri prejemnikih do resnih imunoloških reakcij, prenosa nalezljivih bolezni ali drugih zapletov. Zdravljenje s krvjo se zato uporablja pod strogim zdravniškim nadzorom le takrat, ko je to res nujno.

Beseda hemovigilanca izhaja iz grške besede za kri *haema* in latinske besede *vigilans*, ki pomeni biti pazljiv, oprezen, bdeti (Bajt et al., 2025). Namen prispevka je predstaviti strukturo in delovanje sistema hemovigilance ter poudariti pomen poročanja. Cilj je ozaveščanje o pomembnosti prepoznavanja tveganj in pravočasnega ukrepanja za izboljšanje varnosti pacientov.

ZAKONODAJA, KI UREJA PODROČJE HEMOVIGILANCE

Evropska unija in posamezne države članice so za zaščito in varnost pacientov sprejele obsežno zakonodajo, ki ureja tudi področje hemovigilance. Hemovigilanca je urejena z različnimi zakoni, predpisi in evropskimi direktivami, ki zagotavljajo varnost pri ravnanju s krvjo in krvnimi komponentami (v nadaljevanju KK). V Sloveniji hemovigilanco določata Zakon o preskrbi s krvjo (UL RS, št. 104/06) in Pravilnik o hemovigilanci (UL RS, št. 9/07).

V Zakonu o preskrbi s krvjo (v nadaljevanju zakon) je hemovigilanca opredeljena kot niz organiziranih postopkov nadzora v zvezi s hudimi neželenimi ali nepričakovanimi dogodki ali reakcijami pri krvodajalcih in prejemnikih krvi in KK ter epidemiološko spremljanje krvodajalcev.

Zakon podrobneje predpisuje hemovigilanco v 5. poglavju. Vsebina zakona, namenjena prijaviteljem neželenih reakcij in neželenih dogodkov, je podrobneje opisana v členih:

14. člen – sledljivost;

15. člen – zagotavljanje kakovosti pri uporabi krvi in krvnih pripravkov;

- (1) Zdravniki oziroma zdravnice (v nadaljevanju zdravnik) uporabljajo kri in krvne pripravke pri zdravljenju pacientov v skladu z dobro klinično prakso.

16. člen – obveščenost pacienta;

- (1) Pacient mora, preden prejme kri ali komponento krvi, pisno potrditi, da je obveščen o transfuziji in njenih posledicah ter da je dal soglasje zanjo.
- (2) Če kri ali krvne komponente prejme mladoletna oseba do dopolnjenega 15. leta starosti ali polnoletna oseba, ki ji je s sklepom sodišča v celoti odvzeta poslovna sposobnost, mora zdravnik predhodno pridobiti pisno soglasje staršev ali skrbnika oziroma skrbnice (v nadaljevanju skrbnik).
- (3) Ne glede na določbo prvega in drugega odstavka tega člena ni potrebno soglasje za prejem krvi, kadar je to nujno za varovanje življenja ali telesa posameznika.

17. člen – bolnišnični transfuzijski odbori;

- V bolnišnicah uporabo krvi in ravnanje z njo nadzirajo bolnišnični transfuzijski odbori.

18. člen – obvestilo o hudih neželenih dogodkih in hudih neželenih reakcijah;

- (1) Če pri uporabi krvi in KK pride do hudih neželenih dogodkov oziroma hudih neželenih reakcij, mora pristojni zdravnik o tem nemudoma obvestiti transfuzijski zavod ali transfuzijski center.

V skladu z zakonodajo je treba vsako reakcijo na transfundirano KK prijaviti transfuzijski službi. Postopek poročanja je opisan v Pravilniku o hemovigilanci (v nadaljevanju pravilnik).

Pravilnik podrobneje določa:

- način poročanja o neželenih reakcijah in neželenih dogodkih ob transfuziji krvi in KK;
- način poročanja o neželenih reakcijah in neželenih dogodkih ob zbiranju, testiranju, predelavi, shranjevanju in razdeljevanju krvi in KK;
- način zbiranja in vrednotenja podatkov o neželenih reakcijah in neželenih dogodkih ob transfuziji krvi in KK;
- način ukrepanja z namenom upravljanja in zmanjševanja tveganja, povezanega s krvjo;
- obveznosti udeležencev v sistemu hemovigilance.

V pravilniku je navedeno, da sistem hemovigilance vključuje Javno agencijo Republike Slovenije za zdravila in medicinske pripomočke (JAZMP), Službo za hemovigilanco, ki je organizacijska enota Zavoda Republike Slovenije za transfuzijsko medicino (v nadaljevanju ZTM), bolnišnice, transfuzijske zavode, transfuzijske centre, bolnišnične krvne banke, zdravnike, druge zdravstvene delavce, prejemnike krvi in KK (paciente), ostale organe, pristojne za kri v drugih državah, ter pravne in fizične osebe, ki so pri svojem delu v stiku s krvjo.

V pravilniku je sistem prijavljanja in poročanja o neželenih reakcijah in neželenih dogodkih predpisan v členih:

7. člen – prijavljanje in poročanje o neželenih reakcijah in neželenih dogodkih;

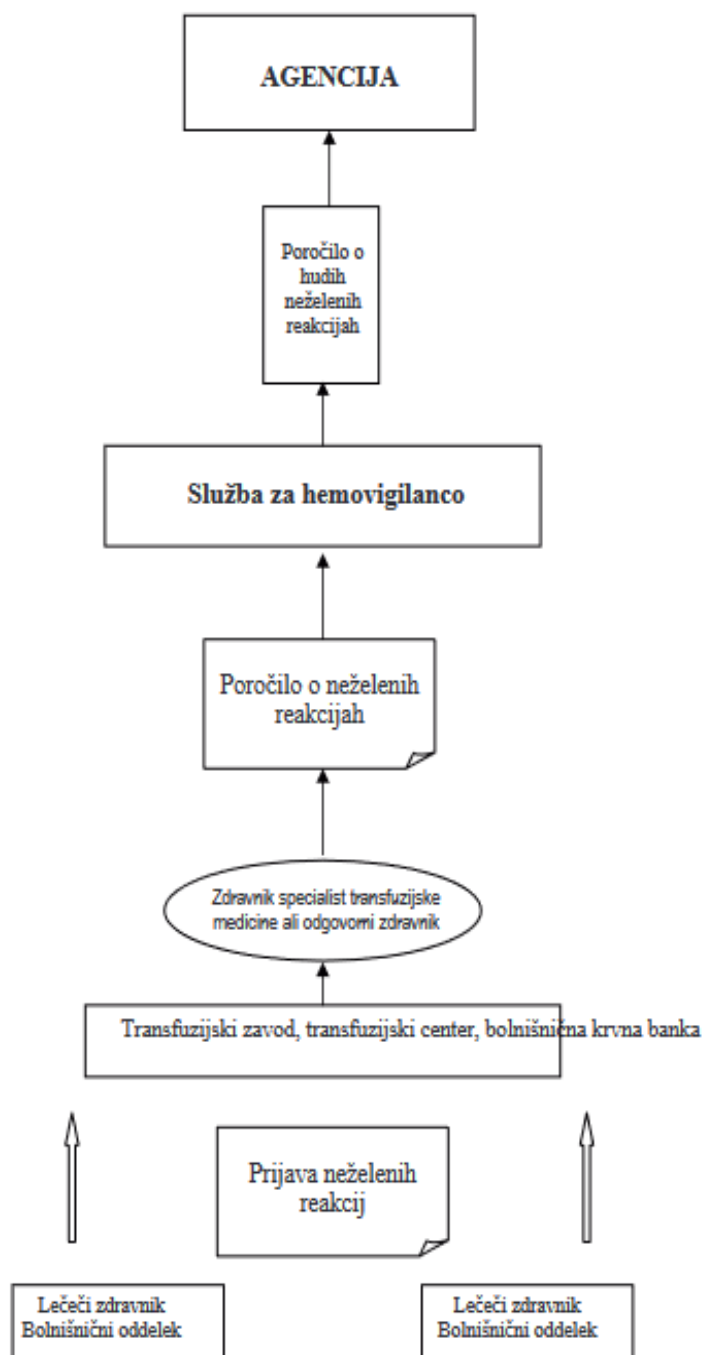
- Zavodi so dolžni zbirati podatke o vseh neželenih reakcijah in neželenih dogodkih in jih sporočati Službi za hemovigilanco.

8. člen – prijavljanje in poročanje o neželenih reakcijah;

(1) Prijavljanje in poročanje o neželenih reakcijah poteka po shemi, določeni v Prilogi II, ki je sestavni del tega pravilnika (Slika 1).

PRILOGA II

PRIJAVLJANJE IN POROČANJE O NEŽELENIH REAKCIJAH OB TRANSFUZIJI KRVI IN KOMPONENT KRV



Slika 1: Prijavljanje in poročanje o neželenih reakcijah ob transfuziji krvi in komponent krvi
(Pravilnik o hemovigilanci, 2007)

(2) Zavodi, ki so vključeni v transfuzijsko verigo, morajo vzpostaviti postopke za shranjevanje podatkov o transfuzijah.

1. Zdravniki in drugi zdravstveni delavci nemudoma prijavljajo transfuzijskemu zavodu ali transfuzijskemu centru ali bolnišnični krvni banki kakršnekoli hude neželene reakcije, ki jih opazijo pri prejemnikih med ali po transfuziji in ki jih lahko pripišemo kakovosti ali varnosti krvi in KK. Za prijavo se uporablja obrazec, določen v Prilogi III, ki je sestavni del tega pravilnika (Slika 2).



Zavod Republike Slovenije
za transfuzijsko medicino
Blood Transfusion Centre of Slovenia

Štajmerjeva ulica 6, 1000 Ljubljana, Slovenija
Tel.: +386 (0)1 543-81-00, Fax: +386 (0)1 230-22-24
E-pošta: central@ztm.si, www.ztm.si

Številka naročilnice
Nº 313140

Prijava neželene transfuzijske reakcije

Podatki o naročniku	Podatki o bolniku/ci
Klinika:	Enotna matična številka občana (EMŠO):
Interni telefon:	Ime in priimek:
Kontaktna oseba:	Datum rojstva:
Zdravnik naročnik:	Naslov:
Datum naročila:	Reg. št. zavezanca:
Ura naročila:	Šifra dejavnosti:

Vzorce bolnikove krvi obvezno označite s priloženimi črtnimi kodami! Glej navodilo za odvzem vzorcev krvi na hrbtni strani naročilnice.

Center za sprejem, shranjevanje in izdajo krvnih pripravkov, Tel.: 01/5438 111, preko UKC, int.: 39-62
Center za imunohematologijo, Tel.: 01/5438 169, preko UKC, int.: 28-72

1. Diagnoza:

2. Transfuzijska anamneza:
Bolnik(ca) je že prejel(a) transfuzijo krvi
☐ Da ☐ Ne ☐ Ni znano
Datum zadnje transfuzije: _____
Reakcije ob prejšnjih transfuzijah
☐ Da, opis reakcije: _____
☐ Ne
3. Nosečnost:
☐ Da ☐ Ne
Leto zadnje nosečnosti: _____
4. Številka krvne komponente:
Volumen transfundirane krvne komponente: _____
Vrsta krvne komponente, ki je povzročila reakcijo
☐ KE ☐ KT ☐ KTF ☐ SZP
☐ Drugo: _____
5. Laboratorijski izvidi:
☐ Hb pred transfuzijo
☐ Hb po transfuziji
☐ Haptoglobin
☐ Hemoglobinemija
☐ Nekonjugirani bilirubin
☐ LDH
☐ Retikulociti
☐ Levkociti
☐ Hemosiderin v urinu
☐ Hemoglobinurija
☐ Urobilinogen v urinu
6. Terapija po transfuzijski reakciji:

7. Znaki in simptomi ob transfuzijski reakciji:

☐ mrzlica
☐ porast telesne temperature (>1°C) pred: _____ po: _____
☐ urtikarija
☐ drugi kožni izpuščaji, opis: _____
☐ rdečica obraza
☐ bledica
☐ cianoza
☐ zlatenica
☐ padec/porast krvnega tlaka pred: _____ po: _____
☐ padec/porast srčne frekvence pred: _____ po: _____
☐ težko dihanje
☐ porast frekvence dihanja pred: _____ po: _____
☐ kašelj in/ali izkašljevanje
☐ pljučni edem
☐ bolečina v prsih
☐ bolečina v ledvenem predelu
☐ bolečina na mestu infuzije
☐ bolečine v mišicah
☐ krči
☐ oligurija/anurija
☐ hemoglobinurija
☐ nepojasnen padec hemoglobina
☐ nenormalne krvavitve
☐ slabost
☐ bruhanje
☐ nezavest
☐ šok
☐ smrt
☐ drugo: _____

8. Sum na:
☐ virusno okužbo
☐ bakterijsko okužbo
9. Povezanost s transfuzijo:
☐ izključena povezava (0)
☐ malo verjetna povezava (0)
☐ možna povezava (1)
☐ verjetna povezava (2)
☐ nedvomna povezava (3)
10. Stopnja:
☐ ni znakov (0)
☐ takojšnje pojavljanje brez znakov življenske ogroženosti in polne razvitosti (1)
☐ takojšnje pojavljanje znakov z življensko ogroženostjo (2)
☐ dolgotrajna obolelost (3)
☐ smrt bolnika (4)

* Potrebno je izpolniti dodatni obrazec. Prijava suma na potransfuzijsko okužbo, ki ga pridobite na ZTM

Podpis in žig zdravnika (obvezno!)

Sprejem naročila na ZTM

Zap. št.: _____

Datum: _____

Sprejem v laboratoriju

Sprejel: _____

Datum/ura: _____

ZTM-No4/1

Slika 2: Prijava neželene reakcije ob transfuziji krvi (Vir: Pravilnik o hemovigilanci)

69

2. Transfuzijski zavod ali transfuzijski center in bolnišnična krvna banka kar najhitreje Službi za hemovigilanco sporočijo vse potrebne informacije o neželenih reakcijah ali sumu nanje. Za sporočanje se uporablja obrazec, določen v Prilogi IV, ki je sestavni del tega pravilnika.

3. Služba za hemovigilanco kar najhitreje agenciji sporoči vse potrebne informacije o sumu na hude neželene reakcije.

Za sporočanje se uporablja obrazec, določen v Delu A in Delu C Priloge V, ki je sestavni del tega pravilnika.

9. člen – način prijavljanja neželenih reakcij s strani prejemnikov;

- Prejemniki, ki ugotovijo kakršnekoli neželene reakcije po transfuziji krvi, jih lahko prijavijo Službi za hemovigilanco v sodelovanju z izbranim zdravnikom ali drugim zdravstvenim delavcem.

10. člen – oblika in vsebina poročila o neželeni reakciji ob transfuziji krvi;

11. člen – zaupnost podatkov;

12. člen – poročanje o neželenih dogodkih;

13. člen – poročanje o hudih neželenih dogodkih;

14. člen – način poročanja o hudih neželenih reakcijah in hudih neželenih dogodkih, ki zahtevajo nujno ukrepanje;

- Odgovorne osebe ZTM, transfuzijskega centra ali bolnišnične krvne banke so dolžne takoj po prejemu prijave hude neželene reakcije ali hudega neželenega dogodka poročati Službi za hemovigilanco o dogodkih, ki zahtevajo nujno ukrepanje zaradi neposrednega ogrožanja javnega zdravja.

16. člen – letna poročila;

17. člen – posredovanje informacij med pristojnimi organi.

DEJAVNIKI TVEGANJA TRANSFUZIJE

Sistem hemovigilance zajema naslednja področja delovanja (Bajt et al., 2025):

1. neželene reakcije pri krvodajalcih ob odvzemu krvi;
2. neželene dogodke, povezane z ravnanjem s krvjo;
3. neželene reakcije pri pacientih ob transfuziji krvi.

Hud neželen dogodek je kakršenkoli neželen dogodek v zvezi z zbiranjem, testiranjem, predelavo, shranjevanjem in razdeljevanjem krvi in KK, ki bi utegnil povzročiti smrt ali ogroziti življenje ter povzročiti stanje invalidnosti ali nezmožnosti za delo, ali ima za posledico hospitalizacijo ali zbolewnost ali podaljšanje hospitalizacije oziroma zbolewnosti (Zakon, 2006).

Neželeni dogodki so opredeljeni po klasifikaciji SHOT (*angl.* Serious Hazards Of Transfusion) (ZTM, 2024a):

- A. Transfundirana napačna komponenta; v to skupino dogodkov spadajo vsi dogodki, kjer pride do transfuzije napačne komponente.
- B. Transfundirana komponenta ne ustreza zahtevam; v to skupino dogodkov spadajo vsi dogodki, kjer je bila transfundirana prava enota krvi (tista, ki je bila naročena, ustrezne krvne skupine (v nadaljevanju KS), vendar enota ni ustrezala posebnim zahtevam naročnika).

- C. Napačno ravnanje s krvjo zunaj transfuzijskega centra; v to skupino dogodkov spadajo vsi dogodki, ki se pripetijo po tem, ko je bila kri izdana (ustrezna enota, pravilne KS, vse posebne zahteve naročnika so bile zagotovljene).
- D. Skorajšnje napake (*angl.* Near Miss); v to skupino dogodkov spadajo skorajšnje napake. To so vse napake, ki bi vodile v hude neželene dogodke, če ne bi bile pravočasno odkrite. Mednje sodi napačna kri v epruveti (*angl.* Wrong Blood in Tube, WBIT).
- E. Dogodki, povezani z zbiranjem, predelavo, shranjevanjem in razdeljevanjem krvi; v to skupino spadajo vsi dogodki, ki so povezani z rokovaljem s krvjo od trenutka, ko je bila kri odvzeta, do izdaje krvne komponente za pacienta.

Huda neželena reakcija je z odvzemom ali transfuzijo krvi oziroma KK povezan nehoteni odziv pri krvodajalcu ali pacientu, ki je lahko smrten, smrtno nevaren, ki povzroča stanje invalidnosti ali nezmožnosti za delo, ali ima za posledico hospitalizacijo ali zbolewnost ali podaljšanje hospitalizacije ali zbolewnosti (Zakon, 2006) (Tabela 1 in 2).

Tabela 1: Neželene reakcije pri pacientih – akutne (vir: ZTM, 2024b)

AKUTNE		
So vse reakcije, ki nastanejo znotraj 24 ur po transfuziji krvi oziroma komponent krvi.		
TIP REAKCIJE	OPIS	SIMPTOMI/ZNAKI
AHTR (Akutna hemolitična TR)	Redka, zelo huda reakcija. Najpogostejši vzrok je AB0 neskladnost, možni so tudi neimunski vzroki.	Slabo počutje, vročina, mrzlica, rdečica, bolečina na mestu transfuzije, bolečine v prsih, trebuhu, ledvenem predelu, dispneja, hipotenzija, bledica, zlatenica, oligo-/anurija, difuzna krvavitev ...
Alergijska TR	Pogosta reakcija po transfuziji krvi oziroma krvnih komponent. V večini primerov gre za blag potek. Nastopi med ali v 4 urah po transfuziji.	Rdečica, srbečica, urtikarija ...
Anafilaktična TR	Redka, huda transfuzijska reakcija. Nastopi med ali v 4 urah po transfuziji.	Hipotenzija, dispneja, urtikarija, tesnoba.
VNHTR (Vročinska nehemolitična TR)	Pogosta, blaga reakcija, za katero je značilen dvig telesne temperature $\geq 1^\circ\text{C}$ in $\geq 38^\circ\text{C}$. Včasih je prisotna le mrzlica. Nastopi med ali v 4 urah po transfuziji.	Vročina, mrzlica, glavobol, slabost.
Septična/toksična TR	Redka, v večini primerov zelo nevarna reakcija. Vzrok je bakterijska kontaminacija.	Mrzlica, hipotenzija, vročina.
TRALI (S transfuzijo povezana akutna okvara pljuč)	Redka, huda transfuzijska reakcija, ki prizadene pljuča. Vzroki so lahko imunski ali neimunski. Nastopi med ali v 6 urah po transfuziji.	Akutna dihalna stiska, hipoksemija, nekardiogeni pljučni edem, vročina, hipotenzija ...

TACO (S transfuzijo povezana volumnska preobremenitev)	Relativno pogosta transfuzijska reakcija. Pride do volumnske preobremenitve krvnega obtoka, kar se kaže s pljučno simptomatiko. Nastopi med ali v 12 urah po transfuziji.	Dihalna stiska, kardiogeni pljučni edem, tahikardija, povišan krvni tlak, kašelj, glavobol.
TAD (S transfuzijo povezana akutna dispneja)	Transfuzijska reakcija, ki prizadene pljuča. Nastopi med ali v 24 urah po transfuziji.	Dihalna stiska.
Hipotenzivna TR	Redka transfuzijska reakcija, pri kateri pride do padca krvnega tlaka. Nastopi med ali v 1 uri po transfuziji, običajno pa v prvih 15 minutah.	Hipotenzija: pri odraslih padec SKT za ≥ 30 in ≤ 80 mmHg, pro otroci pa za >25 % zmanjšanje SKT.

Legenda: TR – transfuzijska reakcija, SKT – sistolični krvni tlak

Tabela 2: Neželene reakcije pri pacientih – odložene (vir: ZTM, 2024b)

ODLOŽENE		
So vse reakcije, ki nastanejo nekaj dni ali celo mesecev po transfuziji krvi oziroma komponent krvi.		
TIP REAKCIJE	OPIS	SIMPTOMI/ZNAKI
OHTR (Odložena hemolitična TR)	Redka, v večini primerov ni življenjsko ogrožajoča.	Padec Hb, zlatenica, povišani laboratorijski kazalci hemolize
TA-GvHD (S transfuzijo povzročena bolezen presadka proti gostitelju)	Redka, huda reakcija, ki nastane zaradi delovanja darovalčevih levkocitov proti prejemniku.	Prizadetost kože, prebavil, vročina ...
PTP (Posttransfuzijska purpura)	Redka transfuzijska reakcija, za katero je značilen padec števila trombocitov po nastanku protiteles anti-HPA.	Purpura, sluznične krvavitve, krvavitve iz GIT in sečil.
Prenos okužb	Redka transfuzijska reakcija. Prenos okužb s transfuzijo (HBV, CMV, HCV, HIV ...)	Kaže se s klinično sliko, značilno za povzročitelja.
Preobremenitev z železom	Transfuzijska reakcija, ki nastane pri kroničnih prejemnikih transfuzij KE.	Visoke koncentracije železa v krvi.
Imunomodulacija	Odziv imunskega sistema na transfuzijo krvi, tvorba protiteles.	/

Legenda: TR – transfuzijska reakcija, Hb – hemoglobina, GIT – gastrointestinalni trakt

V skladu z 2. členom Pravilnika o obveznem testiranju krvi in krvnih komponent (UL RS, št. 9/07) poteka pri krvodajalcu pri vsaki enoti odvzete krvi in KK za aferezo presejalno testiranje na označevalce okužb:

- ugotavljanje okužbe z virusom hepatitisa B (HBV),
- ugotavljanje okužbe z virusom hepatitisa C (HCV),
- ugotavljanje okužbe z virusom pridobljene imunske pomanjkljivosti (HIV),
- ugotavljanje prekuženosti s povzročiteljem sifilisa.

V sezoni aktivnosti vektorja komarja, v obdobju od 1. junija do 30. novembra, se izvaja dodatno testiranje (spremembe Pravilnika o obveznem testiranju krvi in krvnih komponent, UL RS, št. 92/24):

- ugotavljanje okužbe z virusom Zahodnega Nila (WNV).

Kljub testiranju krvi ostajajo potencialne bolezni, ki se prenašajo s krvjo in predstavljajo tveganje za paciente. Pri trombocitnih pripravkih je zaradi shranjevanja na sobni temperaturi (22 ± 2 °C) večje tveganje za bakterijsko kontaminacijo. V Sloveniji ga zmanjšujemo s patogeno inaktivacijo trombocitnih pripravkov z amotosalenom v kombinaciji z UVA svetlobo (Dolinar, 2023). Vedno večji problem zaradi globalnih podnebnih sprememb predstavljajo bolezni, kot so denga, virus Zika, čikungunja, ebola, virus hepatitisa E, prenos prionov in praživali (Bolcato et al., 2020).

POROČILO SLUŽBE ZA HEMOVIGILANCO ZA LETO 2024

V poročilu Službe za hemovigilanco (Bajt et al., 2025) je navedeno, da so slovenske transfuzijske ustanove v letu 2024 skupaj opravile 82.329 odvzemov pri krvodajalcih. Izdanih je bilo 96.402 enot KK, od tega 75.768 koncentriranih eritrocitov (KEF), 10.972 sveže zmrznjene plazme (SZP) in 9.662 trombocitnih pripravkov (TP).

Leta 2024 je bilo s presejalnim testiranjem odkritih 12 krvodajalcev z okužbo krvi, in sicer HBV ($n = 5$), sifilis ($n = 4$), HEV ($n = 2$) in HCV ($n = 1$).

Neželene reakcije pri krvodajalcih ob odvzemu krvi

V letu 2024 je bilo zabeleženih 1.244 neželenih reakcij ob odvzemu krvi krvodajalcem. Od tega je bilo med generaliziranimi reakcijami ($n = 1.050$) največ vazovagalnih ($n = 748$) in citratnih reakcij ($n = 302$). Med lokaliziranimi reakcijami ($n = 194$) je bilo največ hematov ($n = 188$).

Neželene reakcije pri pacientih ob transfuziji krvi

V letu 2024 je bilo v Sloveniji prijavljenih 108 neželenih transfuzijskih reakcij (NTR) pri pacientih, od tega je bilo 97 potrjenih. Najpogostejše so bile NTR po transfuziji enot KEF (72,17 %), sledijo TP (15,46 %) in SZP (12,37 %). Kot v preteklih letih so bile najpogostejše reakcije vročinska nehemolitična transfuzijska reakcija (VNHTR; $n = 50$), alergijska reakcija ($n = 22$) in s transfuzijo povezana volumska preobremenitev (TACO; $n = 8$).

V letu 2024 sta bili dve prijavi suma na smrt zaradi transfuzije. V enem primeru je bil sum z obdukcijo izključen, v drugem primeru pa je ostal vzrok smrti neznan zaradi odstopa lečečih zdravnikov od obdukcije.

Neželeni dogodki, povezani z ravnanjem s krvjo

Neželeni dogodki so vsi dogodki, povezani z ravnanjem s krvjo – od zbiranja, predelave, testiranja in izdaje krvi, do ravnanja s krvjo na bolnišničnih oddelkih. Najpogostejše je bilo poročano napačno

ravnanje s krvjo zunaj transfuzijskega centra ($n = 12$), sledilo je neskladje transfundirane komponente, ki ni ustrezala zahtevam ($n = 9$), od tega so bile antigensko neskladne enote KEF ($n = 7$), neobsevana enota KEF z neustreznim CMV statusom ($n = 1$) in enota KEF neustrezne kakovosti ($n = 1$). Poročali so tudi o napačno transfundiranih komponentah ($n = 4$), od tega transfuzija KK, namenjena drugemu pacientu ($n = 2$), transfuzija KK napačne krvne skupine (KS) zaradi laboratorijske napake ($n = 1$) in transfuzija KK napačne KS zaradi napake v izdaji ($n = 1$).

V letu 2024 je bilo skorajšnjih napak 654, od tega največ napačno izpolnjenih naročilnic za KK in transfuzijske preiskave ($n = 230$) ter napačno orientacijsko določenih KS AB0 na bolnišničnih oddelkih ($n = 258$). Orientacijska določitev KS na ploščici (*angl.* Bedside Test) je obvezna pri prvi določitvi KS pacienta ter pred vsako transfuzijo KK, s čimer lahko preprečimo transfuzijo AB0 neskladne KK. V letu 2024 je bilo zabeleženih 23 primerov napačne krvi v epruveti, kar pomeni da je bila kri za transfuzijske preiskave odvzeta enem pacientu, epruveta s krvjo pa opremljena z matičnimi podatki drugega pacienta.

RAZPRAVA

Zakonodaja in predpisi, tako na ravni EU kot na nacionalni ravni, zagotavljajo okvire za spremljanje in poročanje o neželenih učinkih in reakcijah ter omogočajo učinkovito obvladovanje tveganj.

Zbiranje, analiziranje in sporočanje hemovigilančnih podatkov je pomembno, vendar niso končni cilj. Z letnimi hemovigilančnimi poročili se širšemu občinstvu posredujejo ključne ugotovitve in priporočila z namenom izboljšati transfuzijske prakse (Vuk et al., 2023; Wood, 2024). V Sloveniji so letna poročila hemovigilance objavljena v reviji ISIS in so dostopna preko uradne spletne strani Zdravniške zbornice.

Prepoznavanje tveganj in pravočasno ukrepanje je za izboljšanje varnosti pacientov zelo pomembno. Eno največjih tveganj za varno transfuzijo je napačna kri v epruveti. Podatki kažejo, da se število primerov WBIT skozi leta ne zmanjšuje, kar je skrb vzbujačo (Potočnik, 2015; Dolinar, 2019; Bajt, 2025).

ZTM kot učna ustanova izvaja izobraževanja iz transfuzijske medicine na dodiplomskem in podiplomskem izobraževanju, v katero je vključeno tudi področje hemovigilance. Izobraževanja v okviru zdravstvene nege potekajo na Zdravstveni fakulteti v Ljubljani (1. stopnja, redni in izredni študij), na Fakulteti za zdravstvo Jesenice (1. stopnja, redni študij), na Visoki šoli za zdravstvene vede Slovenj Gradec (1. stopnja, izredni študij) ter na Visoki zdravstveni šoli Celje (1. stopnja, izredni študij).

Usposabljanje za delo na področju transfuzijske dejavnosti med drugim vključuje tudi tečaj iz transfuzijske medicine, ki ga organizira ZTM. Na dodiplomskem študijskem programu zdravstvene nege študenti ne pridobijo dovolj znanj in kompetenc za sodelovanje v postopkih zdravljenja s krvjo. Pravilnik o transfuzijskih preiskavah in postopkih ob transfuziji (UL RS, št. 9/07) določa, da se morajo zdravstveni delavci, ki sodelujejo z zdravnikom pri zdravljenju pacientov s krvjo, po diplomi dodatno izobraziti in usposobiti za to delo.

Od leta 2023 ZTM dodatno organizira delavnice iz transfuzijske medicine, ki so obnovitvene narave za zaposlene (zdravnike in medicinske sestre) na kliničnih oddelkih, ki že delajo s krvnimi komponentami, in ne nadomeščajo transfuzijskega tečaja.

ZAKLJUČEK

V treh desetletjih svojega obstoja je hemovigilanca bistveno izboljšala varnost transfuzij, saj je zmanjšala ali odpravila številna tveganja.

Hemovigilanca predstavlja hrbtenico varnega transfuzijskega zdravljenja. Brez skrbnega nadzora nad vsemi fazami – od zbiranja krvi do aplikacije krvnih komponent pacientu – obstaja tveganje za resne zaplete. Vsak zdravstveni delavec, še posebej pa zaposleni v zdravstveni negi, ima odgovornost in ključno vlogo pri uspešnem delovanju tega sistema.

Vlaganje v izobraževanje, ozaveščanje in kulturo poročanja je naložba v **življenje in varnost pacientov**. Izobraževanje zaposlenih v zdravstveni negi o hemovigilanci ni le priporočljivo, temveč nujno. Ne gre zgolj za izpolnjevanje pravil, temveč za skrb za varnost, kakovost in etičnost zdravstvene obravnave. Le dobro poučeni in ozaveščeni zaposleni lahko učinkovito sodelujejo v sistemu hemovigilance in s tem prispevajo k večji varnosti pacientov in boljšim izidom zdravljenja.

LITERATURA

- Bajt, A., Mrak, J. & Brič, I. (2025). Poročilo Službe za hemovigilanco za leto 2024. In: M. Škerget, B. Jovan, M. Cukjati & H. Čibej (Eds.), *Strokovno srečanje Združenja hematologov Slovenije, Združenja za transfuzijsko medicino Slovenije, Sekcije medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v hematologiji in Hematološkega laboratorijskega združenja: zbornik povzetkov, Podčetrtek 11. in 12. april 2025* (pp. 209-213). <https://zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/Zbornik-povzetkov-april-2025-hematologija.pdf>
- Bolcato, M., Russo, M., Trentino, K., Isbister, J., Rodriguez, D. & Aprile, A. (2020). Patient blood management: The best approach to transfusion medicine risk management. *Transfus Apher Sci.* 59(4). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32359972/>
- Dolinar, U. & Brič, I. (2019). Wrong blood in tube: an occasional lapse or a significant healthcare hazard]. *Zdrav vestn.* 88(9–10):468–78. <https://vestnik.szd.si/index.php/ZdravVest/article/view/2870/2891>
- Dolinar, U. (2023). Nova komponenta krvi: patogensko inaktivirana plazma. In: M. Škerget, B. Jovan, P. Požnenel & H. Čibej (Eds.), *Strokovno srečanje Združenja hematologov Slovenije, Združenja za transfuzijsko medicino Slovenije, Sekcije medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v hematologiji in Hematološkega laboratorijskega združenja: zbornik povzetkov, Podčetrtek 14. in 15. april 2023* (pp. 179-182). <https://zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/Zbornik-povzetkov-april-2023.pdf>
- Potočnik, M. (2015). Hemovigilanca v Sloveniji. In M. Contreras, P. Rožman & D. Domanović (Eds.). *ABC transfuzijske medicine* (pp. 92-93). Celjska Mohorjeva družba.
- Pravilnik o hemovigilanci (2007). Uradni list RS, št. 9. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2007-01-0401/pravilnik-o-hemovigilanci>
- Pravilnik o obveznem testiranju krvi in krvnih komponent (2007). Uradni list RS, št. 9. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2007-01-0398/pravilnik-o-obveznem-testiranju-krvi-in-komponent-krvi>
- Pravilnik o transfuzijskih preiskavah in postopkih ob transfuziji (2007). Uradni list RS, št. 9. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2007-01-0400/pravilnik-o-transfuzijskih-preiskavah-in-postopkih-ob-transfuziji>
- Pravilnik o spremembi pravilnika o obveznem testiranju krvi in krvnih komponent (2024). Uradni list RS, št. 92. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2024-01-2758/pravilnik-o-spremembi-pravilnika-o-obveznem-testiranju-krvi-in-komponent-krvi>
- Vuk, T., Politis, C., Laspina, S., Lozano, M., Haddad, A., de Angelis, V. & Garraud, O. (2023). Thirty years of hemovigilance - Achievements and future perspectives. *Transf Clin Biol*, 30:166-172. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36216308/>
- Wood, E.M., Whitaker, B.I., Townsend, M. & Narayan, S. (2024). How we forecast tomorrow's haemovigilance? *ScienceDirect*; 31(2):114-118. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1246782024000399>
- Zakon o preskrbi s krvjo (ZPKRV-1). (2006). Uradni list RS, št. 104. <https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina/2000-01-2449/zakon-o-preskrbi-s-krvjo-zpkrv>
- Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino (2024a). Standardni operativni postopki *Neželeni dogodki*. Ljubljana.
- Zavod Republike Slovenije za transfuzijsko medicino (2024b). Standardni operativni postopki *Neželene reakcije pri pacientih*. Ljubljana.

PATOFIZIOLOŠKE OSNOVE ŠOKOVNIH STANJ

Pathophysiological mechanisms of shock states

Asist. Matej Mažič, mag. zdr. nege

Splošna bolnišnica Celje

Oddelek za anesteziologijo, intenzivno terapijo operativnih strok in terapijo bolečin

matej.mazic@sb-celje.si

IZVLEČEK

Šok je klinični sindrom, pri katerem organizmu ne uspe zagotoviti zadostnega minutnega volumna srca, ki bi zadostil potrebam organizma po kisiku in hranilih, nujno potrebnih za celični metabolizem. Zmanjšan volumen cirkulirajoče krvi (hipovolemija) je lahko relativen (zaradi redistribucije ali spremenjenega tonusa, aritmije) ali absoluten (izguba znotraj žilnega volumna). Posledice so porušeno razmerje dostave kisika ali odvzemanje kisika v razmerju s potrebo celic po kisiku. Ob vključitvi »obrambnih mehanizmov« (stimulacija simpatikusa, baroreceptorski refleks, aktivacija sistema renin-angiotenzin-aldosteron, sproščanje antidiuretskega hormona itd.) se pojavijo celična hipoksija, anaerobni metabolizem (anaerobna glikoliza, povečana tvorba laktata) in metabolna acidoza. Posplošeno je šok stanje nezadostne tkivne perfuzije in oksigenacije tkiv. Številni mehanizmi v organizmu urejajo regulacijo pretoka tako skozi možgane kot tudi skozi srce in ožilje. Receptorji, ki so v ledvicah, srcu, karotidnem sinusu, arkusu aorte itd., stalno »spremljajo« pretok krvi in so zelo občutljivi na morebitne spremembe. Ko receptorji npr. zaznajo zmanjšan pretok skozi ledvice, se sproži kaskada renin-angiotenzin-aldosteron. Prav tako se ob zmanjšanem pretoku vključi t. im. baroreceptorski refleks, zaradi katerega se aktivira avtonomni živčni sistem. Aktivirajo se tudi β_1 receptorji v srcu, ki ima za posledico pozitiven inotropni, pozitivni kronotropni in pozitiven dromotropni učinek. V nadaljevanju se začne sproščati še antidiuretski hormon, ki povzroči reabsorpcijo vode, zmanjšanje urnih diurez in spremembe v elektrolitskem stanju. Odvijati se začnejo tudi mnoge spremembe v avtoregulaciji pretoka na periferiji (spremembe v rezistenci arteriol ipd.). Za ohranitev življenja celic in tkiv moramo torej pri šoku (hipoksiji in hipoperfuziji tkiv) povečati dostavo kisika, zmanjšati porabo kisika in odstraniti vzrok.

Ključne besede: šok, patofiziologija

ABSTRACT

Shock is a clinical syndrome in which the organism fails to provide sufficient cardiac output to meet the organism's needs for oxygen and nutrients, which are essential for cellular metabolism. Reduced circulating blood volume (hypovolemia) can be relative (due to redistribution or altered tone, arrhythmia) or absolute (loss of intravascular volume). The consequence is a disrupted ratio of oxygen delivery or oxygen withdrawal in relation to the cells' need for oxygen. When „defense mechanisms“ are activated (stimulation of the sympathetic nervous system, baroreceptor reflex, activation of the renin-angiotensin-aldosterone system, release of antidiuretic hormone, etc.), cellular hypoxia, anaerobic metabolism (anaerobic glycolysis, increased lactate formation) and metabolic acidosis occur. Shock is a generalized state of insufficient tissue perfusion and tissue oxygenation. Numerous

mechanisms in the organism regulate the flow through the brain, as well as through the heart and blood vessels. Receptors located in the kidneys, heart, carotid sinus, aortic arch, etc., constantly „monitor“ blood flow and are very sensitive to possible changes. When receptors, for example, detect reduced flow through the kidneys, the renin-angiotensin-aldosterone cascade is triggered. Also, when the flow is reduced, the so-called baroreceptor reflex is activated, which activates the autonomic nervous system. β_1 receptors in the heart are also activated, which results in a positive inotropic, positive chronotropic and positive dromotropic effect. Subsequently, antidiuretic hormone begins to be released, which causes water reabsorption, a decrease in hourly diuresis and changes in electrolyte status. Many changes in peripheral blood flow autoregulation also begin to occur (changes in arteriolar resistance, etc.). To preserve the life of cells and tissues, we must therefore increase oxygen delivery, reduce oxygen consumption, and eliminate the cause in shock (hypoxia and tissue hypoperfusion).

Keywords: shock, pathophysiology

UVOD

Šok je klinični sindrom, pri katerem organizmu ne uspe zagotoviti zadostnega minutnega volumna srca, ki bi zadostil potrebam organizma po kisiku in hranilih, nujno potrebnih za celični metabolizem. Zmanjšan volumen cirkulirajoče krvi (hipovolemija) je lahko relativna (zaradi redistribucije ali spremenjenega tonusa, aritmije) ali absolutna (izguba znotraj žilnega volumna). Stanje hipovolemije pri otrocih ocenjujemo na osnovi izgube telesne teže, izgube celokupne telesne vode pri dehidraciji ali na osnovi izgube krvi ob krvavitvi. Posledica je porušeno razmerje dostave kisika ali odvzemanje kisika v razmerju s potrebo celic po kisiku. Ob vključitvi »obrambnih mehanizmov« (stimulacija simpatikusa, baroreceptorski refleksi, aktivacija sistema renin-angiotenzin-aldosteron, sproščanje antidiuretskega hormona itd.) se pojavi celična hipoksija, anaerobni metabolizem (anaerobna glikoliza, povečana tvorba laktata) in metabolna acidoza. Šok je torej stanje nezadostne tkivne perfuzije in oksigenacije tkiv (Prescott & Rowland, n. d.).

KLASIFIKACIJA ŠOKOVNIH STANJ

Razdelitev šokovnih stanj glede na vsebnost kisika (dostava/odvzem kisika):

- kvantitativni šok z zmanjšano dostavo kisika (DO_2) oz. arterijsko vsebnostjo kisika (CaO_2)
 - hipovolemični,
 - kardiogeni,
 - šok zaradi respiratornega popuščanja ali zastrupitve;
- distributivni šok z zmanjšanim odvzemanjem kisika (O_2ER)
 - septični šok,
 - anafilaktični šok.

Razdelitev šokovnih stanj glede na vpliv minutnega volumna srca:

- šok z nizkim utripnim volumenom:
 - hipovolemični šok,
 - ↓ cirkulirajoči volumen (tudi kardiogeni šok),
 - obstruktivni šok,
 - mehanska ovira (tenzijski pnevmotoraks, tamponada osrčnika, masivna pljučna embolija);

- šok z nizko sistemsko vaskularno rezistenco:
 - nizka sistemska vaskularna rezistenca z vazodilatacijo (anafilaktični šok, nevrogeni šok, septični šok),
 - endokrini šok (hipotiroidizem, hipertiroidizem, adrenalna insuficienca).

Razdelitev glede na manjkajočo komponento:

- glikopenični šok: pomanjkanje glukoznega substrata,
- anemični: pomanjkanje hemoglobina,
- hipoksični: nezadostna oksigenacija,
- ishemični: nezadostna perfuzija.

PATOFIZIOLOGIJA ŠOKOVNIH STANJ

Številni mehanizmi v organizmu urejajo regulacijo pretoka tako skozi možgane kot tudi skozi srce in ožilje. Receptorji, ki so v ledvicah, srcu, karotidnem sinusu, arkusu aorte itd., stalno »spremljajo« pretok krvi in so zelo občutljivi na morebitne spremembe. Ko receptorji npr. zaznajo zmanjšan pretok skozi ledvice, se sproži kaskada renin-angiotenzin-aldosteron. Prav tako se ob zmanjšanem pretoku vključi tako imenovani baroreceptorski refleks, zaradi katerega se aktivira avtonomni živčni sistem. Aktivirajo se tudi β_1 receptorji v srcu, ki ima za posledico pozitivni inotropni, pozitivni kronotropni in pozitivni dromotropni učinek. V nadaljevanju se začne sproščati še antidiuretski hormon, ki povzroči reabsorpcijo vode, zmanjšanje urnih diurez in spremembe v elektrolitskem stanju. Začno se odvijati tudi mnoge spremembe v avtoregulaciji pretoka na periferiji (Worthley, n. d.).



Slika 1: Patofiziološki mehanizmi pri šokovnem stanju (Baren, 2007)

Akutna izguba 25 % volumna cirkulirajoče krvi zmanjša priliv krvi v desno srce ter povzroči padec minutnega volumna srca. Temu sledi padec krvnega tlaka. Glavne patofiziološke motnje pri šoku so: premajhen in moten pretok krvi skozi kapilarno mrežo oz. motnje v mikrocirkulaciji, tkivna ishemija,

sproščanje biokemijskih posrednikov in dušikovega monoksida (NO) ter aktivacija komplementa. Ti delujejo na mikrocirkulacijo, sproščanje posrednikov vnetja pa oslabi krčljivost srčne mišice (t. i. kardiodepresorno delovanje) (Miller et al., 2025).

Patofiziologija šoka na ravni mikrocirkulacije, oksigenacije možganskega tkiva ter celičnega metabolizma

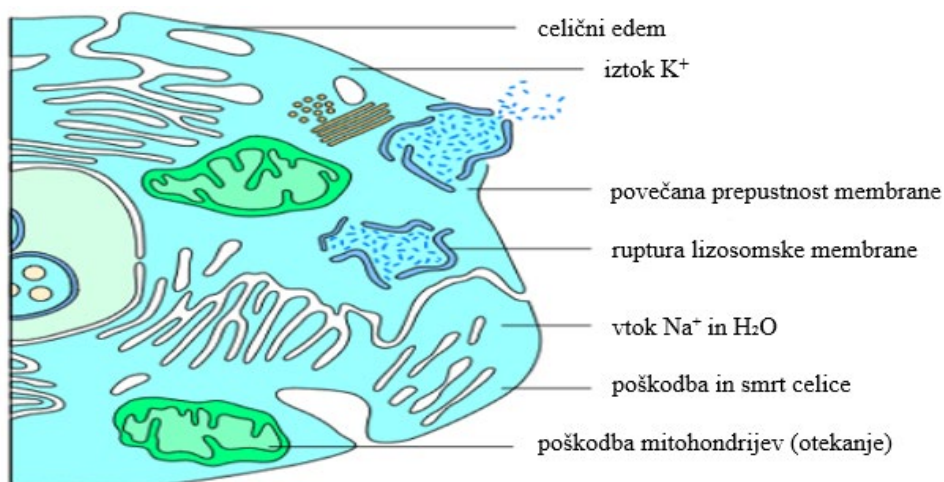
Povprečni pretok krvi v možganskem tkivu je 55 ml/100 g tkiva. Ishemija nastane, ko se pretok zmanjša pod 18 ml/100 g tkiva, nepopravljive okvare pa pod 10 ml/100 g tkiva (Lavinio, 2022).

Nasičenost s kisikom v veni jugularis (SvO_2) je merilo možganskega krvnega pretoka in možganske presnovne aktivnosti. Arteriovenska razlika v vsebnosti kisika v krvi se zviša ob zmanjšanju možganske prekrvavitve ali zvišanju celične presnove, zmanjša pa se, ko se zmanjša celična presnova ali ko se poveča možganski krvni pretok. Nanj vplivajo še vsebnost kisika v arterijski krvi, spremembe v disociacijski krivulji hemoglobina in hemodilucija. Ko se našteti dejavniki ne spreminjajo, SvO_2 odraža celotno razmerje med ponudbo in potrebo po kisiku ter med možgansko presnovo in možganskim krvnim pretokom.

Laktat je kazalec nezadostne oksigenacije in anaerobnega metabolizma, saj nastane iz piruvata z delovanjem laktatne dehidrogenaze. Poglavitni vzrok za nastanek laktatne acidoze je cirkulatorna odpoved in motena tkivna prekrvavitev. Zvišano koncentracijo laktata lahko povzročijo tudi mehaznizmi, ki niso vezani s tkivno oksigenacijo: npr. aktivacija glikolize, zmanjšana aktivnost piruvatne dehidrogenaze, jetrna odpoved.

Razmerje laktat / piruvat je občutljiv kazalec redukcijsko oksigenacijskega stanja, ki je posledica ishemije možganskih celic. Glicerol se v stanjih ishemije iz celičnih membran sprošča v intersticij, zato sta razmerje laktat / piruvat in glicerol pomembna kazalca ishemije celic in okvare celične membrane. Glukoza je kot primarni vir energije pomemben kazalec sprememb v presnovi možganov, glutamat pa posredni znak celične okvare.

Zaradi procesov anaerobne glikolize in povečane tvorbe laktata pride do povečane permeabilnosti celične membrane ter do vdora vode, kalcijevih in natrijevih ionov v znotrajcelični prostor. To ima za posledico nabreknjenje celice, rupturo membrane lizosoma, poškodbe mitohondrijev in celično smrt (Prescott & Rowland, n. d.).



Slika 2: Celične spremembe pri šoku (BrainKart, n.d.)

Faze šoka glede na patofiziološki potek:

- kompenzatorni šok: poveča se frekvenca srca, prisotna je vazokonstrikcija;
- dekompenzatorni šok: pojavi se še zmanjšana tkivna perfuzija;
- subakutni ireverzibilni šok: zaradi ishemije in hipoperfuzije prihaja do multiorganske odpovedi;
- akutni ireverzibilni šok: pojavljajo se acidoza in koagulopatije.

OPIS POSAMEZNIH OBLIK ŠOKA IN KLINIČNA SLIKA

Padec minutnega volumna srca je povezan z dejavniki, ki vplivajo na utripni volumen in sistemsko vaskularno rezistenco. Tako pri hipovolemičnem, distributivnem in obstruktivnem šoku opazamo zmanjšan preload, pri distributivnem pa tudi zmanjšan afterload. Zmanjšano kontraktilnost srca pa opazamo pri kardiogenem šoku (Butler & Rostron, n. d.).

Tabela 1: Spremembe pri komponentah, ki vplivajo na utripni volumen srca pri različnih oblikah šoka.

Vrsta šoka	preload	afterload	kontraktilnost
Hipovolemični	↓↓	↑	↑
Distributivni	↓	↓	↑
Kardiogeni	↑	↑	↓↓
Obstruktivni	↓	↑↑	↑
Disociativni	↑↓	↓↑	↑

Tabela 2.: Hemodinamske spremenljivke in indeksi.

Hemodinamski parameter		Normalne vrednosti		
Spremenljivka	Opis	Odrasli	Otroci	Dojenčki
CO L/min	Minutni volumen srca	4–8	3–6	1–3
SmvO ₂ %	Saturacija mešane vene	60–70	> 75	> 75
PAOP mmHg	Pljučni zagozd. tlak	4–12	8–11	6–9
SVR (dyn)(sec)(m ⁻⁵)	Sistemska vask. rezistenca	900–1300	1200–1300	2800–4000
PVR (dyn)(sec)(m ⁻⁵)	Pljučna vask. rezistenca	20–120	40–320	2000–3000
CI (L)(min)(m ²)	CO / BSA	2.8–4.2	3–4	2–4
SVI (mL)(beat)(m ²)	SV / BSA	30–65	40–70	70–75

PVR index (dyn)(sec)(cm-5) (m ²)	(PAP-PAOP)(80) / CI	250–400	< 200	< 200
SVR index (dyn)(sec)(cm-5) (m ²)	(MAP-CVP)(80) / CI	1500–2400	1300–1800	900–1200
RVSWI (g)(m) / m ²	1.36 x (PAP – CVP) x (SVI)/100	5–10	5–10	5–11
LVSWI (g)(m) / m ²	1.36 x (MAP-PAOP) x (SVI)/100	45–60	30–50	2–40
DO ₂ I	10xCO _x CaO ₂ /BSA	450–640	450–700	450–700
VO ₂ I	10xCO _x (CaO ₂ -CvO ₂) / BSA	85–170	140–190	150–200

Legenda: RVSWI right ventricular systolic work index LVSWI left ventricular systolic work index, DO₂I index dostave kisika, VO₂I index porabe kisika, SVI stroke volumen index, CI cardiac index, BSA body surface area

Distributivni šok

Distributivni šok je opredeljen s hudo periferno vazodilatacijo brez izgube znotraj žilnega volumna. Zajema septični šok, sindrom sistemskega vnetnega odgovora, nevrogeni, anafilaktični, z zdravili ali toksini povzročen šok ter endokrini šok.

Septični šok je definiran neuravnotežen odgovor gostitelja na infekcijo, katere posledica je življenjsko ogrožajoča motnja delovanja organov. Povezan z umrljivostjo do 50 %. Povzročitelji okužb variirajo glede na okolje.

Sindrom sistemskega vnetnega odgovora (SIRS, ang. Systemic inflammatory response syndrome) je klinični sindrom, ki ga označuje velik vnetni odgovor, ki je posledica infekcije, poškodbe ali bolezni. Primeri ne vnetnih stanj, ki lahko vodijo v sindrom sistemskega vnetnega odgovora, so: pankreatitis, zračna, maščobna ali embolija z amnijsko tekočino, opekline, tope poškodbe, crush sindrom, hipoperfuzija, ki je posledica travme, povrnitev spontanega obtoka po srčnem zastoju in še drugi (Russell et al., 2018).

Nevrogeni šok nastane pri poškodbah glave in poškodbah hrbtenjače nad nivojem 4. prsnega vretenca, in sicer je posledica prekinitev anatomskih povezav, česar posledica je izguba padec žilnega tonusa in spremenjen vpliv vagusa (Cinel et al., 2020).

Anafilaktični šok je največkrat posledica alergijske reakcije, posredovane z imunoglobulini E na pike, hrano ali zdravila. Glavne klinične značilnosti anafilaksije so hemodinamski kolaps, bronhospazem in povečan upor v dihalih.

Z zdravili ali toksini povzročen šok je posledica odziva na zdravilo ali toksin, ki je povezan s šokom ali sindromom sistemskega vnetnega odgovora. Pojavi se lahko pri narkotikih, pikih kač ali žuželk, po transfuziji, zastrupitvah s težkimi kovinami ali infekcijami, povezanimi s toksičnim šok sindromom. Cianidi in ogljikov monoksid povzročajo šok, ki je posledica mitohondrijske disfunkcije (Mistry & Winearls, 2024).

Endokrini šok je posledica Addisonске krize ali miksedema, ki se klinično kaže s hipotenzijo in znaki šoka. Razvoj klinične slike je posledica zmanjšanja količine mineralokortikoidov, zaradi česar

se zmanjša periferni žilni upor in razvije hipovolemija, ki pa je posledica primanjkljaja aldosterona. Kljub znanemu vplivu ščitničnih hormonov na krvni tlak razvoj vazodilatacije pri miksedemu ni pojasnjen.

Kardiogeni šok

Kardiogeni šok se razvije kot posledica srčnih vzrokov, katerih posledica je odpoved srca in s tem zmanjšanje srčnega iztisa. Vzroke srčne odpovedi uvrstimo v tri skupine, in sicer:

- kardiomiopatije, katerih vzrok je lahko miokardni infarkt, akutno poslabšanje srčnega popuščanja pri dilatativnih kardiomiopatijah, poškodbe miokarda po srčnem zastoju, miokarditis ali prizadetost miokarda ob napredovalem septičnem ali nevrogenem šoku; 1
- aritmije, ki so lahko tah- ali bradikardne ter prav tako atrijskega ali ventrikularnega izvora pogosto pripomorejo k različnim stopnjam šoka. Privedejo lahko tudi do srčnega zastoja; 1
- mehanični vzroki kardiogenega šoka vključujejo hudo aortno stenozo ali mitralno insuficienco, novonastalo rupturo papilarne mišice ali horde, retrogradno disekcijo aorte, ki lahko vključuje aortno zaklopko in privede do akutne hude aortne insuficience. Drugi vzroki so še lahko: ruptura intraventrikularnega septuma, atrijski miksomi, ruptura ventrikularne anevrizme in prirojene srčne anomalije (Randhawa et al., 2025).

Hipovolemični šok

Hipovolemični šok je posledica zmanjšanja volumna krvi, katerega posledica je zmanjšan srčni iztis (Gutierrez et al., 2004). Glede na izgubo tekočine ga razdelimo v dve skupini:

- znotrajžilnega volumna: najbolj očitna je krvavitev iz odprte rane, prikrito pa so izgube lahko še v torakalni ali abdominalni votlini (hematoraks, raztrganine jeter, vranice, ledvic, pri mladostnicah tudi zunajmaternična nosečnost, krvavitve iz gastrointestinalnega trakta), pa tudi krvavitve v retroperitonealnem prostoru (rupture aorte, nepravilnosti v koagulaciji krvi). Izgube pa so lahko tudi v tkiva, ki obdajajo velike kosti (izguba krvi pri zlomih v predelu nadlakti, goleni, stegna ali medenice);
- plazme: stanja, ki vodijo do čezmerne izgube zunajcelične tekočine z ali brez izgube plazemskega proteina in posledično do šoka, so npr. pankreatitis, peritonitis, opekline, crush sindrom, anafilaksija itd. Ti običajno povzročajo veliko izgubo beljakovin v plazmi, medtem ko bruhanja, driske povzročajo manjše izgube plazemskih proteinov, izgube pa so tudi v koncentraciji natrija in elektrolitov v plazmi (Worthley, 2000).

Poleg omenjenih vzrokov izgube znotrajžilnega volumna, je lahko vzrok tudi zmanjšan vnos (Kalla et al., 2019).

Obstruktivni šok

Obstruktivni šok je posledica zunaj srčnih vzrokov odpovedi srca. Vzroke za razvoj obstruktivnega šoka delimo v dve skupini, in sicer:

- pljučno-žilne vzroke, pod katere največkrat pojmujeemo hemodinamsko pomembno pljučno embolijo ali hudo pljučno hipertenzijo. Posledica obeh stanj je hemodinamski kolaps zaradi odpovedi desnega ventrikla oziroma nezmožnost ustvarjanja tlakov višjih kot na novo nastali povišan žilni upor v pljučih;

- mehanske vzroke, kamor uvrščamo šok, ki se klinično kaže kot hipovolemični šok, čeprav je v osnovi motnja v polnjenju desnega prekata. Klinična stanja, pri katerih se razvije obstruktivni šok zaradi mehaničnih vzrokov, so: tenzijski pnevmotoraks, tamponada perikarda, konstriktivni perikarditis in restriktivna kardiomiopatija (Yuen & Senaratne, 2025).

ZAKLJUČEK

Šokovna stanja zahtevajo temeljit sistematičen pristop in sprotno odpravljanje težav z dihalno potjo, dihanjem in cirkulacijo. Ti ukrepi so enaki ne glede na obliko šoka. Ob podpori življenjskim funkcijam pa moramo misliti na vzrok šoka in odpravo le tega.

Razumevanje patofizioloških mehanizmov pri razvoju šoka nam pomaga pri opredelitvi vrste šoka ter usmerjanju v zdravljenje šokovnih stanj. S prisotnostjo kompenzacijskih mehanizmov lahko spremljamo tudi učinkovitost izvedenih ukrepov pri šokiranem pacientu.

LITERATURA

- Butler, A., & Rostron, T. (n.d.). *Shock and haemodynamic monitoring*.
- BrainKart. (n.d.). *Conditions precipitating shock*. https://www.brainkart.com/article/Conditions-Precipitating-Shock_31724/
- Cinel, I., Kasapoglu, U. S., Gul, F., & Dellinger, R. P. (2020). The initial resuscitation of septic shock. *Journal of Critical Care*, 57, 108–117. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.02.004>
- Gutierrez, G., Reines, H. D., & Wulf-Gutierrez, M. E. (2004). Clinical review: Hemorrhagic shock. In *Critical Care* (Vol. 8, Issue 5, pp. 373–381). <https://doi.org/10.1186/cc2851>
- Kalla, M., Green, P., & Herring, N. (2019). Physiology of shock and volume resuscitation. *Surgery (United Kingdom)*, 37(10), 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.mpsur.2019.07.012>
- Lavinio, A. (2022). Cerebral circulation II: pathophysiology and monitoring. In *BJA Education* (Vol. 22, Issue 7, pp. 282–288). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2022.02.005>
- Miller, A., Wilkinson, J., & Kasal, J. (2025). Diagnosis of Shock States. In *Critical Care Clinics*. W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2025.03.001>
- Mistry, R. N., & Winearls, J. E. (2024). Management of vasoplegic shock. In *BJA Education*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2024.10.004>
- Prescott, C., & Rowland, E. (n.d.). *The shocked patient*.
- Randhawa, V. K., Baran, D. A., Kanwar, M. K., Hernandez-Montfort, J. A., Sinha, S. S., Barnett, C. F., & Billia, F. (2025). The Comparative Epidemiology, Pathophysiology and Management of Cardiogenic Shock Associated With Acute Myocardial Infarction and Advanced Heart Failure. In *Canadian Journal of Cardiology*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2025.01.027>
- Russell, J. A., Rush, B., & Boyd, J. (2018). Pathophysiology of Septic Shock. In *Critical Care Clinics* (Vol. 34, Issue 1, pp. 43–61). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2017.08.005>
- Worthley, L. I. G. (n.d.). *Basic sciences review Shock: A Review of Pathophysiology and Management. Part I*.
- Yuen, T., & Senaratne, J. M. (2025). Definition, Classification, and Management of Primary Noncardiac Causes of Cardiogenic Shock. In *Canadian Journal of Cardiology*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.12.014>

ORGANIZACIJA DELA V ČASU ŠOKOVNEGA STANJA PACIENTA

Organization of work during a patients state of shock

Špela Podpečan, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

Oddelek za intenzivno terapijo

spela.podpecan@kclj.si,

Mateja Kremzer, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

Oddelek za intenzivno terapijo

mateja.kremzer@kclj.si

IZVLEČEK

V članku je predstavljena organizacija dela v času šokovnega stanja pacienta, ki je eno najresnejših in najnevarnejših stanj v intenzivni terapiji. Na oddelek intenzivne terapije so sprejeti življenjsko ogroženi pacienti, pri katerih je šokovno stanje že prisotno ali pa se lahko razvije med hospitalizacijo. Šok dodatno poslabša klinično sliko in zahteva takojšnje, strokovno usklajeno ukrepanje. Medicinska sestra je kot članica zdravstvenega tima ves čas prisotna ob pacientu in ima ključno vlogo pri zgodnjem prepoznavanju znakov šoka ter pravočasnem ukrepanju. Njeno strokovno znanje, sposobnost opazovanja ter hitra presoja pomembno vplivajo na potek zdravljenja. Učinkovita organizacija zdravstvene nege, natančno opazovanje pacienta in prepoznavanje znakov šokovnega stanja so ključni dejavniki uspešnega obvladovanja tovrstnih stanj. Vsaka zamuda ali napačna odločitev lahko ogrozi pacientovo življenje. Zato je nujno usklajeno delovanje celotnega zdravstvenega tima ter učinkovito sodelovanje z drugimi oddelki, službami in zavodi.

Ključne besede: življenjsko ogrožen pacient, intenzivna terapija, medicinska sestra, zdravstveni tim, opazovanje pacienta

ABSTRACT

The article presents the organization of work during a patient's state of shock, which is one of the most serious and dangerous conditions in intensive care. Intensive care units admit patients whose lives are at risk and who are already in shock or may develop shock during hospitalization. Shock further worsens the clinical picture and requires immediate, professionally coordinated action. As a member of the healthcare team, the nurse is constantly present with the patient and plays a key role in the early recognition of signs of shock and timely intervention. Her professional knowledge, observation skills, and quick judgment have a significant impact on the course of treatment. Effective organization of nursing care, careful observation of the patient, and recognition of the signs of shock are key factors in the successful management of such conditions. Any delay or wrong decision can endanger the patient's life. Therefore, coordinated action by the entire healthcare team and effective cooperation with other departments, services, and institutions is essential.

Keywords: Critically ill patient, intensive care, nurse, healthcare team, patient monitoring

UVOD

Šok je klinični sindrom odpovedi kardiocirkulatornega sistema, ko nezadostna perfuzija tkiv povzroča disfunkcijo in poškodbo celic. Šok vodi do poškodbe celic zaradi nesorazmerja dobave in porabe kisika. Patofiziološko razlikujemo štiri skupine šokov: hipovolemični, distributivni, kardiogeni in obstruktivni šok. V prvi fazi vseh šokovnih stanj prihaja do aktivacije kompenzatornih mehanizmov, in sicer simpatiko adrenalnega sistema in nevrohumoralnega odziva. Hitro ukrepanje in odstranitev povzročitelja vodi do stabilizacije stanja pacienta in hitrega okrevanja. Pozne faze pridobivajo značilnosti distributivnega šoka zaradi sproščanja vnetnih mediatorjev in dušikovega oksida. Zgodnje prepoznavanje šokovnih stanj je ključno za učinkovito zdravljenje pacientov (Grynyuk, 2021, p. 9).

Namen članka je predstaviti organizacijo dela pri obravnavi pacienta v šokovnem stanju na oddelku intenzivne terapije. Poseben poudarek je namenjen pomenu zgodnjega prepoznavanja znakov šoka, pravočasnemu in ustreznemu ukrepanju, jasni razdelitvi nalog ter učinkoviti komunikaciji znotraj zdravstvenega tima in z drugimi službami. Cilj prispevka je prikazati, kako strokovno znanje, natančno opazovanje in koordinacija dela bistveno pripomorejo k stabilizaciji pacienta in preprečevanju nadaljnjih zapletov.

OCENA STANJA PACIENTA IN PREPOZNAVA ŠOKOVNEGA STANJA

Medicinska sestra na oddelku intenzivne terapije je usposobljena za prepoznavanje zgodnjih znakov nastajajočega šoka. Njeno strokovno znanje in stalna prisotnost ob pacientu omogočata hitro zaznavo kliničnih sprememb, ki lahko nakazujejo razvoj šokovnega stanja. Ob zaznanih spremembah pravočasno obvesti zdravnika specialista, zdravnika specializanta ter vodjo zdravstveno-negovalnega tima, s čimer se omogoči hitro in usklajeno ukrepanje celotnega zdravstvenega tima. Zgodnje prepoznavanje šoka je ključnega pomena za pravočasno zdravljenje in zmanjšanje tveganja za neugoden izid zdravljenja.

Medicinska sestra je ključni člen zdravstvenega tima, saj največ časa posveča spremljanju in nadzoru pacientovega stanja. Za prepoznavanje znakov razvijajočega šoka sta zelo pomembna njeno znanje in izkušnje. Nujno je pravilno ukrepanje in natančno poročanje o stanju pacienta. Nadzor vitalnih funkcij predstavlja proces prepoznavanja in vrednotenja fizioloških odstopanj od normalnih vrednosti (Ocepek & Andočec, 2014, p. 14).

Za oceno stanja pacienta v enoti intenzivne terapije se uporabljata invazivni in neinvazivni hemodinamski monitoring kakor tudi pristop ABCDE, kar pomeni:

- A - Airway (dihalna pot): Naredi se ocena dihanja. Če je treba, se izvede aspiracija dihalne poti, odstrani tujek, če je ta prisoten. Pacient se namesti v ustrezen položaj.
- B - Breathing (dihanje): Ocenita se frekvenca in kakovost dihanja ter uporaba pomožne dihalne miškulature. Opazuje se barva kože. Meri se raven nasičenosti krvi s kisikom (SpO₂).
- C - Circulation (cirkulacija): Merijo se invazivni ali neinvazivni krvni tlak kakor tudi frekvenca pulza. Opazuje se barva kože in oceni se kapilarni povratek.
- D - Disability (nevrolški status): Ocenijo se zavest pacienta. Pri tem se uporabljajo različne lestvice, kot so GCS (Glasgow coma scale), AVPU (A - alert - buden, V - voice - odziven na naš glas, P - pain - odziva se na bolečino, U - unresponsive - neodziven), uporabi se tudi lestvica za ugotavljanje agitacije in sedacije RASS (Richmond Agitation Sedation Scale) in lestvica za oceno bolečine CPOT (Critical Care Pain Observation Tool).

- E - Exposure (izpostavljenost): Pregleda se pacient in išče vire za nastalo šokovno stanje. Izvede se nadzor nad vsemi drenažnimi sistemi (abdominalni dren, torakalna drenaža, zunanja ventrikularna drenaža, gastrična sonda), ki jih ima pacient vstavljen. Naredi se ocena kože za anomalije, kot so izpuščaji. Lahko je pacient tudi podhlajen ali ima povišano telesno temperaturo (Omerovič & Prosen, 2024, p. 7–8).

Dejstvo, da ABCDE zajema prvih pet črk abecede, ni odlično le zaradi enostavnega pomnjenja. Sosledje črk hkrati jasno ponazori pomembnost zaporedja prioritet. Brez vsaj začasne zadovoljive razrešitve vsakega predhodnega elementa smrti ni mogoče preprečiti. Tako brez zagotovljene dihalne poti ni oksigenacije in ne ventilacije. Brez ustrezne oksigenacije ni učinkovite perfuzije (v najožjem pomenu dostave kisika do perifernih tkiv) vitalnih organov in osrednjega živčevja. Primarni pregled ABCDE omogoča hitro oceno pacientovega stanja in narekuje ukrepe za stabilizacijo življenjskih funkcij. Z zaključenim primarnim pregledom je zagotovljenega dovolj časa za izvedbo ciljane anamneze in natančnega kliničnega pregleda ter laboratorijskih in slikovnih preiskav (Omerovič & Prosen, 2024, p. 7–8).

Če pacient ni odziven in ne diha normalno, medicinska sestra nemudoma obvesti zdravnika in začne temeljne postopke oživljanja.

UKREPANJE IN STABILIZACIJA PACIENTA V ŠOKOVNEM STANJU

Vodja zdravstvenega tima v enoti intenzivne terapije je zdravnik specialist. Tim sestavljajo tudi zdravniki specializanti, medicinske sestre, fizioterapevti ... Pomembna je dobra komunikacija med vsemi zaposlenimi še posebej ob izrednih dogodkih, saj se le tako lahko pravočasno ukrepa in rešuje življenje pacienta. Vsa navodila glede zdravljenja šokiranega pacienta daje zdravnik specialist.

Vodja tima zdravstvene nege koordinira ter razporeja naloge ostalim medicinskim sestram, da se zagotovi usklajeno delovanje. Natančna opredelitev vlog in nalog posameznih članov tima je bistvenega pomena za varno, učinkovito in hitro obravnavo življenjsko ogroženega pacienta.

Pri šokiranem pacientu medicinska sestra izvaja naslednje intervencije:

- Oksigenacija pacienta: Pacientu se aplicira visok odstotek kisika. Če pacient nima umetne dihalne poti, medicinska sestra aplicira kisik preko Venturi maske ali maske za visok pretok kisika. V primeru, da pacient ne diha, se za predihavanje uporabi ročni dihalni balon, nato pa se šokiranega pacienta endotrahealno intubira, da se zavaruje dihalna pot.
- Nadomeščanje tekočin: Medicinska sestra vzpostavi učinkovit venski dostop z vstavitvijo periferne venske kanile največje možne velikosti. V skladu z zdravnikovimi naročili začne nadomeščati predpisane intravenske tekočine, da se vzpostavi ustrezna cirkulacija.

Če gre za akutno krvavitev, medicinska sestra po naročilu zdravnika naroči in aplicira krvne komponente. Zdravnik določi stopnjo nujnosti izdaje krvnih komponent. Pri nadomeščanju krvnih komponent je ključno sodelovanje z Zavodom za transfuzijsko medicino. Če pacient nima osrednjega venskega katetra, medicinska sestra asistira zdravniku pri vstavitvi le-tega.

- Nadzor vitalnih funkcij – hemodinamski monitoring: V enoti intenzivne terapije je pacient stalno nadzorovan. Vitalne funkcije se spremljajo z uporabo neinvazivnega in invazivnega monitoringa, ki vključuje merjenje srčnega utripa, opazovanje EKG krivulje, pulzne oksimetrije, krvnega tlaka ter osrednjega venskega pritiska.

Po naročilu zdravnika medicinska sestra posname tudi EKG, odvzame vzorce krvi za predpisane laboratorijske preiskave ter vzorce telesnih tekočin za mikrobiološke analize (aspirat traheje, kri za hemokulture, urin za nativno in mikrobiološko preiskavo, likvor...).

Pacient ima vstavljene tudi arterijsko kanilo za merjenje invazivnega krvnega tlaka, osrednji venski kateter ter stalni urinski kateter. Vsak pacient v enoti intenzivne terapije mora imeti vstavljen vsaj en venski in arterijski dostop. Medicinska sestra izvaja nadzor nad vsemi vstavljenimi katetri in drenažami. Spremlja reakcijo in velikost zenic ter intrakranialni pritisk (ICP), če ima pacient vstavljeno intrakranialno elektrodo.

Vse vitalne funkcije in odstopanje le-teh od normale in stanje drenaž se beležijo na temperaturni list na eno uro ali po naročilu zdravnika tudi pogosteje.

- Aplikacija predpisane terapije: Predpisano terapijo pripravijo medicinske sestre v pripravljalnici zdravil. Vodja tima jih obvesti, naj pripravo zdravil za šokiranega pacienta uvrstijo na prioriteto listo. Če je potrebna aplikacija adrenalina, se lahko zdravilo vzame iz oddelčnega reanimacijskega vozička. Pri pripravi zdravil je nujno natančno upoštevanje zdravnikovih navodil ter izvedba dvojne kontrole visoko tveganih zdravil, kot so vazopresorji in narkotiki, saj je tveganje za neželene dogodke pri njihovi uporabi povečano. Potrebna je tudi pozornost pri pripravi in aplikaciji predpisanih antibiotikov.
- Sodelovanje z zdravnikom: O vseh spremembah pacientovega stanja medicinska sestra obvešča zdravnika. Po zdravnikovem naročilu pripravi vse pripomočke (endotrahealna intubacija, aplikacija predpisane terapije, vstavev intravenskih katetrov, sodelovanje pri namestitvi razširjenega hemodinamskega monitoringa...). Če je treba, se pacient pripravi tudi za transport na diagnostične posege ali operativni poseg. Za transport pacienta se pripravijo transportni mehanski ventilator, kisikove jeklenke, uredi se tudi spremstvo pacienta. Pomembna je priprava pacienta, medicinska sestra pripravi prenosni monitor ter vsa zdravila po naročilu zdravnika (Rode, 2012, p. 353).

DOKUMENTIRANJE

Osrednji namen dokumentiranja v zdravstveni negi je omogočiti dosleden, celovit in usklajen pristop k zdravstveni oskrbi pacienta. S pravilnim dokumentiranjem se zagotovi kontinuiteta zdravstvene oskrbe, spremlja stanje pacienta, izvaja pravilne postopke in pravilno odloča o zdravstveni oskrbi (Dunn Lopez et. al., 2021).

Vsi izvedeni postopki se dokumentirajo na temperaturni list pacienta. Medicinska sestra natančno evidentira vse vitalne funkcije, aplikacijo zdravil, izvedene preiskave ter opravljeno diagnostiko. Prav tako je pomembno, da se beleži vsakršno izboljšanje ali poslabšanje pacienta. Napisati je treba tudi poročilo zdravstvene nege. Zapisi morajo biti natančni in čitljivi. Takšna dokumentacija zagotavlja sledljivost postopkov ter varnost in kontinuiteto zdravstvene oskrbe.

KOMUNIKACIJA

Komunikacija je jedro uspešnega delovanja zdravstvenega tima, ki se razume kot proces interakcije in kot dejavnost, katere cilj je posredovanje informacij. Zdravstvene napake in konflikti na delovnem mestu so običajno posledica napak pri komuniciranju (Dartiguelongue et al., 2021, p. 589–593).

Komunikacijska kultura v zdravstvenem timu mora biti na visoki ravni. Navodila morajo biti jasno in natančno podana, brez komunikacijskih šumov. Uporablja se spoštljiv jezik. Zdravnik in medicinska sestra komunicirata s pacientom kakor tudi z ostalimi člani zdravstvenega tima na kulturnen in spoštljiv način.

Posebej pomembna je tudi komunikacija s svojci. Informacije o zdravstvenem stanju pacienta poda zdravnik. Informacije morajo biti svojcem podane natančno in razumljivo. Medicinska sestra je svojcem v podporo ves čas, ko so prisotni in predstavlja vez med pacientom in njegovimi svojci.

DISKUSIJA

Obravnava pacienta v šokovnem stanju v enoti intenzivne terapije zahteva visoko stopnjo usklajenosti, strokovnosti in odzivnosti celotnega zdravstvenega tima. Šok predstavlja akutno in življenjsko ogrožajoče stanje, pri katerem lahko vsaka zamuda ali napaka v ukrepanju vodi v nepopravljive posledice za pacienta. V ospredju uspešne obravnave so pravočasno prepoznavanje znakov šoka, hitra diagnostika, terapija ter učinkovita komunikacija znotraj tima.

Medicinska sestra ima v tem procesu osrednjo vlogo. Zaradi stalne prisotnosti ob pacientu je prva, ki zazna spremembe vitalnih funkcij, obnašanja pacienta ali učinkovitosti terapije. Njena sposobnost opazovanja in presojanja je ključnega pomena za pravočasno obveščanje zdravnika in sprožitev ustreznih ukrepov. Poudariti je treba tudi pomen njene vloge pri izvajanju intervencij, kot so oksigenacija, vzpostavitev venskega dostopa, priprava in aplikacija zdravil, ter pri sodelovanju pri invazivnih posegih, kot je vstavitev osrednjega venskega ali arterijskega katetra.

Sodelovanje z drugimi člani zdravstvenega tima mora biti jasno opredeljeno in učinkovito zlasti v nujnih situacijah. Natančno razmejene naloge in odgovornosti zagotavljajo varnost pacienta ter zmanjšujejo možnost napak.

Nepogrešljiv element celostne obravnave je tudi ažurna, natančna in čitljiva dokumentacija. Redno beleženje vitalnih funkcij, vseh izvedenih postopkov in opažanj omogoča sledljivost dogajanja, podpira klinično odločanje in zagotavlja kontinuiteto oskrbe. Vključitev protokolov dvojne kontrole pri aplikaciji visoko tveганиh zdravil dodatno prispeva k varnosti pacienta.

Kljub visoki stopnji usposobljenosti osebja in jasni organizaciji dela ostajajo izzivi predvsem v hitrosti odziva, dostopnosti kadra in zagotavljanju tehničnih sredstev. Redno izobraževanje, simulacijski treningi in posodabljanje protokolov so ključni za ohranjanje kakovosti in varnosti v intenzivni terapiji.

ZAKLJUČEK

Medicinska sestra s svojim znanjem in strokovnostjo skrbi za takojšnje odkrivanje šokovnega stanja pacienta in obveščanje zdravnika. Pri svojem delu sodeluje z ostalimi člani zdravstvenega tima, po potrebi z ostalimi oddelki, službami in zavodi. Uporablja pridobljeno znanje, učinkovitost, empatijo kakor tudi ustrezno komunikacijo. Sodeluje pri vseh diagnostično-terapevtskih postopkih po navodilu zdravnika. Je vez med zdravnikom, pacientom in svojci.

LITERATURA

- Grynyuk, A. (2021). (Pato)fiziologija kardiovaskularnega sistema pri različnih šokovnih stanjih. V *Šola anesteziologije, reanimatologije in perioperativne intenzivne medicine: Deveti modul, intenzivna medicina, e-učbenik* (p. 9–19). Medicinski simulacijski center, Univerzitetni klinični center Ljubljana; Katedra za anesteziologijo in reanimatologijo, Medicinska fakulteta, Univerza v Ljubljani. <https://www.szaim.org/wp-content/uploads/2021/03/Modul-9-eucbenik.pdf>
- Dartiguelongue, J. B., & Cafiero, P. J. (2021). Communication in health care teams. *La comunicación en los equipos de salud. Archivos Argentinos de Pediatría*, 119(6), p.589–593.

Dunn Lopez, K., et al. (2021). Electronic health record usability and workload changes over time for provider and nursing staff following transition to new EHR. *Applied Ergonomics*, 93, 103359. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2021.103359>

Ocepek, S., & Andočec, V. (2014). Urgentna stanja v kardiologiji in angiologiji. Bolnik s kardiogenim šokom. V T. Žontar & A. Kvas (ur.), *Urgentna stanja v kardiologiji in angiologiji* (p. 11–18). Zbornica zdravstvene in babiške nege Slovenije – Zveza strokovnih društev medicinskih sester, babic in zdravstvenih tehnikov, Sekcija medicinskih sester in zdravstvenih tehnikov v kardiologiji in angiologiji. <https://arhiv.zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/2019/10/Urgentna-stanja-v-kardiologiji-in-angiologiji.pdf>

Omerović, M., & Prosen, G. (2024). ABCDE pristop. V Slovensko združenje za urgentno medicino (ur.), *XI. Šola urgentne medicine, 1. letnik, 3. cikel: Kritično bolni, krvne bolezni, maligne bolezni, alergije, sedacija in analgezija, motnje hormonov, duševne motnje, bolezni kože, bolezni oči* (p. 8–9). Slovensko združenje za urgentno medicino. <https://www.szum.si/literatura>

Rode, S. (2012). Zdravstvena nega šokiranega pacienta v urgentni kirurški ambulanti. V M. Gričar & R. Vajd (ur.), *Urgentna medicina: izbrana poglavja 2012* (str. 352–354). Portorož, Slovenija: Slovensko združenje za urgentno medicino.

Slovensko združenje za urgentno medicino. (2021). *Smernice Evropskega reanimacijskega sveta za oživljanje 2021 – slovenska izdaja* (1. izd.). Slovensko združenje za urgentno medicino. https://sim-center.si/wp-content/uploads/2022/01/smernice_2021.pdf

ANAFILAKTIČNI ŠOK IN PRIKAZ PRIMERA

Anaphylactic shock and case presentation

Blaž Primožič, dipl. zn.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

blaz.primozic@kclj.si

Silvija Proje, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

silvija.proje@kclj.si

IZVLEČEK

Anafilaktični šok je akutna, potencialno smrtno nevarna alergijska reakcija, ki se razvije v nekaj minutah po izpostavitvi alergenu. Gre za sistemski imunski odziv, ki prizadene več organov hkrati. V zadnjih letih se je pojavnost anafilaksije povečala, predvsem zaradi okoljskih sprememb in spremenjenega življenjskega sloga (Simons, Arduoso, Bilo, et.al, 2020). Najpogostejši sprožilci vključujejo hrano (arašidi, školjke), zdravila (antibiotiki), žuželčje pike in lateks, pri nekaterih primerih pa sprožilec ostane neznan (idiopatska anafilaksija) (Muraro, Roberts, Worm et.al. 2017). Ključno vlogo pri razvoju reakcije ima IgE – posredovana degranulacija mastocitov (Sicherer & Sampson, 2021). Zdravljenje zahteva hitro aplikacijo adrenalina, dodatno kisikovo terapijo in intravenozne tekočine. Priporoča se bolnišnično opazovanje zaradi možnosti zapoznelih (bifazičnih) reakcij. Dolgoročna oskrba vključuje alergološko diagnostiko, izobraževanje pacientov ter redno uporabo adrenalin avtoinjektorjev. Preprečevanje temelji na izogibanju alergenom, jasnem označevanju izdelkov in širšem ozaveščanju. Zdravstveni delavci imajo ključno vlogo pri zgodnjem prepoznavanju in obravnavi. Nove smernice in tehnologije prispevajo k boljši prognozi, pričakuje pa se tudi razvoj personaliziranih terapij na podlagi genetskega profila pacientov (World Allergy Organization, 2020).

Ključne besede: anafilaktični šok, alergeni, prva pomoč, preventiva, vloga zdravstvenih delavcev

ABSTRACT

Anaphylactic shock is an acute, potentially life-threatening allergic reaction that develops within minutes after exposure to an allergen. It is a systemic immune response affecting multiple organs simultaneously. In recent years, the incidence of anaphylaxis has increased, mainly due to environmental changes and lifestyle modifications (Simons, Arduoso, Bilo, et. al, 2020). The most common triggers include food (peanuts, shellfish), medications (antibiotics), insect stings, and latex; in some cases, the trigger remains unknown (idiopathic anaphylaxis) (Muraro, Roberts, Worm, et.al. 2017). A key role in the development of the reaction is played by IgE-mediated mast cell degranulation (Sicherer & Sampson, 2021). Treatment requires the rapid application of adrenaline, supplemental oxygen therapy, and intravenous fluids. Hospital observation is recommended due to the possibility of delayed (biphasic) reactions. Long-term care includes allergy diagnostics, patient education, and regular use

of adrenaline autoinjectors. Prevention is based on allergen avoidance, clear product labeling, and broader awareness. Healthcare professionals play a crucial role in early recognition and management. New guidelines and technologies contribute to better prognosis, and the development of personalized therapies based on patients' genetic profiles is also expected (World Allergy Organization, 2020).

Keywords: Anaphylactic shock, allergens, first aid, prevention, role of healthcare professionals

UVOD

Anafilaktični šok predstavlja eno najbolj akutnih in življenjsko ogrožajočih alergijskih stanj, ki se lahko razvije v samo nekaj minutah po izpostavitvi alergenu. Gre za sistemsko reakcijo, ki prizadene več organov in sistemov hkrati ter lahko vodi do hitrega kolapsa kardiovaskularnega sistema in tudi v smrt. Zato je nujno, da so zdravstveni delavci in javnost seznanjeni z aktualnimi smernicami za prepoznavanje, diagnosticiranje in zdravljenje tega stanja (World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis, n. d.).

V zadnjih letih se je incidenca alergijskih bolezni, vključno z anafilaksijo, povečala, kar je verjetno posledica okoljskih sprememb kot tudi sprememb v prehrani in sprememb življenjskega sloga. Nove raziskave in smernice, ki so bile objavljene v letih 2017–2022, ponujajo osvežen pogled na patofiziologijo in optimizacijo zdravljenja anafilaktičnega šoka (Lieberman, Nicklas, Oppenheimer et. al. 2019).

Namen tega članka je celovit pregled sodobnih pristopov k razumevanju in zdravljenju anafilaksije s poudarkom na hitri intervenciji, preventivnih ukrepih in dolgoročnem spremljanju pacientov.

EPIDEMIOLOGIJA

Anafilaktični šok je razširjen po vsem svetu, vendar se incidenca med regijami razlikuje. V zahodnih državah, kot so ZDA in države Zahodne Evrope, se letna incidenca giblje med 50 in 112 primeri na milijon prebivalcev. V Aziji in drugih delih sveta je manj zbranih podatkov, vendar se zaznava trend povečevanja alergijskih bolezni (World Allergy Organization, 2020).

Glavni dejavniki tveganja za anafilaksijo so genetska predispozicija (družinska anamneza alergijskih bolezni, atopijskega dermatitisa in astme), okoljski dejavniki (onesnaženost zraka, spremembe v mikrobiomu in uporaba nekaterih kemikalij), prehranski dejavniki (povečan vnos predelanih živil ter zmanjšan vnos svežega sadja in zelenjave) ter kronični stres in življenjski slog s psihološkimi obremenitvami, ki lahko oslabijo imunski sistem, kar prispeva k večji dovzetnosti za alergijske reakcije (World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis, n. d.; Sicherer & Sampson, 2021).

Glede na trenutni življenjski slog večine prebivalstva ter okoljske spremembe je v naslednjih letih pričakovana še povečana incidenca alergijskih obolenj in posledično tudi anafilaktičnih reakcij.

ETIOLOGIJA IN SPROŽILCI ANAFILAKSIJE

Anafilaktični šok nastane kot posledica pretiranega imunsko mediiranega odziva na alergen. Najpogostejši sprožilci so hrana, zlasti pri otrocih (arašidi, oreški, školjke, mlečni izdelki, jajca ipd.), zdravila, na katera se pa lahko razvije tudi po dolgotrajni uporabi (antibiotiki npr. penicilin, nesteroidna protivnetna zdravila, kontrastna sredstva in anestetiki), žuželčji piki (čebel, os in drugih žuželk) in na

lateks, ki se pogosteje pojavlja pri zdravstvenih delavcih zaradi pogoste izpostavljenosti tovrstnim izdelkom. V določenih primerih pa ni mogoče natančno identificirati sprožilca, kar imenujemo idiopatska anafilaksija. Pri njej se domneva, da gre za kompleksen interakcijski odziv med genetskimi in okoljskimi dejavniki (Muraro et.al, 2017; Lieberman et.al, 2019).

PATOFIZIOLOGIJA IN KLINIČNA SLIKA

Ko se imunski sistem sreča z alergenom, se pri dovzetnih posameznikih aktivira specifični imunski odziv, ki vključuje nastanek IgE protiteles. Ta protitelesa se vežejo na mastocite in bazofile, ki se pri ponovnem stiku s sprožilcem aktivirajo in sprostijo mediatorje, kot je histamin, levkotrieni in prostaglandini. Te snovi povzročijo sistemske spremembe, kot so vazodilatacija, povečana prepustnost kapilar in kontrakcija gladkih mišic, kar vodi do klinične slike anafilaksije (Sicherer, et. al., 2021; Lieberman et. al., 2019).

Anafilaksija se običajno razvije zelo hitro, v nekaj minutah do največ ene ure po izpostavitvi alergen. Med prvimi simptomi so kožne spremembe (rdečica, koprivnica, srbenje), opazimo lahko tudi otekline na obrazu, ustnicah, jeziku in grlu ter težave z dihanjem (piskanje, kašljanje, otekanje dihalnih poti in občutek dušenja), ki se lahko stopnjujejo vse do zastoja dihanja, in tudi znake zmedenosti, panike ter občutka tesnobe. Prisotni so tudi kardiovaskularni simptomi (povečana srčna frekvenca, padec krvnega tlaka) in gastrointestinalni simptomi (bruhanje, driska in trebušni krči) (Muraro et. al., 2017; Lieberman et. al., 2019).

Obstajajo primeri, ko se simptomi anafilaksije pojavijo kot blagi, vendar hitro napredujoči odziv, medtem ko so pri nekaterih pacientih reakcije zelo hude in privedejo do fulminantnega šoka. Ta variabilnost je odvisna od količine in narave alergena, imunskega odziva posameznika ter morebitnih sočasnih bolezni (npr. astme ali srčno-žilnih bolezni) (Simons, et. al., 2020; World Allergy Organization, 2020).

DIAGNOSTIKA

Anafilaksija se primarno diagnosticira na podlagi kliničnih znakov, natančne epikrise pacienta (alergijske bolezni in že znane predhodne epizode anafilaksije) in hitrega odziva na zdravljenje z adrenalinom. Pri ocenjevanju pacienta s sumom na anafilaksijo je pomembno izključiti druge vzroke s podobnimi simptomi, kot so: astmatični napad, kardiogeni šok, sepsa in druge sistemske okužbe, paniko in anksiozni napad ter druge alergijske reakcije (npr.: lokalizirane reakcije) (Lieberman et. al., 2019).

Nato se opravijo specifični laboratorijski testi, s katerimi potrdijo anafilaksijo (serumska triptaza) in določijo sprožilec oziroma alergen (meritev specifičnih IgE protiteles). Opravijo se lahko tudi laboratorijski testi, ki vključujejo merjenje histamina ali drugih vnetnih mediatorjev, vendar niso rutinski (Muraro et. al., 2017; Lieberman et. al., 2019). Pri akutnih primerih se za izključitev drugih vzrokov opravi tudi ultrazvok in CT.

ZDRAVLJENJE

Anafilaktični šok zahteva takojšnjo intervencijo. Najprej se prekine stik z alergenom, če je to le mogoče. Pacienta namestimo v ležeči položaj z rahlo dvignjenimi nogami, v primeru težav z dihanjem pa v sedeči položaj. Za izboljšanje oksigenacije se mu dovaja dodatni kisik preko obrazne maske ali nazalnega katetra. V skrajnih primerih, če dihalne poti kolapsirajo, je potrebna tudi intubacija.

Za vzdrževanje krvnega tlaka mu intravensko dajemo kristaloidne tekočine. Prvo aplicirano zdravilo pri sumu na anafilaksijo je adrenalin, ki povzroči vazokonstrikcijo, zmanjša oteklino, izboljša dihanje in dvigne krvni tlak. Prvi odmerek (0,3–0,5 mg intramuskularno, običajno v stegenico) se mora aplicirati čim prej. Po potrebi se odmerek ponovi vsakih 5–15 minut, dokler se simptomi ne začnejo izboljševati (Lieberman et. al., 2019).

Poleg adrenalina se uporabljajo tudi dodatna zdravila, kot so antihistaminiki (difenhidramin in cetirizine), ki pomagajo zmanjšati kožne simptome in srbenje, kortikosteroidi (metilprednizolon in drugi), ki preprečujejo zamaknjene reakcije in beta agonisti (npr. salbutamol), ki se uporabijo za blažitev dihalnih težav (World Allergy Organization, 2020).

Paciente, ki so doživeli anafilaksijo, je treba opazovati vsaj 4–6 ur po epizodi. Pri hujših primerih ali pri pacientih z zgodovino ponovljenih reakcij je priporočena hospitalizacija, saj se lahko pojavijo reakcije, kjer se simptomi znova pojavijo po začetni izboljšavi (Lieberman et. al., 2019; World Allergy Organization, 2020).

DOLGOROČNI NAČRTI ZDRAVLJENJA IN PREVENTIVA

Pri pacientih po anafilaktičnem šoku je pomembna nadaljnja zdravstvena obravnava, vodenje, preventiva, izobraževanje in prilagoditev življenjskega sloga na podlagi potrjenega alergena (World Allergy Organization, 2020). Pacienti sprva opravijo alergološko testiranje (identifikacija specifičnih alergenov z meritvijo specifičnih IgE protiteles in alergijski test), nato redno obiskujejo alergološko ambulanto za spremljanje njihovega stanja in prilagajanja preventivnih ukrepov (Muraro, et. al., 2017). Pacientu se ponudi tudi možnost psihološke podpore, saj se lahko pri njih razvijejo anksioznost, posttravmatski stres in fobije, povezane s strahom pred ponovnim pojavom reakcije kot tudi stres, povezan s prilagoditvijo novemu življenjskemu slogu (World Allergy Organization, 2020).

Pacient, ki je doživel anafilaksijo, mora imeti vedno s seboj kartico z zapisom alergenskih sprožilcev, z ustreznimi kontaktnimi podatki in zdravilo (npr. EpiPen) za nujne primere (Lieberman et. al., 2019).

Za paciente in njihove družinske člane so organizirani izobraževalni programi, ki vključujejo, preventivo, prepoznavanje simptomov, simulacijo nujnih primerov in praktične vaje uporabe avtoinjektorja adrenalina (npr. EpiPen) (World Allergy Organization, 2020).

Sodobne tehnologije (informacijski sistem, mobilne aplikacije) z rednim posodabljanjem protokolov zdravljenja omogočajo hitri dostop do informacij in interaktivnih navodil, ki pripomorejo k večji ozaveščenosti o anafilaksiji in pravilni, učinkoviti prvi pomoči. Seveda pa so pomembni tudi šolski programi, ki izobražujejo mlade o alergijah in varnostnih ukrepih (World Allergy Organization, 2020).

PRIKAZ PRIMERA

Na oddelku za intenzivno terapijo (CIT) je bila hospitalizirana 61-letna pacientka po poškodbi glave. Pacientka je bila analgosedirana in kontrolirano mehansko ventilirana. Po aplikaciji Addamela in Levetiracetama je prišlo do hude hipotenzije, ki so jo sprva poskušali uravnavati s povečanjem pretoka vazopresorja (noradrenalina), bolusno aplikacijo Fenilefedrina, na katere ni bilo odziva, zato so uvedli še kontinuirano infuzijo Adrenalina (Adrenalin 5 mg/50 ml 0,9 % NaCl). V terapijo so uvedli še antihistaminik (Tavegy) ter hidrokortizon (Solu Cortef). Pacientka se je po aplikaciji omenjenih zdravil hemodinamsko stabilizirala. V nadaljevanju zdravljenja ni več prejemale Addamela, Levetiracetam pa so nadomestili z aplikacijo sorodnega antiepileptika (Vimpat).

Odvzeli so kri za določitev triptaze (3-krat; prvi odvzem takoj po reakciji, drugi odvzem 2 uri po reakciji ter tretji odvzem 24 ur po reakciji), ki pa niso potrdile same alergije na aplicirana zdravila.

VLOGA ZDRAVSTVENIH DELAVCEV

Zdravstveni delavci igrajo ključno vlogo pri preprečevanju in zdravljenju anafilaksije, ki temelji na hitrem prepoznavanju zgodnjih simptomov in pravilnem ukrepanju v nujnih primerih (Lieberman et. al., 2019). Pomemben je multidisciplinaren pristop, ki vključuje sodelovanje med alergologi, urgentnimi zdravniki, farmacevti in psihologi za učinkovito celostno obravnavo pacientov. Z rednimi izobraževanji, udeležbo na strokovnih seminarjih in delavnicah pridobijo zdravstveni delavci potrebno znanje o najnovejših smernicah ter terapiji (World Allergy Organization, 2020).

ZAKLJUČEK

Anafilaktični šok je resno stanje, ki zahteva takojšnjo in učinkovito intervencijo. Sodobne smernice poudarjajo pomen zgodnjega prepoznavanja, hitre aplikacije adrenalina in celostnega pristopa k zdravljenju, ki vključuje tudi podporo dihalnega in kardiovaskularnega sistema. Nove raziskave in smernice, objavljene v zadnjih letih, so prinesle pomembne izboljšave v diagnostiki in zdravljenju, kar je ključno za zmanjšanje tveganja za hude zaplete in izboljšanje dolgoročne prognoze.

Pri pregledu anafilaktičnega šoka je pomembno upoštevati, da gre za stanje, ki lahko prizadene več sistemov hkrati. Hitrost in ustreznost zdravljenja sta ključna, saj vsaka minuta šteje. Z uporabo sodobnih protokolov in preventivnih ukrepov je mogoče reševati življenja in izboljšati kakovost življenja pacientov, ki so bili že izpostavljeni tej življenjsko ogrožajoči reakciji.

Za prihodnost se pričakuje nadaljnji razvoj personaliziranih terapij, ki bodo temeljile na genetskih in imunoloških profilih pacientov, kar bo omogočilo še bolj ciljno usmerjeno zdravljenje in preventivne strategije. Vzporedno s tem pa bo izobraževanje javnosti in izboljšanje dostopa do nujne medicinske pomoči ključnega pomena za zmanjšanje smrtnosti in zapletov, povezanih z anafilaksijo.

LITERATURA

Lieberman, P., Nicklas, R. A., Oppenheimer, J., et al. (2019). "The diagnosis and management of anaphylaxis practice parameter: 2015 update." *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 123(2), 163–173. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2019.01.007>

Muraro, A., Roberts, G., Worm, M., et al. (2017). "EAACI Food Allergy and Anaphylaxis Guidelines: Diagnosis and management of food allergy." *Allergy*, 72(8), 1022–1045. <https://doi.org/10.1111/all.13181>

Sicherer, S. H., & Sampson, H. A. (2021). "Food Allergy: Epidemiology, Pathogenesis, Diagnosis, and Treatment." *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 147(2), 432–446. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.11.006>

Simons, F. E. R., Arduso, L. R. F., Bilò, M. B., et al. (2020). "World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis." *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 145(3), 693–726. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2019.10.037>

World Allergy Organization. (2020). "Anaphylaxis Guidelines: A Global Perspective." *WAO Journal*, 13(Suppl 1), S1–S20. https://www.worldallergy.org/resources/wao_guidelines_on_ana

World Allergy Organization Guidelines for the Assessment and Management of Anaphylaxis. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3500036>

SINDROM OB APLIKACIJI KOSTNEGA CEMENTA – REDEK, A RESEN INTRAOPERATIVNI ZAPLET

Bone cement implantation syndrome – A rare but serious intraoperative complication

Anja Silvester, dipl. m. s.

Splošna bolnišnica Jesenice

Anesteziološko-reanimacijski oddelek

anja.silvester@sb-je.si

Gregor Hvalc, dr. med., spec. spl. krg.

Splošna bolnišnica Jesenice

Kirurška služba – travmatološki oddelek

IZVLEČEK

Sindrom ob aplikaciji kostnega cementa (angl. bone cement implantation syndrome - BCIS) je redka, a resna in potencialno smrtna intraoperativna reakcija pacienta na aplikacijo kostnega cementa v kostni kanal. Klinično sindrom poteka kaskadno in lahko vodi vse do srčnih aritmij ter srčnega zastoja. Sindrom se najpogosteje pojavi pri nujnih operacijah ob zlomu kolka (parcialnih endoprotezah - PEP) v času cementiranja proteze v kostni kanal ali ob repoziciji sklepa. Za nastanek sindroma so še posebej ogroženi starejši pacienti, pacienti z osteoporozo, pljučno hipertenzijo ter povišanim perifernim žilnim uporom. Namen članka je s pomočjo iskalnih baz (PubMed, ScienceDirect in Google Scholar) pregled znanstvene in strokovne literature o vplivu sindroma kostnega cementa na pacienta ter predstavitev kliničnega primera iz Splošne bolnišnice Jesenice. Opisan je potek in podrobnosti intraoperativne obravnave enega izmed pacientov, pri katerem je prišlo do zapleta ob implementaciji kostnega cementa s končnim smrtnim izidom. Nastanka sindroma večinoma ni mogoče preprečiti, je pa z vnaprejšnjimi ukrepi pri pacientu možno zmanjšati ali preprečiti klinične znake. Pomembna je dobra priprava pacienta, komunikacija ter sočasno in usklajeno delovanje operativnega tima. Slovenija nima svoje podatkovne baze o BCIS zapletih med in po operaciji PEP kolka. V Splošni bolnišnici Jesenice so med leti 2016 do 2024 zabeležili 6 primerov BCIS (od skupaj 542 opravljenih posegov).

Ključne besede: zlom kolka, operacija, kostni cement, zapleti, anestezija

ABSTRACT

Bone cement implantation syndrome (BCIS) is a rare, but serious and potentially fatal intraoperative reaction of a patient to the implantation of bone cement into the bone canal. Clinically, the syndrome progresses in a cascade and possibly leads to cardiac arrhythmias and eventual cardiac arrest. The syndrome most commonly occurs during emergency hip fracture surgeries (partial endoprostheses), during the cementation of the prosthesis into the bone canal and during joint reduction. Elderly patients, patients with osteoporosis, pulmonary hypertension, and increased peripheral vascular resistance are particularly at risk of developing the syndrome. The purpose of this article is to review the scientific

and professional literature on the impact of bone cement implantation syndrome (BCIS) on the patient, and to present a clinical case from Jesenice General Hospital. The course and details of the intraoperative management of a patient who experienced complications with the implementation of bone cement, resulting in a fatal outcome, are described. Occurrence of syndrome cannot usually be prevented, but the impact of reaction on the patient can be reduced with prior measures. Good patient preparation, communication, and simultaneous and coordinated teamwork of the surgical team are important. Slovenia does not have its own database on BCIS complications during and after partial hip replacement surgery. In the Jesenice General Hospital, between 2016 and 2024, 6 cases of BCIS were recorded (out of a total of 542 performed partial hip endoprosthesis surgeries).

Key words: hip fracture, operation, bone cement, complications, anesthesia

UVOD

Sindrom kostnega cementa je redek, a potencialno smrtno nevaren zaplet med ali po operaciji zaradi vstavitve kosnega cementa v kostni kanal. Kostni cement se uporablja pri ortopedskih in travmatoloških operacijah – elektivnih endoprotezah velikih sklepov (koleno, kolk in rama) ter nujnih operacijah zloma kolka in hrbtenice. Klinično se sindrom sprva kaže s hipoksijo in/ali hipotenzijo. Če se ta parametra ne vrne na normalno vrednost, to vodi do srčnih aritmij ter srčnega zastoja (Hines, 2018). Do sindroma najpogosteje pride pri operacijah parcialne endoproteze kolka ob cementiranju proteze v kostni kanal. Za nastanek sindroma so še posebej ogroženi starejši pacienti, pacienti z osteoporozo (z nižjo vrednostjo kostne gostote), pljučno hipertenzijo ter povišanim perifernim žilnim uporom. Glede na klinične manifestacije se ocena resnosti BCIS opredeljuje s kategorijami od 1 do 3 (Bonfait et al., 2022).

Nastanka sindroma ni mogoče preprečiti. Z vnaprejšnjo predoperativno pripravo pacienta, optimizacijo njegovega zdravstvenega stanja, intraoperativno optimizacijo kirurških tehnik in anestezijskih aktivnosti pa je možno zmanjšati ali preprečiti klinične znake ob nastanku sindroma. Tudi jasna komunikacija in sodelovanje širokega strokovnega tima ima pomembno vlogo pri ukrepih za zmanjševanje vpliva in reagiranju ob nastanku sindroma. Retrospektivne študije kažejo, da se BCIS (upoštevane vse kategorije 1–3) pri cementiranih PEP kolka pojavi pri kar 28 % pacientov, od teh pa se jih 2 % konča s smrtnim izidom (Al-Husinat et al., 2023).

Slovenija svoje podatkovne baze o BCIS zapletih med in po operaciji nima, v Splošni bolnišnici Jesenice pa so med leti 2016 do 2024 od skupno 542 opravljenih operacij PEP kolka zabeležili 6 primerov BCIS (4 smrti med operacijo, 1 smrt kasneje zaradi pljučnice in 1 preživel pacient). V članku so poleg teoretične osnove o sindromu kostnega cementa opisani tudi potek in podrobnosti intraoperativne obravnave enega od omenjenih smrtnih primerov v Splošni bolnišnici Jesenice.

SINDROM OB APLIKACIJI KOSTNEGA CEMENTA

Kostni cement je radioopačna spojina, sestavljena iz polimetil metakrilata (v tekoči obliki) in manjšega deleža kristalov (v obliki prahu). Ko se spojini zmešata, se kristali ujamejo in zlepijo v mrežo polimeriziranega monomera. Čeprav se spojina v najrazličnejše namene v industriji uporablja že od leta 1928, je bil posebej prilagojeni kostni cement pri kolčni protezi prvič uporabljen leta 1965. V zdravstvu se je uveljavil zaradi visoke stopnje biokompatibilnosti (nadomestki intraokularnih zrkel, zobna polnila...)(Al-Husinat, 2023). V kirurgiji se uporablja kot nadomestek kosti oziroma za pritrditev proteze. V kostnem cementu so lahko zamešani tudi antibiotiki, ki skupaj s sistemskimi antibiotiki zagotavljajo profilakso za nastanek pooperativne okužbe operiranega sklepa (Moldovan, 2023).

Klasifikacija

Sindrom aplikacije kostnega cementa (v nadaljevanju BCIS) je kljub številnim raziskavam slabo razumljen. Je pogost vzrok intraoperativne umrljivosti in najpogosteje vezan na cementno endoprotezo kolka. Klinične značilnosti sindroma se običajno pojavijo v času aplikacije cementa ali vstavitve proteze, izražajo pa se s hipoksijo, hipotenzijo, srčnimi aritmijami ali srčnim zastojem. Glede na resnost zapletov oz. spremembe v klinični sliki pacienta je stopnja BCIS opredeljena po kategorijah od 1 do 3:

1. stopnja: zmerna hipoksija (SpO₂ med 88 % – 94 %) ali znižanje sistolnega tlaka za več kot 20 %,
2. stopnja: huda hipoksija (pod 88 %) ali padec tlaka za več kot 40 %,
3. stopnja: kardiovaskularni šok ali kolaps, ki zahteva kardiopulmonalno oživljanje (Bonfait et al., 2022).

BCIS ima poleg omenjenih sicer še širok spekter kliničnih znakov. Študije dokazujejo, da v vseh primerih pride do odpovedi desnega srčnega prekata zaradi povišanega tlaka v pljučnih arterijah kot osnovnega vzroka za sistemsko hipotenzijo in nenaden srčni zastoj. Natančen vzrok akutnega povečanja pljučne vaskularne rezistence ni povsem jasen, predvideva pa se, da je lahko posledica odlaganja cementnih ali maščobnih embolov oziroma je lahko posledica sistemske reakcije ob absorpciji hlapnega monomera. Prisotnost embolov so pri pacientih po operaciji dokazali tudi v cerebralnem žilju, kar prispeva k pooperativnemu deliriju (Weingartner et al., 2022).

Rizični dejavniki

Pri pacientu so rizični dejavniki, ki povečujejo tveganje nastanka BCIS, naslednji: ASA klasifikacija III in IV, starostniki, osteoporoza, že obstoječa pljučna hipertenzija ali huda srčna bolezen s povečanim perifernim žilnim uporom. S kirurškega vidika tveganje ob uporabi kostnega cementa predstavljajo patološki zlomi, zlomi vratu stegenice in artroplastika z dolgim stebлом (Schwarzkopf et al., 2019).

ZMANJŠEVANJE VPLIVA SINDROMA KOSTNEGA CEMENTA NA PACIENTA

Dokazano je, da uporaba kostnega cementa pri endoprotezi poveča tveganje za nastanek trombotičnih zapletov v primerjavi z brezcementnimi protezami.

Predoperativna priprava

Pacienta mora predoperativno pregledati anesteziolog, ki oceni in optimizira njegovo srčno-žilno funkcijo, oceni tveganje za nastanek zapletov med operacijo in poskrbi za optimizacijo hidracije in elektrolitskih neravnovesij. Anesteziolog in kirurg izbereta za pacienta najprimernejšo obliko anestezije in kirurške tehnike, da je tveganje za srčno-žilne zaplete čim manjše. Izbira vrste anestezije sicer sama po sebi ni dokazano povezana s potekom in resnostjo BCIS (Dahl et al., 2023).

Intraoperativna optimizacija

Splošni načeli zmanjševanja vpliva kostnega cementa na pacienta sta vzdrževanje normovolemije in visoke koncentracije kisika v krvi. Pri splošni anesteziji se je treba izogibati visokim koncentracijam hlapnega anestetika, ki že sam po sebi povzroča hipotenzijo. Tudi pretirana sedacija ali globoka anestezija lahko prekrijeta zgodnje znake BCIS. Če ima pacient že vsaj en dejavnik tveganja za

razvoj BCIS, je intraoperativno priporočeno spremljanje CO₂ v izdihanem zraku, ki je dober in hiter kazalnik razvoja BCIS takoj ob aplikaciji cementa v kostni kanal. Zdravila za zdravljenje hipotenzije morajo biti na voljo takoj. Poleg osnovnega monitoringa med operacijo (EKG, neinvazivno merjenje krvnega tlaka in pulzna oksimetrija) sta za zgodnje odkrivanje sindroma v veliko pomoč tudi invazivno merjenje arterijskega ter centralnega venskega tlaka (Gil et al., 2021).

Kirurg zmanjša tveganje za nastanek sindroma s spiranjem medularnega kanala s fiziološko raztopino pred cementiranjem, s tem se odstrani drobir, ki bi lahko emboliziral (maščoba in kri). Z zagotavljanjem ustrezne hemostaze se zmanjša količina krvi, ki bi se ob stiku s cementom potencialno embolizirala. Tveganje za zračno embolijo se lahko zmanjša z distalno ventilacijsko luknjo v stegenici, ki omogoča izhod zraka in zmanjšanje intramedularnega tlaka med vstavljanjem cementa. Pomembna je izbira dolžine proteze, kajti krajša kot je proteza, manj cementa je potrebnega za aplikacijo. Uporaba cementa z nizko viskoznostjo povzroča nižje intramedularne tlake med aplikacijo v primerjavi s klasičnim. Cement se aplicira po 3 minutah od začetka mešanja, da se izognemo burni začetni polimerizaciji cementa v kosti. Pomembno je tudi odstranjevanje presežnega cementa, kar zmanjšuje tveganje za ekstrapozicijo in embolizacijo. Postopek cementiranja mora biti izveden s pištolo za cement s kontroliranim tlakom (Gul et al., 2021).

Sindrom kostnega cementa je s kliničnimi študijami dokazano reverzibilen in časovno omejen pojav. Njegovi simptomi se lahko normalizirajo v roku največ 24 ur – ob pogoju, da pacientov kardiovaskularni sistem zdrži in preživi akutno fazo. Ob nastanku BCIS je koncentracijo kisika v vdihanem zraku treba dvigniti na 100 %, zdravljenje kardiovaskularnega kolapsa pa je z inotropnimi zdravili za vzdrževanje kontraktilnosti desnega prekata. V primeru srčnega zastoja se izvaja kardiopulmonalno oživljanje. Pacient, ki preživi dogodek, mora biti premeščen v enoto intenzivne terapije. Pri umrlih pacientih se opravi obdukcija (Hines & Collins-Yoder, 2019).

PRIKAZ PRIMERA – SMRT PACIENTA ZARADI SINDROMA OB APLIKACIJI KOSTNEGA CEMENTA

Pacient B. J., star 86 let, je bil sprejet v Splošno bolnišnico Jesenice zaradi zloma vratu desne stegenice. Njegove spremljajoče diagnoze so bile demenca, kronična atrijska fibrilacija na antikoagulantni zaščiti, srčno popuščanje, hipertenzivna srčna bolezen in arterijska hipertenzija. Alergij ni imel, ocena ASA klasifikacije je bila 3–4. V laboratorijskem izvidu je izstopala vrednost hemoglobina (172 g/l) ter povišana sečnina in znižana oGF. Kirurg je indiciral operacijo parcialne endoproteze (PEP) kolka, ki je bila izvedena 3. dan hospitalizacije kot načrtovani poseg. Dan pred posegom ga je pregledal anesteziolog. Intravensko nadomeščanje tekočine ni bilo predpisano, na dan posega je bil pacient tešč. Predoperativno je prejel 1 g paracetamola, 2,5 g bisoprolola, 40 mg pantoprazola ter 2 g cefazolina. Rezervirani je imel dve enoti koncentriranih eritrocitov.

V operacijskem bloku smo pacienta spremljali z osnovnim monitoringom (EKG, NIBP, SpO₂), etCO₂ preko mehanske ventilacije, uvedeni je imel dve intravenski kanili, urinski kateter ter bil endotrahealno intubiran. Prejel je 0,2 mg fentanila, 80 mg propofola ter 70 mg rokuronijevega bromida in sevofluran. Med operacijo je za vzdrževanje tlaka postopno prejemal etilefrin (skupaj 10 mg) in nadalje mešanico fenilefrina (0,1 mg/ml) s pretokom 20–30 ml/uro. Pacientove vitalne funkcije med operacijo so bile z vazopresivno podporo stabilne: srčna frekvenca ob atrijski fibrilaciji 120/min, neinvazivni krvni tlak 110/80 mmHg, saturacija 97 % in CO₂ v izdihanem zraku 3,8 kPa.

Po 45 minutah od začetka operacije je kirurg opozoril, da se je začelo mešanje kostnega cementa in ga bo apliciral čez nekaj minut. Pred aplikacijo cementa je pacient prejel 1000 ml kristaloidov ter zvišan odstotek kisika v inspiriju (100 %). Kirurg je nato apliciral cement v femoralni kanal v skladu z vsemi ukrepi za zmanjšanje možnosti nastanka BCIS. Praktično takoj po cementiranju je prišlo do prvih

znakov nastanka BCIS – padca etCO₂, krvnega tlaka, srčne frekvenca in saturacije. V operacijsko dvorano smo na pomoč poklicali še enega specialista anesteziologije.

Vrednost etCO₂ je z začetnih 3,8 kPa padla na 2,0 kPa, prvi izmerjeni tlak 3 minute po aplikaciji cementa je bil ob vazopresorju še 110/65 mmHg, od tedaj naprej pa nemerljiv. Tudi SpO₂ je bila ob 100 % kisiku le 70 %, kasneje okrog 50 %. Srčna frekvenca je takoj padla s 120/min na vrednost 75/min. Ob dogodku smo nemudoma uvedli še kontinuirano aplikacijo noradrenalina 20 ml/h in trikrat zaporedno aplicirali po 0,1 mg adrenalina. Tlak kljub vazopresorju ni bil več merljiv, etCO₂ je padal (1,8 kPa po 10 minutah, 1,0 kPa po 20 minutah in nadalje proti 0), srčna frekvenca je vztrajno padala – 60/min (po 10 min), 50/min (po 15 min), 40/min (po 20 min). 18 minut po nastanku BCIS smo začeli reanimacijo in izvedli 3 cikle z vmesno aplikacijo 3-krat 1 mg adrenalina. Po treh ciklih temeljnih in dodatnih postopkih oživljanja nam ni uspelo vzpostaviti povrnitve spontane cirkulacije (ROSC), zato se je anesteziolog po 20 minutah od začetka reanimacije (38 min od aplikacije cementa in nastanka masivne trombembolije) odločil za prenehanje. Čeprav je EKG zapis sprva še vedno kazal srčno akcijo s frekvenco okrog 25/min, je to anesteziolog opredelil kot bradiasistolijo, nato pa čez nekaj minut ob popolni asistoliji razglasil pacientovo smrt.

V obdukcijskem zapisniku je bila kot vzrok smrti navedena nenadna kardiocirkulatorna odpoved zaradi anafilaktičnega šoka po aplikaciji cementa med kirurškim posegom vstavljanja parcialne endoproteze desnega kolka.

DISKUSIJA

Kadar pacient zaradi zloma kolka potrebuje parcialno endoprotezo, se aplikaciji kostnega cementa ne da izogniti. Le z njim je možna zadostna učvrstitev endoproteze v femoralni del kolčnega sklepa. Operacijo pacient nujno potrebuje, saj mu ta močno olajša bolečino zaradi zloma in mu eventualno (če so pacienti pred tem še pokretni) omogoča ponovno hojo in gibanje. V klinični praksi pogosto pride do neoptimalne priprave pacienta že na oddelku, kjer bi moral vsak predoperativno prejeti zadosti (vsaj 1000 ml) tekočine. Če naj bi bili pacienti sposobni samostojnega pitja, običajno kirurg ne predpiše intravenskega nadomeščanja tekočin. Iz izkušenj pa vemo, da starostniki niso zadostno hidrirani, zato bi bilo pravočasno intravensko nadomeščanje tekočin nujno. Četudi pacient ima predpisano intravensko tekočino, se zgodi, da na dan operacije ne dobi predpisane količine pravočasno.

Zadostna predoperativna hidracija je pomemben faktor, ki vpliva na potek BCIS, zato bi si morali bolj prizadevati za primerno tekočinsko ravnovesje pri pacientih, ki bodo operirani.

Slovenija in njene bolnišnice, za razliko od drugih držav, nimajo centralnega, niti enotnega registra o BCIS. Beleženje posameznih primerov je odvisno od kirurga, ki se (oz. se ne) pozanima pri anestezijski ekipi, če je ob implementaciji kostnega cementa pri pacientu prišlo do kakršnega koli simptoma oz. do spremembe stanja med operacijo. Tudi v Splošni bolnišnici Jesenice je v beleženem obdobju 2016–2024 primerov zagotovo več kot 6, a žal vsi niso bili zabeleženi. Klinične izkušnje namreč kažejo, da se relativno pogosto, kar pomeni v približno 30 % vseh operacij s kostnim cementom, pojavi najmanj 1. stopnja BCIS, kar opisujejo tudi tuje študije (Al-Husinat et al., 2023). Sindrom BCIS pa ne prizadene le visoko tvegane skupine starostnikov, temveč Tansey in sodelavci (2024) opisujejo tudi primer hudega kardiopulmonalnega kolapsa pri 10-letni deklici ob aplikaciji kostnega cementa med operacijo.

ZAKLJUČEK

Stalna komunikacija med operacijo ter timsko delo kirurške in anesteziološke ekipe je ključna za preprečevanje, zgodnje prepoznavanje in obvladovanje BCIS. Vsi člani ekipe namreč s svojim delom lahko pomembno pripomorejo k manjši izraženosti nastalega sindroma. A čeprav tim deluje usklajeno in opravi vse znane ukrepe za preprečevanje nastanka BCIS, se le-tega popolnoma ne da preprečiti. Takrat je nujen usklajen odziv ekipe. Zdravila in oprema za reanimacijo morajo biti pripravljeni in hitro dosegljivi. Glavno vlogo pri reševanju posledic sindroma prevzame anesteziološki del ekipe – ustrezen odziv na hipotenzijo, hipoksijo in njune posledice, v primeru kardiocirkulatorne odpovedi pa začetek reanimacije.

Centralni register BCIS bi omogočal primerjavo pojavnosti sindroma tako med slovenskimi bolnišnicami kot tujimi. Od najuspešnejših bi bilo treba povzeti dobre prakse in jih uveljaviti tam, kjer je pojavnost BCIS pogostejša. Izdelava smernic ali kliničnih poti bi poenotila obravnavo pacientov in služila kot opomnik za dosledno izvajanje intervencij, ki pomembno pripomorejo k zmanjševanju vpliva BCIS med operacijo.

LITERATURA

- Al-Husinat, L., Jouryyeh, B., Al Sharie, S., Al Modant, Z., Jurieh, A., Al Hseinat, L. & Varrassi, G., 2023. Bone Cement and Its Anesthetic Complications: A Narrative Review. In: *J. Clin. Med.*, 12(6): p 2105.
- Bonfait, H., Delaunay, C., De Thomasson, E., Tracol, P. & Werther, J. R., 2022. Bone cement implantation syndrome in hip arthroplasty: Frequency, severity and prevention. In: *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 108(2): pp 1-6.
- Dahl, O. E., Pripp, A. H. & Fareed, J. (2023). *The Bone Cement Hypercoagulation Syndrome: Patophysiology, Mortality and Prevention*. *SAGE Journal*. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/10760296231198036#tab-contributors>.
- Gul, I. A., Yousuf, I. & Wani, A. H. (2021). *Bone Cement Implantation Syndrome*. *AkiNik Publications*, 48 – 59. https://www.researchgate.net/profile/Nasir-Wani-2/publication/360515108_Chapter_number_11_Cardiac_Tamponade/links/627b71c6973bbb29cc74cab5/Chapter-number-11-Cardiac-Tamponade.pdf#page=66.
- Hines, C. B., 2018. Understanding Bone Cement Implantation Syndrome. In: *AANA Journal*, 86(6): p 433.
- Hines, C. B. & Collins-Yoder, A., 2019. Bone Cement Implantation Syndrome: Key Concepts for Perioperative Nurses. In: *AORN Journal*, 109(2): pp 202-216.
- Moldovan, F., 2023. Bone Cement Implantation Syndrome: A Rare Disaster Following Cemented Hip Arthroplasties – Clinical Considerations Supported by Case Studies. In: *J Pers. Med.*, 13(9): p 1381.
- Schwarzkopf, E., Sachdev, R., Flynn, J., Boddapati, V., Padilla, R. E. & Prince, D. E., 2019. Occurrence, risk factors, and outcomes of bone cement implantation syndrome after hemi and total hip arthroplasty in cancer patients. In: *Journal of surgical oncology*, 120(6), pp: 1008-1015.
- Tansey, P., Wainwright, J., Johnson, B. & Montgomery, N., 2024. Intraoperative Bone Cement Implantation Syndrome in a Pediatric Patient – A Case Report. In: *JBJS Case Connector*, 14(4).
- Weingartner, K., Stormann, P., Schramm, D., Wutzler, S., Zacharowski, K., Marzi, I. & Lustenberger, T., 2022. Bone cement implantation syndrome in cemented hip hemiarthroplasty – a persistent risk. In: *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 48: pp 721-729.

SISTEM NADZORA NAD PREPOVEDANIMI DROGAMI – PRIMER DOBRE PRAKSE

Controlled substance oversight in anaesthesia – A case study

Miha Stražar, dipl. zn.

Splošna bolnišnica Jesenice
Oddelek za anestezijo in reanimacijo
miha.strazar@sb-je.si

Alisa Lika, dipl. m. s.

Splošna bolnišnica Jesenice
Oddelek za anestezijo in reanimacijo

Anja Silvester, dipl. m. s.

Splošna bolnišnica Jesenice
Oddelek za anestezijo in reanimacijo

IZVLEČEK

V anesteziologiji so prepovedane droge nepogrešljive pri izvajanju splošne anestezije in lažjanju bolečin. Zaradi njihove narave, zakonodajnih zahtev ter možnosti zlorabe je ravnanje z njimi podvrženo strogemu nadzoru. Prispevek predstavlja pregled uporabe in nadzora nad prepovedanimi drogami v medicinskem okolju, s poudarkom na izzivih in tveganjih, ki jih prinaša njihova zloraba, tudi med zdravstvenimi delavci. Predstavljen je sistem nadzora, ki ga izvajamo na Oddelku za anestezijo in reanimacijo Splošne bolnišnice Jesenice, kjer smo s sodelovanjem med zdravstveno nego, anesteziologi in lekarno razvili učinkovit in pregleden način sledenja, naročanja, hrambe in odstranjevanja teh zdravil. Vzpostavljen sistem temelji na redni kontroli, elektronskem shranjevanju, dvojnem podpisovanju in nadzoru nad ostanki. Sodobno vodenje evidence in vključevanje vseh deležnikov pripomoreta k večji varnosti pacientov ter zmanjšanju možnosti zlorabe. Svoj način dela prepoznavamo kot primer dobre prakse, ki temelji na sprotne izboljševanju, izobraževanju in sodelovanju vseh članov tima.

Ključne besede: anestezija, zloraba drog, zdravstveni delavci, dobra praksa

ABSTRACT

Controlled substances are essential in everyday anesthetic practice, especially for maintaining general anesthesia and managing pain. Due to their pharmacological properties, legal restrictions, and potential for abuse, strict procedures for handling, storage, use, and disposal are required. This paper outlines the risks associated with the misuse of controlled substances, particularly within the healthcare setting, and highlights the importance of proper oversight. We present the control system implemented at the Department of Anesthesiology and Resuscitation at General hospital Jesenice. The system was developed in cooperation between anesthesia staff, pharmacy services, and clinical pharmacists, and is

based on accurate record - keeping, electronic safes, dual - verification protocols, and routine checks of remaining substances. Although no system is perfect, our approach significantly reduces the potential for misuse, improves transparency, and ensures patient safety. Continuous education, regular updates of internal protocols, and team - based responsibility form the foundation of this good practice.

Key words: anesthesia, substance abuse, healthcare workers, good practice

UVOD

V anesteziologiji si brez uporabe prepovedanih drog pri vzdrževanju anestezije ne moremo predstavljati vsakodnevnega dela. Zaradi njihove narave in zakonodajnih zahtev je pri ravnanju, hrambi, uporabi ter odstranjevanju teh zdravil potrebna posebna skrbnost in dosledno upoštevanje predpisanih postopkov. Navodila za ravnanje s prepovedanimi drogami so enotna za celoten zdravstveni sistem v Sloveniji, ureja pa jih Javna agencija Republike Slovenije za zdravila in medicinske pripomočke (JAZMP).

Gre za zdravila, ki so nujna za zagotavljanje učinkovite in varne anestezije ter lajšanje bolečin pri pacientih. Zaradi svoje farmakološke moči in potenciala za zlorabo pa ta zdravila zahtevajo izjemno natančno, odgovorno in nadzorovano ravnanje. Ob tem se moramo zavedati tudi tveganja zlorabe teh substanc med zdravstvenimi delavci. Zaradi njihove dostopnosti in lastnosti, kot so hitro delovanje, močan analgetični in sedativni učinek ter možnost povzročanja zasvojenosti, predstavljajo določena zdravila, ki jih uporabljamo v anesteziologiji, potencialno nevarnost za zlorabo.

Zloraba prepovedanih drog v zdravstvenem okolju ima lahko hude posledice – tako za posameznika, ki jih zlorablja, kot za varnost pacientov in celoten delovni kolektiv. Poleg zdravstvenih tveganj za zaposlenega se problematika tiče tudi strokovno-etičnih in kazenskopравnih posledic. Dosledno je treba izvajati vse predpisane ukrepe za nadzor nad uporabo prepovedanih drog.

PREPOVEDANE DROGE

Prepovedane droge so rastline ali substance naravnega ali sintetičnega izvora, ki imajo psihotropne učinke ter lahko vplivajo na telesno ali duševno zdravje ali ogrožajo primerno socialno stanje ljudi. Prepovedane droge so razvrščene v eno od treh skupin glede na resnost nevarnosti za zdravje ljudi. Rastline in substance so razvrščene v ustrezno skupino Uredbe o razvrstitvi prepovedanih drog (Uradni list RS, št. 69/19, 157/20 in 162/21; v nadaljevanju uredba):

- Skupina I: rastline in substance, ki so zelo nevarne za zdravje ljudi zaradi hudih posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se ne uporabljajo v medicini.
- Skupina II: rastline in substance, ki so zelo nevarne zaradi hudih posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se lahko uporabljajo v medicini.
- Skupina III: rastline in substance, ki so srednje nevarne zaradi posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se lahko uporabljajo v medicini.

Prepovedane droge iz skupin II in III se lahko proizvajajo, dajejo v promet in imajo v posesti za medicinske, veterinarske, učne in znanstvenoraziskovalne namene (JAZMP, 2020).

Naša bolnišnica ima ravnanje z narkotiki urejeno na način, ki po našem mnenju v največji meri preprečuje zlorabe, omogoča uporabnikom dober nadzor nad narkotiki, njihovo hrambo in odpadki.

UPORABA PREPOVEDANIH DROG V MEDICINI

Prepovedane droge se v medicini uporabljajo za lajšanje in zdravljenje srednjih do hudih bolečin zaradi poškodb, bolezenskih stanj, za vzdrževanje sedacije intubiranih pacientov in pri uporabi splošne anestezije med operativnimi posegi. Uporabo narkotikov med anestezijo sproti predpisuje in narekuje anesteziolog, hranjenje, kontrolo in nadzor pa izvaja anestezijska medicinska sestra. V Splošni bolnišnici Jesenice so vsi narkotiki hranjeni v elektronskih sefih, katerih kodo pozna izključno osebje zdravstvene nege. S takšnim načinom zmanjšamo krog oseb, ki delajo z zdravili.

ZLORABA PREPOVEDANIH DROG

Zloraba drog v splošni populaciji

Nacionalni inštitut za javno zdravje je v letu 2018 izvedel drugo Nacionalno raziskavo o uporabi tobaka, alkohola in drugih drog med prebivalci Slovenije v starosti 15–64 let. Po podatkih raziskave je 21 % prebivalcev Slovenije že kdaj v življenju uporabilo katero izmed prepovedanih drog, najbolj razširjena prepovedana droga ostaja konoplja, ki jo je že kdaj v življenju uporabilo 20,7 % prebivalcev Slovenije. Ekstazi je že kdaj v življenju uporabilo 2,9 % prebivalcev Slovenije, kokain 2,6 % in amfetamin 2,3 %.

Da je že kdaj v življenju uporabilo več drog ob eni priložnosti, je v raziskavi poročalo 8,9 % prebivalcev Slovenije v starosti 15–64 let. Med njimi je največji odstotek poročal o uporabi alkohola in konoplje (92 %), sledi uporaba kombinacije alkohola, konoplje in vsaj ene stimulativne droge (10 %). Psihoaktivna zdravila sta v zadnjem letu uporabila 2 % prebivalcev Slovenije; med njimi jih je 16,6 % hkrati uporabilo psihoaktivna zdravila in alkohol, 6,4 % psihoaktivna zdravila in prepovedane droge, 4,6 % pa vse tri snovi.

Primerjava razširjenosti uporabe prepovedanih drog kadarkoli v življenju med prebivalci Slovenije v starosti 15–64 let med letoma 2012 in 2018 pokaže, da se je razširjenost uporabe prepovedanih drog zvišala, in sicer predvsem na račun konoplje (Infodroga, 2018).

Zlorabe drog med zdravstvenimi delavci

Zlorabe narkotikov med zdravstvenimi delavci niso redke. V študijah, opravljenih v ZDA, je med zdravstvenimi delavci vsaj enak odstotek uživalcev prepovedanih drog kot v splošni populaciji, ocenjen na okoli 8 %. Pri zlorabah v medicini najbolj izstopajo zaposleni na oddelkih za anestezijo in urgentno medicino (Bryson et. al., 2008). Najpogostejše kot razlog zlorab izpostavljajo:

- zahtevne delovne pogoje,
- težke življenjske situacije, ki smo jim priča dnevno,
- poklicno izpostavljenost,
- enostavno dostopnost do prepovedanih drog.

Čeprav je najpogostejša substanca zlorabe med preiskovanci še vedno alkohol, pa med prepovedanimi substancami prednjačijo predvsem opiodi, uspavala in amfetamini (Wright, et. al., 2012).

NADZOR NAD PREPOVEDANIMI DROGAMI

Navodila o uporabi in nadzoru narkotikov se pogosto spreminjajo. Predvsem se dodajajo dodatni varnostni mehanizmi, ki včasih v praksi povzročajo težave predvsem pri izvedbi.

V Splošni bolnišnici Jesenice (SBJ) smo nadzor nad narkotiki v preteklosti izvajali na več načinov. Najprej smo narkotike vpisovali v navadne zvezke, šele pred dobrim desetletjem pa smo tudi na oddelkih začeli uporabljati primerne knjige in spremenili način nadzora in vpisovanja narkotikov.

Pomen nadzora v zdravstvenih ustanovah

Zloraba drog za lastne namene uživanja kot tudi njene preprodaje je kaznivo dejanje. Odtujitvam le-teh so še posebej izpostavljena delovišča, kjer so večje zaloge zdravil s seznama prepovedanih drog (lekarnе, perioperativni prostori, kirurški oddelki, enote intenzivne terapije, urgentni centri ...). Vsako tovrstno zdravilo zdravnik predpiše za točno določenega pacienta. V primeru zlorabe pa zdravstveni delavec pacientu aplicira manjšo količino od predpisane oz. je sploh ne aplicira. To pomeni tudi neposredno škodo za pacienta in vpliv na njegovo zdravstveno stanje, saj je prejel premajhno količino analgetika (opioida) od predpisane glede na razlog bolečine. Četudi pacient prejme zadostno količino zdravila, delavec lahko izkoristi preostanek zdravila, ki je sicer pravilno odpisan, a ga ne zavrže po predpisih, temveč ga uporabi za lastno korist (Fitzsimons et. al., 2023).

Zloraba prepovedanih drog med zdravstvenimi delavci nima vpliva zgolj na pacienta, temveč meče tudi temno luč na zaposlene v zdravstvu. Zloraba ni le pravni in zdravstveni problem, temveč tudi resno etično vprašanje, saj ogroža temeljno poslanstvo zdravstvene stroke – skrb za dobro in zdravje pacientov. Zdravstveni delavci morajo namreč biti zgled odgovornosti in varnosti.

Trenutno stanje nadzora

Učinkovit nadzor vključuje natančno beleženje izdaj, uporabo varnostnih sistemov za shranjevanje, redne notranje in zunanje revizije ter usposabljanje osebja o odgovorni rabi in prepoznavanju znakov zlorabe. Poleg omenjenega je pomembna tudi vzpostavitev varnega delovnega okolja, kjer lahko zaposleni poiščejo pomoč brez strahu pred stigmatizacijo. Poleg omenjenega lahko zdravstvena organizacija dodatno pripomore k varnosti tudi z:

- rednimi izobraževanji,
- skupinami za preprečevanje zlorabe prepovedanih drog znotraj bolnišnic,
- nadzori zdravstvenih kartotek,
- avtomatiziranim sistemom za izdajanja zdravil,
- kontrolo dostopa do prepovedanih drog,
- sistemi za ravnanje z odpadki prepovedanih drog,
- nenapovedanimi kontrolami drog v urinu med zdravstvenimi delavci (Tetzlaff et. al., 2010).

Primer dobre prakse v SBJ

V SBJ uporabljamo naslednje narkotike, ki jih vodimo na enak način v posebnih ločenih evidenčnih knjigah:

- sufentanyl,
- remifentanyl,
- fentanyl,
- alfentanyl,
- piritramid,
- morfijev sulfat.

Poleg narkotikov na enak način beležimo in izvajamo nadzor nad naslednjimi substancami:

- midazolam,
- remimazolam,
- epfedrin 0,5 %.

Te substance po pravilih JAZMP ne potrebujejo tako natančnega nadzora, a smo se zaradi preteklih izkušenj odločili, da tak nadzor vseeno izvajamo.

Naročanje narkotikov izvajamo v dveh korakih. Izpolnjeno ločeno elektronsko naročilnico za narkotike oddamo v programu GoSoft z dvostopenjskim potrjevanjem naročilnice. Poleg elektronskega naročanja vodimo ločene naročilnice v papirnati obliki, ki jih izpolnimo v dvojniku. Prvo stran naročilnice s podpisom in žigom anesteziologa hrani bolnišnična lekarna, kopijo hranimo na oddelku, kjer narkotike naročamo. V lekarniškem elektronskem sistemu odčitajo črtne kode embalaže ter dodajo lokacijo, kamor narkotik izdajajo. S tovrstnim nadzorom vedno vemo, kje so izdani narkotiki.

Prevzem narkotikov poteka osebno v lekarni. Prevzem narkotikov lahko opravi samo pooblaščen oseb oddelka s seznama prevzemnikov zdravil.

Predaja narkotikov v operacijskih prostorih poteka izključno med osebjem zdravstvene nege, zaposlenih na oddelku za anestezijo in reanimacijo. Prejeti narkotiki se po preverjanju izdajnice takoj shranijo v elektronski sef in vpišejo v knjigo narkotikov. Za točnost podatkov je odgovorna medicinska sestra, ki narkotike prevzame.

Pri urejanju internih pravil za nadzor narkotikov smo pri pripravi narkotičnih knjig sodelovali zaposleni na oddelku za anestezijo in reanimacijo in oddelek lekarne s klinično farmaceutko, ki tudi izvaja napovedane in nenapovedane kontrole depoja. Namen priprave narkotične knjige je bil plod dobrega sodelovanja in upoštevanja pripomb nad prejšnjim sistemom, kar nam omogoča lažji in boljši nadzor ter bistveno manj pisanja in možnosti za napake. Velik razlog sprememb so bili tudi sporočeni odkloni v zadnjih petih letih, pri kateri smo pravila sproti popravljali ali dopolnjevali. Zadnja verzija narkotične knjige je prikazana v Sliki 1.

Številka strani:

[illegible]

Narkotike preverjamo dvakrat dnevno, in sicer pred začetkom rednega programa zjutraj in po koncu rednega programa popoldne, ko so še vsi zaposleni prisotni na delovnem mestu. Takšen način nam omogoča hitro iskanje in razreševanje morebitnih napak pri vpisovanju in iskanju morebitnih manjkajočih zdravil. V primeru nepojasnjenega manka narkotika nemudoma obvestimo vodstvo bolnišnice, sporočimo odklon in dogodek prijavimo policiji.

Nadzor nad skladnostjo evidenc izvaja klinična farmacevtka. Napovedani nadzori potekajo dvakrat letno, nenapovedani nadzori pa po njeni presoji. Preverjanje poteka na vseh deloviščih oddelka za anestezijo in reanimacijo.

Popolnega sistema nadzora ni. Pravilniki so živi dokumenti, ki se spreminjajo s spremembo zakonodaje ali novih izkušenj pri rokovanju in zapletih, ki nastajajo pri vsakodnevnem delu. Pri načinu nadzora, ki ga uporabljamo danes, že več kot eno leto nismo zaznali odklonov pri ravnanju z narkotiki.

Prav tako so bili vsi nadzori v zadnjih dveh letih ocenjeni s pohvalo. Sprotno opozarjanje, izobraževanje, nenehne izboljšave in promocija zdravega načina življenja še dodatno motivirajo zaposlene in dajejo pečat zaupanja vrednemu oddelku. Skrb za strokovno, varno in zakonito ravnanje s prepovedanimi drogami pa je temelj zaupanja v delo zdravstvene službe.

ZAKLJUČEK

Učinkovit nadzor nad prepovedanimi drogami je potreben za zagotavljanje varnosti pacientov, strokovno odgovornost in ohranjanje zaupanja v zdravstveni sistem. Primer dobre prakse, ki ga izvajamo v Splošni bolnišnici Jesenice, kaže, da je mogoče z natančno organizacijo, sodelovanjem med oddelki, doslednim beleženjem ter rednimi kontrolami bistveno zmanjšati tveganje za zlorabe. Ključ do uspeha so jasno opredeljeni postopki, redno izobraževanje zaposlenih in stalno prilagajanje sistema glede na opažene izzive. S tem ne bomo ščitili le pacientov, temveč tudi integriteto zdravstvenih delavcev in ugled stroke.

LITERATURA

- Bryson, E. O., & Silverstein, J. H. (2008). Addiction and substance abuse in anesthesiology. *Anesthesiology*, 109(5), 905–917. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e3181895bc1>
- Infodroga.si. (2018). *Uporaba prepovedanih drog v Sloveniji – raziskave in trendi*. <https://www.infodroga.si/podatki-o-uporabi-prepovedanih-drog/>
- Javna agencija Republike Slovenije za zdravila in medicinske pripomočke (JAZMP). (2020). *Nadzor nad prepovedanimi drogami*. <https://www.jazmp.si/humana-zdravila/prepovedane-droge/>
- Fitzsimons, M. G., Baker, E., Chua, A., et al. (2023). Prevention of drug diversion and substance use disorders in healthcare settings: A narrative review. *BJA Education*, 23(11), 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2023.04.004>
- Nacionalni inštitut za javno zdravje (NIJZ). (2018). *Uporaba tobaka, alkohola in drugih drog med prebivalci Slovenije*. <https://www.nijz.si/>
- Tetzlaff, J. M., Collins, A., & Brown, J. (2010). A strategy to prevent substance abuse in an academic anesthesiology department. *AANA Journal*, 78(3), 190–195.
- Uredba o razvrstitvi prepovedanih drog. (2019, s spremembami v 2020 in 2021). *Uradni list Republike Slovenije*, št. 69/19, 157/20, 162/21. <https://www.uradni-list.si/>
- Wright, E. L., McGuinness, T., Moneyham, L. D., Schumacher, J. E., Zwerling, A., & Stullenbarger, N. E. N. (2012, April). Opioid abuse among nurse anesthetists and anesthesiologists. *AANA Journal*, 80(2), 120–128. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22586881/>

VLOGA DIPLOMIRANE MEDICINSKE SESTRE PRI OBRAVNAVI PACIENTA Z VSTAVLJENO INTRAAORTNO BALONSKO ČRPALKO

The role of nurse in the management of a patient with intra-aortic balloon pump

Marija Štuhec, dipl. m. s., mag. zdr. ved

Splošna bolnišnica Murska Sobota
Enota interne intenzivne terapije
marija.stuhec@sb-ms.si

Ludvik Vogrinčič, dipl. zn.

Splošna bolnišnica Murska Sobota
Enota interne intenzivne terapije
ludvik.vogrincic@sb-ms.si

IZVLEČEK

Uvod: Kardiogeni šok ostaja eden najzahtevnejših kliničnih sindromov v sodobni medicini. Mehanska podpora se vse pogosteje uporablja pri obvladovanju kardiogenega šoka. Intraaortna balonska črpalka (IABČ) je ena najzgodnejših in najpogosteje uporabljenih vrst mehanske cirkulatorne podpore. Naprava deluje z zunanjo protipulzacijo in uporablja sistolično razbremenitev in diastolično povečanje aortnega tlaka za izboljšanje hemodinamike. **Metode:** V prispevku je predstavljena študija primera pacienta s kardiogenim šokom, obravnavanim v Enoti interne intenzivne terapije (EIIT) Splošne bolnišnice Murska Sobota, pri katerem je bila vstavljena IABČ. **Rezultati:** Predstavljeni bodo temeljni postopki in zakonitosti, ki jih je treba poznati pri obravnavi pacienta z vstavljeno IABČ. Vloga medicinske sestre pri vstavljeni IABČ je ključnega pomena za zagotavljanje kakovostne oskrbe pacientov. Temelji na neprekinjenem nadzoru pacienta, njegovih vitalnih funkcij, zagotavljanju celostne oskrbe in podpore pacientu, svojcem ter zdravstveno-negovalnemu timu. **Razprava in zaključek:** Medicinska sestra v intenzivni terapiji lahko le z dovolj znanja in z izkušnjami zagotavlja celostno obravnavo pacienta ter ima ključno vlogo pri zagotavljanju varnosti in uspešnosti zdravljenja.

Ključne besede: intraaortna balonska črpalka, mehanska cirkulatorna podpora, medicinska sestra, pacient, kardiogeni šok.

ABSTRACT

Introduction: Cardiogenic shock remains one of the most challenging clinical syndromes in modern medicine. Mechanical support is increasingly used in the management of cardiogenic shock. The intra-aortic balloon pump (IABP) is one of the earliest and most commonly used types of mechanical circulatory support. The device operates with external counterpulsation and uses systolic unloading and diastolic increase in aortic pressure to improve hemodynamics. **Methods:** The paper presents a case study of a patient with cardiogenic shock treated in the Internal Intensive Care Unit (IICU) of the Murska Sobota General Hospital, in whom an IABP was inserted. **Results:** The basic procedures and principles that need to be known when treating a patient with an IABP inserted will be presented. The role of the nurse in the case of an IABP inserted is crucial for ensuring quality patient care.

It is based on continuous monitoring of the patient, his vital functions, and providing comprehensive care and support to the patient, relatives, and the healthcare team. **Discussion and conclusion:** Only with sufficient knowledge and experience can a nurse in intensive care provide comprehensive patient care and play a key role in ensuring the safety and success of treatment.

Keywords: Intra-aortic balloon pump, mechanical circulatory support, nurse, patient, cardiogenic shock.

UVOD

Kardiogeni šok ostaja eden najzahtevnejših kliničnih sindromov v sodobni medicini. Intraaortna balonska črpalka (IABČ) je bila prvič opisana pred 50 leti pri zdravljenju kardiogenega šoka. Naprava je izdelana iz balona, ki se vstavi skozi femoralno arterijo in se pod rentgenskim nadzorom namesti v descendentno aorto med izstopiščem subklavialne in ledvičnih arterij. Balon je povezan z mobilno upravljalno konzolo, ki poganja napihovanje in praznjenje balona s helijem sinhrono s srčnim ciklom, ki ga sproži signal elektrokardiograma ali sistemska arterijska valovna oblika. Čeprav se »samodejni« način delovanja pogosto uporablja, je mogoče spremeniti več parametrov (»polsamodejni« ali »ročni« načini) – predvsem volumen in trajanje napihovanja ter sprožilec za napihovanje balona, glede na hemodinamske nastavitve. Nazadnje je mogoče določiti stopnjo napihovanja/praznjenja balona (Gajanan et al., 2021). Glavne kontraindikacije vstavitve IABČ so huda periferna arterijska bolezen, ki onemogoča vstavitve balona, več kot zmerna aortna regurgitacija in huda dinamična obstrukcija iztočnega trakta levega prekata (VanDyck & Pinsky, 2021).

IABČ se uporablja za obvladovanje kardiogenega šoka, neodzivne nestabilne angine pectoris, akutnega miokardnega infarkta in neodzivne ventrikularne tahikardije. Naprava se lahko uporablja tudi za podporo pacientom pred in po operaciji srca ter služi kot most do naprednih terapij, kot je naprava za podporo levemu prekatu ali presaditev srca. Dodatne indikacije vključujejo akutno regurgitacijo mitralne zaklopke zaradi ruptur papilarne mišice, rupturo ventrikularnega septuma kot dodatek k drugim napravam za podporo prekatom in neuspešno perkutano koronarno intervencijo (Holcomb, 2022).

Splošna bolnišnica Murska Sobota je program invazivne srčne diagnostike začela izvajati leta 2019. Osebe si je pridobivalo potrebna znanja in izkušnje z dodatnim izobraževanjem v UKC Ljubljana in UKC Maribor. K sodelovanju so kot mentorji bili povabljeni strokovnjaki iz SB Celje, UKC Maribor in UKC Ljubljana. Sprva so se posegi izvajali enkrat do dvakrat na teden, kasneje se je dejavnost razširila. Prva IABČ je bila vstavljena 30. 6. 2021, pri pacientu v kardiogenem šoku. Nova metoda je tako pomenila pomemben napredek v obravnavi pacientov do etiološkega zdravljenja v naši bolnišnici ali za zagotavljanje varnega transporta v druge ustanove. Danes interventna kardiologija obsega opravljanje elektivnih in nujnih koronarografij ter vstavljanje stalnih srčnih spodbujevalnikov in implantabilnih kardioverter defibrilatorjev. 2024 je bilo opravljenih skupno 942 koronarografij ter vstavljenih 5 IABČ. Obravnavanih je bilo 235 pacientov (25 %) z diagnozo akutni koronarni sindromom, 23 pacientov (2 %) z miokardnim infarktom z dvigom ST (STEMI) in 212 pacientov (23 %) z miokardnim infarktom brez dviga ST (NSTEMI). Vstavljenih je bilo skupno 396 znotrajžilnih opornic (angl. *stent*).

PRIKAZ PRIMERA

74-letna pacientka je bila pripeljana v urgentni center z bolečino v prsih, hipotenzivna in z znaki kardiogenega šoka. Pove, da je imela že en teden bolečine v prsnem košu. Ob sprejemu je imela prisotno

konstantno bolečino v prsnem košu, ki se je širila po levi strani. Bolečina je bila pikajoča. Pacientka je povedala, da je bolečina hujša, kadar leži, če bi vstala, bi izgubila zavest. Z ultrazvokom srca (UZ) so izmerili iztisni delež (angl. *ejection fraction* – EF) 20 %, v elektrokardiogramu (EKG) zapisu so bili znaki difuzne ishemije. Prejela je Heparin 5000 IE in Aspegic 250 mg. Ob prihodu v opazovalnico je pacientka postala hemodinamsko nestabilna, tahikardna, potrebovala je dodatek kisika preko maske Venturi. Nastavljena je bila vazoaktivna podpora, odvzete so bile laboratorijske preiskave in obveščena je bila ekipa interventnih kardiologov. Pacientka je bila nato transportirana na nujno koronarografijo. Med posegom se je stanje pacientke slabšalo, razvil se pljučni edem, tako da je bila intubirana in mehansko ventilirana. Med posegom je večkrat prišlo do ventrikularne tahikardije (VT) in električne aktivnosti brez pulza (angl. *pulseless electrical activity* – PEA), izvajala se je masaža srca, potrebnih je bilo več defibrilacij. Skupno je prejela 5 ampul Suprarenina, Cordarone 300 mg, MgSO₄ (1M) 12 ml, Lidokain 100 mg ter infuzijo tekočin. Pri pacientki se je razvil kardiogeni šok zaradi okluzije debela leve koronarne arterije. Opravljena je bila perkutana koronarna intervencija (PCI), in sicer iz leve glavne koronarne arterije (angl. *left main (LM) coronary artery*) v sprednjo vejo leve koronarne arterije (angl. *left anterior descending (LAD) coronary artery*) so vstavili eno žilno opornico (angl. *drug-eluting stent* – DES). Pacientki so vstavili tudi IABČ in osredni venski kateter v desno femoralno veno. Ekipa interventnih kardiologov je že med posegom obvestila EIIT o sprejemu. Po obvestilu o sprejemu so se v sodelovanju z zdravnikom odločili, na katero posteljno enoto bodo pacientko sprejeli. Osebe je preverilo ustrezno pripravljenost postelje enote ter obposteljni monitor. V danem trenutku je osebe bilo obveščeno, da je pacientka intubirana, mehansko ventilirana na visoki vazoaktivni podpori ter hemodinamsko nestabilna in z vstavljenjo IABČ.

Ob sprejemu je zelo pomembno, da premestitev pacienta poteka varno, strokovno in brez dodatnih zapletov. Pacientka je bila prestavljena varno na ležišče, priklopili so jo na obposteljni monitor ter mehanski ventilator in sledila je ustna predaja interventne ekipe. Ob vsem tem je treba kontinuirano spremljati vitalne funkcije in poskrbeti za varen preklon kontinuiranih infuzij, saj je bila pacientka hemodinamsko nestabilna, na visoki vazoaktivni podpori. Ekipa interventnih kardiologov nam je predala pacientko, povedala, kaj točno se je zgodilo, kaj vse so pri pacientki izvajali v urgentnem centru ter med samim posegom, katere preiskave so opravili in katera zdravila so bila aplicirana.

V EIIT je bila pacientka monitorirana, invazivno mehansko ventilirana, posnet je bil EKG in odvzeta kri za laboratorijske preiskave po navodilu zdravnika. Naprej je potrebovala visoko vazoaktivno podporo, sedacijo ter analgezijo. Uvedena je bila empirična antibiotična terapija, antiagregacijska terapija ter terapija sekundarne preventive. V nadaljevanju je prejela infuzijo Levosimendana. Urne diureze so bile okrog 25 ml. V naslednjih dneh so beležili upad vrednosti laktata, postopoma so lahko nižali vazoaktivno podporo. Urne diureze so se vzpostavljale, potem ko so bile stimulirane s Furosemidom. Uvedeno je bilo enteralno hranjenje, nato so nadaljevali parenteralno hranjenje. Dnevno kalorično potrebo so ocenjevali z indirektno kalorimetrijo. Stopnjo bolečine so ocenjevali s pomočjo lestvice za opazovalno ocenjevanje bolečine pri kritično bolnih pacientih (angl. *Critical-Care Pain Observation Tool* – CPOT), stopnjo sedacije pa s pomočjo richmondske lestvice agitacije in sedacije (angl. *Richmond Agitation-Sedation Scale* - RASS). Redno, v vsaki izmeni, so opazovali reaktivnost zenic. Ob vstopnem mestu IABČ se je drugi dan po vstavitvi pojavil hematoma, ki so ga orisali in redno opazovali. Medicinska sestra je o stanju pacientke in o vseh spremembah obveščala zdravnika. Trend hemoglobina so neprekinjeno spremljali s pomočjo neinvazivnega načina Masimo. Vstopno mesto IABČ je bilo prekrito s prozornim obližem, ki je omogočal neposredno opazovanje in reagiranje na morebitne spremembe. Četrty dan je bila pacientka v poliurični fazi, močno je začela krvaveti iz vstopnega mesta IABČ, mesto so tamponirali, bila je hemodinamsko stabilna. Peti dan je bil poskus nižanja podpore IABČ iz 1 : 2 na 1 : 3 neuspešen, IABČ je ostala na 1 : 2, sedacija je bila ukinjena. Naslednji dan so uspešno znižali IABČ na 1 : 3, pacientko so še naprej zbujali, začela se je odzivati na bolečinske dražljaje. Na obeh nogah je imela pulze tipne in nogi sta bili topli.

Prehodno je prišlo do porasta vnetnih parametrov. Po izboljšanju kliničnega stanja ob minimalni hemodinamski podpori ter vidnem nevrološkem izboljšanju smo pri pacientki ponovno opravili koronarografijo ter optimizirali koronarno situacijo z dodatnim stentom. Sedmi dan je bila IABČ odstranjena, vbodno mesto je bilo stabilno in brez krvavitve. Klinično stanje pacientke se je še naprej izboljševalo, zato je bila 12. dan ekstubirana. V naslednjih dneh je še prehodno potrebovala neinvazivno ventilacijo. Na oddelku so izvajali respiratorno fizioterapijo, s pomočjo lokomotorne fizioterapije pa so pacientko postopoma mobilizirali, tako da je bila v dveh tednih sposobna hoje s pomočjo rolatorja. Med zdravljenjem je bil krvni tlak ves čas nizek, motenj ritma ni več imela.

Med hospitalizacijo v EIIT je pacientka imela:

- 265 ur invazivne mehanske ventilacije,
- 85 ur neinvazivne mehanske ventilacije,
- vazoaktivna podpora: Noradrenalin, Empesin, Dobutamin,
- anestezija, analgezija: Midazolam, Fentanyl,
- Heparin, Aspegic, kangrelor ter po posegu še ticagrelor.

VLOGA MEDICINSKE SESTRE

Medicinske sestre v intenzivni terapiji imajo ključno vlogo pri oskrbi pacientov z IABČ predvsem pri zgodnjem prepoznavanju in preprečevanju zapletov pri tej terapiji. Zato je pomembno, da imajo medicinske sestre v intenzivni terapiji posodobljeno znanje o mehanizmih te naprave – da dobro obvladajo delovanje IABČ, koristi, morebitne zaplete in varnostne vidike. Za paciente in njihov hemodinamski nadzor v prvi vrsti skrbi medicinska sestra, ki je stalno prisotna ob pacientu. S pomočjo hemodinamskega nadzora se vodi in po potrebi prilagaja zdravljenje (VanDyck & Pinsky, 2021). IABČ zaradi senzorja na konici intravaskularnega katetra omogoča invazivno merjenje krvnega tlaka, tako se pridobijo podatki o sistolnem, diastolnem in srednjem krvnem tlaku ter augmentacijskem krvnem tlaku. Z lastnimi EKG elektrodami nudi tudi podatek o srčnem ritmu. Medicinska sestra mora biti ustrezno izobrazena za prepoznavo motenj srčnega ritma in takojšnje pravilno ukrepanje ob alarmih IABČ (Murks & Juricek, 2016).

Glavne vitalne funkcije, ki jih spremlja medicinska sestra v EIIT, so telesna temperatura, pulzi, krvni tlak, pulzna oksimetrija, frekvenca dihanja in urne diureze. Pravilno nastavljeni alarmi omogočajo ustrezno in hitro prepoznavanje sprememb (Salah Mohamed et al., 2023).

Pred vstavitvijo IABČ je treba pacienta pripraviti na poseg. Priprava vključuje namestitev v primeren položaj (lega na hrbtu), priprava kože mesta vstavitve (odstranitev dlak na vbodnem mestu in okolici, mehanično čiščenje in razkuževanje) ((Khan & Siddiqui, 2022; Rossini et al., 2021).

Najpogostejši zaplet, povezan z IABČ, je krvavitev iz vstopnega mesta. Znake zunanje krvavitve, hematoma in razvijajočega se šoka prva opazi medicinska sestra, ki mora vse spremembe sporočiti zdravniški ekipi. Hematom je treba orisati in spremljati. Posebno pozornost je treba nameniti znakom hipotenzije, laboratorijskim izvidom, bledici, utrujenosti ali zasoplosti, kar lahko kaže na stalno krvavitev (VanDyck & Pinsky, 2021). Redno opazovanje pacientovih okončin glede znakov ishemije je ena od glavnih nalog medicinske sestre. Posebno pozornost je treba nameniti naslednjim znakom, kot so bledica, hladnost, odrevenelost, slabše tipljivi ali odsotni periferni pulzi in nenadna bolečina. Nujno je ishemijo okončine prepoznati zgodaj, saj lahko v nasprotnem primeru pride do ireverzibilnih okvar (Cannon, 2018). Naloga medicinske sestre je tudi zagotoviti pravilno namestitev katetra IABČ, da se prepreči kompresija femoralne arterije, ki lahko povzroči ishemijo. Pacient mora biti nameščen v ležečem položaju z zavrnanom prizadeto nogo. Izogibamo se pretiranemu gibanju ali upogibanju na mestu vstavitve. Potrebno je redno spremljanje urnih diurez, odvajanja blata ter preverjanja bolečin

v abdomnu (Palakshappa & Hough, 2021). Medicinska sestra redno ocenjuje mesto vstavitve IABČ. Če se pojavi bolečina, oteklina, povišana telesna temperatura, izcedek, je treba nemudoma obvestiti zdravnika. Za stalni nadzor vbodnega mesta se uporablja preveza s prozorno folijo (Ali & Abu-Omar, 2018). Medicinska sestra spremlja hemodinamsko stanje in vitalne znake pacienta. Pozorna je na obliko krivulje IABČ, odčitke tlaka ter napolnjenost baterije in polnost helijeve jeklenke. Medicinska sestra redno spremlja nastavitve IABČ, pravilni čas napihovanja in izpihovanja, alarme ter sodeluje z zdravniško ekipo. Velik poudarek je namenjen prepoznavanju rupture balona, kar lahko povzroči zračno embolijo, zato se za polnjenje balona uporablja plin helij. V omenjenem primeru je potrebna čimprejšnja namestitev pacienta v Trendelemburgov položaj in odstranitev IABČ (VanDyck & Pin-sky, 2021).

DISKUSIJA IN ZAKLJUČEK

V zadnjih desetletjih je tehnologija IABČ znatno napredovala pri zmanjševanju zapletov in večji pod-pori pacientom, izboljšana je tudi tehnika vstavljanja brez ovoja, različni premeri balona, perkutana tehnika in IABČ iz optičnih vlaken. Kljub temu so zapleti, povezani z IABČ, še vedno pogosti in povezani s slabo prognozo. Krvavitev in ishemija okončin sta dva najpogostejša zapleta, povezana z zdravljenjem z IABČ. Ugotovljena je bila korelacija med trajanjem podpore IABČ in razvojem žilnih zapletov ter možgansko kapjo in implantacijo katetra IABČ s pristopom skozi aksilarno arterijo. Za neposredno raziskovanje teh ugotovitev so potrebne nadaljnje študije. Izboljšanje znanja medicinskih sester v intenzivni terapiji o zapletih, povezanih s podporo IABČ, bi lahko privedlo do zgodnjega odkrivanja in potencialno znižalo stopnjo pojavnosti zapletov. Samo v Združenih državah se letno z IABČ zdravi več kot 70.000 pacientov in 160.000 pacientov po vsem svetu (Gajanan et al., 2021).

Študije o učinkovitosti IABČ kažejo različne rezultate, odvisno od kliničnega stanja pacienta in vzroka za njegovo hemodinamsko nestabilnost. Ne glede na vpliv na umrljivost študije potrjujejo, da IABČ izboljša nekatere hemodinamske parametre: poveča pretok krvi skozi koronarne arterije, zmanjša sistemski žilni upor (afterload), zniža obremenitev levega prekata in zmanjša porabo kisika v srčni mišici. Lahko izboljša iztisni volumen srca, še posebej pri pacientih z zmanjšano funkcijo levega pre-kata. Koristna je lahko tudi pri akutni odpovedi desnega prekata, saj zmanjša njegovo obremenitev. Čeprav naprava izboljša hemodinamiko, njen vpliv na zmanjšanje umrljivosti, zlasti pri kardiogenem šoku zaradi akutnega miokardnega infarkta v dobi zgodnje revaskularizacije ni dosledno dokazan in je predmet razprav. Njena vloga se je z razvojem novih tehnologij in na podlagi rezultatov novjših študij spremenila. Rutinska uporaba pri vseh pacientih s kardiogenim šokom ni več priporočljiva. Kljub temu pa ima IABČ zaradi relativne enostavnosti uporabe, nižje invazivnosti in manjšega števila zapletov v primerjavi z naprednejšimi oblikami mehanske podpore še vedno svoje mesto pri zdravljenju izbranih pacientov, na primer kot premostitvena terapija, ali pri pacientih, ki se ne odzivajo na zdravlila in pri katerih druge, bolj invazivne metode niso takoj na voljo ali primerne. Odločitev za uporabo IABČ je vedno individualna in odvisna od specifične klinične situacije.

Ob tako zahtevnem sprejemu pacienta v EIIT je najbolj pomembna strokovna usposobljenost vseh članov tima in dobro timsko delo, ki sloni na zaupanju, pomoči, medsebojnem sodelovanju in spodbujanju. Ekipa sodelavcev si mora zaupati, biti usklajena, pri svojem delu suverena in vedno pripravljena pomagati.

Delo v EIIT je zahtevno ter psihično in fizično naporno. Življenja pacientov so ogrožena. Medicinske sestre morajo imeti dovolj strokovnega in tehničnega znanja in praktičnih izkušenj, da so lahko kos vsakodnevnim nalogam. V ospredje stopa timsko delo, kjer je izjemnega pomena, da si zaposleni zaupajo, medsebojno sodelujejo, se dopolnjujejo in znajo prositi za pomoč ali vprašati sodelavca za mnenje. Tako zahtevni sprejemi nas učijo, da moramo vedno delovati kot tim ter nas opozarjajo, kako pomembna je pomoč sodelavca.

LITERATURA

- Ali, J. M., & Abu-Omar, Y. (2018). Mechanical support for high-risk coronary artery bypass grafting. *Indian journal of thoracic and cardiovascular surgery*, 34(Suppl 3), 287–296. <https://doi.org/10.1007/s12055-018-0740-1>
- Cannon, J. W. (2018). Hemorrhagic Shock. *New England Journal of Medicine*, 378(4), 370-379. http://www.dickyricky.com/Medicine/Papers/2018_01_25%20NEJM%20Hemorrhagic%20Shock.pdf
- Gajanan, G., Brilakis, E. S., Siller-Matula, J. M., Zolty, R. L., & Velagapudi, P. (2021). The Intra-Aortic Balloon Pump. *Journal of visualized experiments : JoVE*, (168), 10.3791/62132.
- Holcomb B. (2022). Intra-aortic Balloon Pump Securement. *Critical care nurse*, 42(6), 79–81. <https://doi.org/10.4037/ccn2022985>
- Kao, K. D., Lee, S. K. C., Liu, C. Y., & Chou, N. K. (2022). Risk factors associated with longer stays in cardiovascular surgical intensive care unit after CABG. *Journal of the Formosan Medical Association*, 121(1 Pt 2), 304-313. <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2021.04.020>
- Khan, T. M., & Siddiqui, A. H. (2022). Intra-Aortic Balloon Pump. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Murks, C., & Juricek, C. (2016). Balloon Pumps Inserted via the Subclavian Artery: Bridging the Way to Heart Transplant. *AACN advanced critical care*, 27(3), 301- 315.
- Palakshappa, J. A., & Hough, C. L. (2021). How We Prevent and Treat Delirium in the ICU. *Chest*, 160(4), 1326-1334. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2021.06.002>
- Rossini, R., Valente, S., Colivicchi, F., Baldi, C., Caldarola, P., Chiappetta, D., Cipriani, M., Ferlini, M., Gasparetto, N., Gilardi, R., Giubilato, S., Imazio, M., Marini, M., Roncon, L., Scotto di Uccio, F., Somaschini, A., Sorini Dini, C., Trambaiolo, P., Usmiani, T., Gulizia, M. M., Gabrielli, D. (2021). ANMCO POSITION PAPER: Role of intra-aortic balloon pump in patients with acute advanced heart failure and cardiogenic shock. *European Heart Journal Supplements*, 23(Supplement C), C204-C220. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/suab074>
- Salah Mohamed, A. E., Said Taha, A., & Fathy Mohamed, R. (2023). Effect of Educational Guidelines on Nurses' Performance regarding Caring of Patients with An Intra Aortic Balloon Pump. *Journal of Nursing Science Benha University*, 4(2), 912-925. https://jnsbu.journals.ekb.eg/article_310633_0bfc33b124fd18a197c77387196412dc.pdf
- VanDyck, T. J., & Pinsky, M. R. (2021). Hemodynamic monitoring in cardiogenic shock. *Current Opinion in Critical Care*, 27(4), 454-459. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8243821/pdf/nihms-1695124.pdf>

UPORABA METILENSKEGA MODRILA PRI PACIENTU S SEPTIČNIM ŠOKOM

The use of methylene blue in a patient with septic shock

Tjaša Tkalec, dipl. m. s., mag. zdr. nege

Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za intenzivno interno medicino
tjasa.tkalec@kclj.si

Tina Kompara, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana
Klinični oddelek za intenzivno interno medicino
tina.kompara@kclj.si

IZVLEČEK

Septični šok je oblika distributivnega šoka in predstavlja največji delež šokovnih stanj pri pacientih v enotah intenzivne terapije, njegova smrtnost pa ostaja kljub vsem ukrepom še vedno zelo visoka. Standardno zdravljenje septičnega šoka vključuje mehansko ventilacijo, nadomeščanje tekočin, uporabo vazopresorjev in inotropov ter primerno antibiotično zdravljenje. Hipotenzija pri septičnem šoku je posledica vazodilatacije, pri kateri ima pomembno vlogo dušikov oksid (NO). Preučevanih je bilo več učinkovin, ki bi preprečevale učinke NO; ena izmed njih je bila tudi metilensko modrilo. Po aplikaciji metilenskega modrila pride do zvišanja srednjega arterijskega tlaka in zmanjšane potrebe po vazopresorjih. Namen prispevka je predstaviti uporabo metilenskega modrila kot dodatnega terapevtskega sredstva pri zdravljenju pacienta s septičnim šokom, ki ni odziven na standardno zdravljenje. Cilj je izobraževanje zdravstvenih delavcev o mehanizmu delovanja, indikacijah in možnih učinkih metilenskega modrila pri zdravljenju septičnega šoka. Klinična uporaba metilenskega modrila je za zdaj smiselna le kot dodatna terapija v izjemnih primerih, če se pacienti ne odzivajo na standardne načine zdravljenja septičnega šoka. Ker je narejenih zelo malo randomiziranih kontroliranih raziskav, se v klinični praksi še ne sme uporabljati rutinsko.

Ključne besede: šokovno stanje, distributivni šok, vazopresorji, enota intenzivne terapije

ABSTRACT

Septic shock is a form of distributive shock. It is the most common form of shock among patients in the intensive care units, with its mortality rate remaining very high despite all efforts. Standard treatment for septic shock includes mechanical ventilation, fluid infusions, the use of vasopressors and inotropes and appropriate antibiotic therapy. Hypotension in septic shock is a result of vasodilation, with nitric oxide (NO) playing an important role in this process. Several substances have been studied for their potential to counteract the effects of NO; one of these is methylene blue. After the administration of methylene blue, there is an increase in mean arterial pressure and a reduced need for vasopressors. The purpose of this paper is to present the use of methylene blue as an additional therapeutic agent in

the treatment of a patient with septic shock who is unresponsive to standard treatment. The goal is to educate healthcare professionals about the mechanism of action, indications, and possible effects of methylene blue in the treatment of septic shock. The clinical use of methylene blue is currently only reasonable as an adjunctive therapy in exceptional cases when patients do not respond to standard treatments for septic shock. Due to the limited number of randomized controlled trials, it should not be used routinely in clinical practice at this time.

Key words: shock, distributive shock, vasopressors, intensive care unit

UVOD

Šok je klinični izraz za stanje cirkulatorne odpovedi, ki povzroči nezadostno celično oksigenacijo (Vincent & De Backer, 2013; Puntillo et al., 2020). Le-ta je pogost razlog za sprejem v enoto intenzivne terapije, saj prizadene približno tretjino teh pacientov (Vincent & De Backer, 2013; Luis-Silva et al., 2022). Cirkulatorna odpoved privede do hipotenzije, ki povzroči hipoperfuzijo življenjsko pomembnih organov in tkivno hipoksijo, kar lahko vodi v multiorgansko odpoved in tudi smrt (Vincent & De Backer, 2013; Jerenec, Markota & Ferk, 2017). Diagnoza šoka temelji na kliničnih, hemodinamskih in biokemičnih znakih in simptomih, ki jih je mogoče povzeti v treh sklopih (Vincent & De Backer, 2013). Prvič, prisotna je sistemska arterijska hipotenzija, ki je povezana s tahikardijo. Običajno je pri odraslih sistolični arterijski krvni tlak nižji od 90 mmHg ali pa je srednji arterijski tlak nižji od 70 mmHg (Vincent & De Backer, 2013; Luis-Silva et al., 2024). Drugič, obstajajo klinični znaki tkivne hipoperfuzije, ki se kažejo na treh ravneh: koža (hladna in vlažna, prisotna je vazokonstrikcija in cianoza), ledvice (izločanje urina manj kot 0,5 ml/kg telesne teže na uro) in nevrološki (spremenjeno mentalno stanje, ki običajno vključuje otopelost, dezorientacijo in zmedenost) (Vincent & De Backer, 2013). Tretjič, prisotna je povišana vrednost laktata v krvi, ki kaže na metabolno acidozo, ki nastane zaradi anaerobne presnove kisika v tkivih (Vincent & De Backer, 2013; Luis-Silva et al., 2024). Poznamo štiri vrste šoka, in sicer: hipovolemični (zaradi notranje ali zunanje izgube tekočine), kardiogeni (akutni miokardni infarkt, kardiomiopatije, miokarditis, motnje srčnega ritma), obstruktivni (pljučna embolija, tamponada srca, tenzijski pnevmotoraks) in distributivni šok (huda sepsa, anafilaksija) (Vincent & De Backer, 2013; Huang, Yan, Chen & Qian, 2024). Možna je tudi kombinacija več različnih vrst šokov (Vincent & De Backer, 2013). Distributivni šok se od ostalih vrst šokov razlikuje v patofiziološkem mehanizmu. Za ostale vrste šoka je značilen nizek minutni volumen srca in s tem neustrezen transport kisika do življenjsko pomembnih organov, medtem ko je pri distributivnem šoku glavni primanjkljaj na perifernem žilju, za katerega je značilen zmanjšan sistemski žilni upor, s tem pa je povezana spremenjena absorpcija kisika (Vincent & De Backer, 2013).

Namen prispevka je predstaviti uporabo metilenskega modrila kot dodatnega terapevtskega sredstva pri zdravljenju pacienta s septičnim šokom, ki ni odziven na standardno zdravljenje. Cilj je izobraževanje zdravstvenih delavcev o mehanizmu delovanja, indikacijah in možnih učinkih metilenskega modrila pri zdravljenju septičnega šoka.

SEPTIČNI ŠOK

Septični šok je oblika distributivnega šoka in predstavlja največji delež šokovnih stanj v enotah intenzivne terapije, pri čemer smrtnost kljub napredku zdravljenja ostaja zelo visoka (Vincent & De Backer, 2013; Luis-Silva et al., 2022; Huang, Yan, Chen & Qian, 2024; Hu et al., 2024). Stopnja umrljivosti zaradi septičnega šoka je trenutno okrog 40 %, kar predstavlja velik zdravstveni problem,

predvsem v razvitem svetu (Luis-Silva, 2022; Arias-Ortiz & Vincent, 2024; Luis-Silva et al., 2024). Trenutno je septični šok eden od vodilnih vzrokov smrti v enotah intenzivne terapije (Jia, Ji & Liu, 2024).

Septični šok je stanje, ki ogroža življenje. Zanj je značilna endotelijska disfunkcija, ki vodi do povečane prepustnosti žil, disfunkcije organov, hemodinamskih sprememb in sistemskega vnetja, ki je posledica okužbe in nereguliranega odziva telesa nanjo (Luis-Silva et al., 2022; IbarraEstrada et al., 2023; Ballarin et al., 2024; Jia, Ji & Liu, 2024; Luis-Silva et al., 2024).

Standardno zdravljenje

Zdravljenje septičnega šoka je treba začeti takoj, še preden je jasen vzrok. Ko je vzrok septičnega šoka znan, je treba čim prej začeti antibiotično zdravljenje (Vincent & De Backer, 2013). Standardno zdravljenje septičnega šoka vključuje mehansko ventilacijo in aplikacijo kisika, nadomeščanje tekočin, uporabo vazopresorjev (vazopresorji in inotropi) ter primerno antibiotično zdravljenje (Vincent & De Backer, 2013; Puntillo et al., 2020; Luis-Silva et al., 2022; Luis-Silva et al., 2024). Aplikacijo kisika je treba začeti takoj, da se poveča njegova dostava v življenjsko pomembne organe. Pulzna oksimetrija je velikokrat nezanesljiva zaradi periferne vazokonstrikcije, zato se za bolj natančno oceno pacientove oksigenacije uporablja plinska analiza arterijske krvi (Vincent & De Backer, 2013). Nadomeščanje tekočin je smiselno pri vseh vrstah šoka. Objektivna ocena, ali se pacient odziva na nadomeščanje tekočin, so: višji sistemski arterijski tlak, nižja frekvenca srca ter višja urna diureza (Vincent & De Backer, 2013). Če hipotenzija vztraja kljub nadomeščanju tekočin, je indicirana uporaba vazopresorjev (Vincent & De Backer, 2013; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Vazopresor prvega izbora je noradrenalin, ki ga apliciramo v kontinuirani infuziji (Vincent & De Backer, 2013; Puntillo et al., 2020; IbarraEstrada et al., 2023; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Poleg vazopresorjev se včasih pri zdravljenju uporabljajo tudi inotropna zdravila, kot je dobutamin. Ta izboljša minutni volumen srca, poleg tega pa lahko izboljša kapilarno perfuzijo pri pacientih s septičnim šokom (Vincent & De Backer, 2013). V poznih fazah šoka standardno zdravljenje pogosto ne zagotovi zadostne prekrvavitve življenjsko pomembnih organov; takrat pride v poštev še zdravljenje z vazopresinom in kortikosteroidi (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Puntillo et al., 2020).

Vloga dušikovega oksida

Hipotenzija pri septičnem šoku je posledica vazodilatacije, pri kateri ima pomembno vlogo dušikov oksid (NO) (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Zhao et al., 2022; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Ta vpliva na regulacijo žilnega tonusa tako v fizioloških kot patoloških pogojih (Jerenc, Markota & Ferk, 2017). Pri septičnem šoku pride do pomembne aktivacije NO-sintaze, večinoma kot posledica odziva na endotoksine in provnetne citokine. Kot že omenjeno je NO glavno gonilo vazodilatacije, ki vodi v hipotenzijo ter slabši odziv na vazopresorje (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Preučevanih je bilo več učinkovin, ki bi preprečevale učinke NO; ena izmed njih je bila tudi metilensko modrilo (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Luis-Silva et al., 2022; Zhao et al., 2022; Arias-Ortiz & Vincent, 2024).

METILENSKO MODRILO

Metilensko modrilo (tetrametiltioninijev klorid) je sintetična spojina, ki se že vrsto let uporablja v industriji. Prvič sta ga v medicini uporabila Paul Guttman in Paul Ehrlich leta 1891 kot uspešen poskus zdravljenja malarije. Danes se uporablja na številnih področjih medicine – uporablja se kot

antiseptik, za barvanje celičnih struktur, slikovno diagnostiko tkiv, za diagnostiko in zdravljenje karcinomov; vedno bolj pa postaja zanimiv tudi pri zdravljenju septičnega šoka (Jerenc, Markota & Ferk, 2017). Aplikacija metilenskega modrila je običajno v kontinuirani infuziji, saj je učinek po bolusnem odmerku kratkotrajen (Jerenc, Markota & Ferk, 2017).

Stranski učinki in kontraindikacije

Pri manjših odmerkih metilenskega modrila se lahko pojavi modro obarvanje telesnih tekočin in kože, ki ni nevarno. Pri visokih odmerkih pa se lahko pojavijo neželeni učinki, kot so slabost, bolečine v trebuhu, potenje, spremenjeno stanje zavesti, glavobol, vrtoglavica, cianoza, lahko pride tudi do aritmij (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Arias-Ortiz & Vincent, 2024; Jia, Ji & Liu, 2024). Če se uporablja v ustreznih odmerkih, so stranski učinki minimalni (Luis-Silva et al., 2022; Zhao et al., 2022; Jia, Ji & Liu, 2024; Luis-Silva et al., 2024). Njegova uporaba je kontraindicirana pri akutni okvari pljuč (npr. ARDS) in pri nosečnicah, saj je teratogeno (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Sočasna uporaba metilenskega modrila in nekaterih antidepresivov, opioidov in antiparkinsonikov se ne priporoča (Jerenc, Markota & Ferk, 2017).

RAZPRAVA

Zgodnja in ustrezna hemodinamska podpora pacientov s septičnim šokom je ključna za preprečevanje napredovanja disfunkcije in odpovedi organov (Vincent & De Backer, 2013; Luis-Silva et al., 2024). Pacienti v enoti intenzivne terapije potrebujejo poleg monitoringa še arterijsko linijo za kontinuiran nadzor arterijskega tlaka in odvzeme krvi ter centralni venski kateter za nadomeščanje tekočin, aplikacijo vazoaktivnih učinkovin, antibiotikov ter vodenje tekočinske bilance (Vincent & De Backer, 2013). Uporaba vazopresorjev ima poleg pozitivnih učinkov, kot sta povečan žilni tonus in višji krvni tlak, tudi negativne učinke. Do teh lahko pride predvsem pri aplikaciji v visokih odmerkih. To so periferna ishemija, tahiaritmije in miokardna disfunkcija (Vincent & De Backer, 2013; IbarraEstrada et al., 2023; Arias-Ortiz & Vincent, 2024; Huang, Yan, Chen & Qian, 2024; Jia, Ji & Liu, 2024). Zato je bilo preučevanih več učinkovin, ki bi preprečevale učinke NO, saj ta povzroča vazodilatacijo in s tem povezano hipotenzijo. Ena izmed teh učinkovin je bila metilensko modrilo (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Luis-Silva et al., 2022; Zhao et al., 2022; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Njegova uporaba pri zdravljenju septičnega šoka se je razširila na podlagi poročil kliničnih primerov iz posameznih manjših kliničnih raziskav (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Jia, Ji & Liu, 2024). Pri pacientih, ki so prejeli metilensko modrilo, se je hemodinamsko stanje izboljšalo v smislu povečanja srednjega arterijskega tlaka in manjše potrebe po vazopresorjih v primerjavi s placebom (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; Ballarin et al., 2024; Hu et al., 2024; Jia, Ji & Liu, 2024; Luis-Silva et al., 2024). Prav tako so nekatere študije dokazale, da so pacienti, ki so prejeli metilensko modrilo, bili manj časa mehansko ventilirani in krajši čas hospitalizirani v enoti intenzivne terapije, ter imeli po aplikaciji metilenskega modrila nižje vrednosti serumskega laktata (IbarraEstrada et al., 2023; Ballarin et al., 2024; Huang, Yan, Chen & Qian, 2024; Hu et al., 2024; Luis-Silva et al., 2024). Dokazali so tudi, da uporaba metilenskega modrila znotraj 24 ur po začetku septičnega šoka skrajša čas do ukinitve in poveča število dni brez vazopresorja (IbarraEstrada et al., 2023; Ballarin et al., 2024; Jia, Ji & Liu, 2024). Po drugi strani pa niso dokazali izboljšanega preživetja ali pomembnega zmanjšanja smrtnosti (Jerenc, Markota & Ferk, 2017; IbarraEstrada et al., 2023; Huang, Yan, Chen & Qian, 2024; Jia, Ji & Liu, 2024).

Kljub vsem zgoraj navedenim ugotovitvam morebitne koristi učinkovin, ki delujejo proti NO pri septičnem šoku, še vedno niso povsem jasne. Večina dokazov izvira iz manjših študij. Razen zmanjšanja potrebe po vazopresorjih pri uporabi metilenskega modrila ni bila dokazana nobena klinično pomembna korist. Zmanjšanje odmerka vazopresorja je pomembna, saj zmanjša njihove neželene

stranske učinke (IbarraEstrada et al., 2023; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Potrebna bi bila kakšna večja randomizirana kontrolirana študija, ki bi raziskala najboljši čas za aplikacijo, odmerjanje, samo strategijo aplikacije ter klinično pomembne koristi oz. škodljive učinke metilenskega modrila (IbarraEstrada et al., 2023; Arias-Ortiz & Vincent, 2024; Hu et al., 2024). Zato je klinična uporaba metilenskega modrila za zdaj smiselna le kot dodatna terapija v izjemnih primerih, če se pacienti ne odzivajo na standardne načine zdravljenja septičnega šoka (Jerenec, Markota & Ferk, 2017; Arias-Ortiz & Vincent, 2024). Njegova uporaba naj ne bo rutinska, vsaj dokler ne bodo na voljo nadaljnji dokazi o njegovi učinkovitosti pri izboljšanjem preživetju (Jerenec, Markota & Ferk, 2017; Puntillo et al., 2020; Arias-Ortiz & Vincent, 2024; Ballarin et al., 2024).

ZAKLJUČEK

Septični šok je povezan z visokim deležem umrljivosti v enotah intenzivne terapije. Hitra prepoznavna in diagnostika sta nujni za uspešno in učinkovito zdravljenje. Zdravljenje septičnega šoka mora vključevati prepoznavanje in odpravo vzroka ter hemodinamsko stabilizacijo, predvsem z nadomeščanjem tekočin in dajanjem vazoaktivnih učinkovin. Včasih ti ukrepi niso dovolj za vzdrževanje zadostnega srednjega arterijskega krvnega tlaka, ki je ključnega pomena za ustrezno oksigenacijo življenjsko pomembnih organov. V takšnih primerih pride v poštev aplikacija metilenskega modrila, ta deluje kot zaviralec NO, ki je glavni vzrok za vazodilatacijo, ki vodi v hipotenzijo pri septičnem šoku. Ker je o metilenskem modrilu narejenih zelo malo randomiziranih kontroliranih raziskav, je v kliničnem okolju njegova uporaba trenutno priporočena le kot dodatna terapija, če se pacienti ne odzovejo na standardne načine zdravljenja. Treba bi bilo opraviti več večjih randomiziranih kontroliranih raziskav, ki bi dokazovale njegovo učinkovitost pri izboljšanju preživetja.

LITERATURA

- Arias-Ortiz, J., & Vincent, J-L. (2024). Administration of methylene blue in septic shock: pros and cons. *Critical care*, 28(46), 1–5. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-04839-w>
- Ballarin, R., S., Lazzarin, T., Zornoff, L., Azevedo, P., S., Pereira, F., W., L., Tanni, S., E., & Minicucci, M., F. (2024). Methylene blue in sepsis and septic shock: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 18(11), 1–7. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11063345/>
- Hu, Y., Li, J., Zhang, H., Yang, H., Wang, Y., Ren, J., Sun, M., Wang, X., Jiang, H., Zeng, Q., & Wang, K. (2024). Efficacy and Safety of Methylene Blue for Patients with Septic Shock A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Research Square*, 1–17. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3767144/v1>
- Huang, X., Yan, W., Chen, Z., & Qian, Y. (2024). Effect of methylene blue on outcomes in patients with distributive shock: a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open*, 14(1), 1–7. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2023-080065>
- IbarraEstrada, M., Kattan, E., AguileraGonzález, P., SandovalPlascencia, L., RicoJauregui, U., GómezPartida, C., A., OrtizMacías, I., X., LópezPulgarín, J., A., ChávezPeña, Q., MijangosMéndez, J., C., I AguirreAvalos, G., & Hernández, G. (2023). Early adjunctive methylene blue in patients with septic shock: a randomized controlled trial. *Critical care*, 27(110), 1–10. <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-023-04397-7>
- Jerenec, K., Markota, A., & Ferk, P. (2017). Uporaba metilenskega modrila v zdravljenju septičnega šoka. *Farmacevtski vestnik*, 68(1), 25–31. <https://www.sfd.si/wp-content/uploads/sfd/datoteke/jerenec.pdf>
- Jia, J., Ji, J., & Liu, Z. (2024). Efficacy of methylene blue in refractory septic shock: study protocol for a multicenter, randomized, placebo-controlled trial. *Trials*, 25(639), 1–9. <https://trialsjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13063-024-08439-5>
- Luis-Silva, F., Meneguetti, M., G., Sepeda, CdR., Petroski-Moraes, B., C., Sato, L., Peres, L., M., Becari, C., Basile-Filho, A., Evora, P., R., B., Martins-Filho, O., A., & Auxiliadora-Martins, M. (2022). Effect of methylene blue on hemodynamic and metabolic response in septic shock patients. *Medicine*, 101(3), 1–5. https://journals.lww.com/md-journal/fulltext/2022/01210/effect_of_methylene_blue_on_hemodynamic_and.35.aspx

Luis-Silva, F., Menegueti, M.,G., Peres, L.,M., Sepeda, CdR., Jordani, M.,C., Mestriner, F., Petroski-Moraes, B.,C., Brito-de-Sousa, J.,P., Costa-Rocha, I.,A., Cruz, B.,L., Donadel, M.,D., de Souza, F.,B., Reis, G.,H.,M., Bellissimo-Rodrigues, F., Basile-Filho, A., Becari, C., Evora, P.,R.,B., Martins-Filho, O.,A., & Auxiliadora-Martins, M. (2024). Methylene blue therapy in addition to standard treatment for acute-phase septic shock: a pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Medicine*, 11(1), 1–10. <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2024.1431321/full>

Puntillo, F., Giglio, M., Pasqualucci, A., Brienza, N., Paladini, A., & Varrassi, G. (2020). Vasopressor-Sparing Action of Methylene Blue in Severe Sepsis and Shock: A Narrative Review. *Advances in therapy*, 37(9), 3692–3706. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7444404/>

Vincent, J-L., & De Backer, D. (2013). Circulatory shock. *The New England Journal of Medicine*, 369(18), 1726–1734. <https://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJMr1208943>

Zhao, C-C., Zhai, Y-J., Hu, Z-J., Huo, Y., Li, Z-Q., & Zhu, G-J. (2022). Efficacy and safety of methylene blue in patients with vasodilatory shock: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Medicine*, 26(9), 1–10. <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2022.950596/full>

OBSTRUKTIVNI ŠOK - TAMPONADA SRCA PO SRČNI OPERACIJI**Obstructive shock - Cardiac tamponade after cardiac surgery****Pina Tratar, dipl. m. s.**

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja, Oddelek intenzivne terapije

pina.tratar@kclj.si**Barbara Grbec, dipl. m. s.**

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za kirurgijo srca in ožilja, Oddelek intenzivne terapije

barbara.grbec@kclj.si**IZVLEČEK**

Tamponada srca je življenje ogrožajoče stanje, pri katerem kopičenje perikardialne tekočine, krvi, gnoja ali zraka v perikardu začne pomembno ovirati polnitev srca. Povečanje hidrostatskega tlaka v perikardu lahko postane dovolj resno, da ogrozi normalno diastolično in sistolično funkcijo srca in vodi v hemodinamsko poslabšanje, obstruktivni šok, srčni zastoj in nazadnje tudi v smrt. Vzroki za tamponado srca so lahko vnetnega, malignega, travmatskega in infektivnega izvora. V okolju kardiovaskularne intenzivne terapije so tamponade srca posledica operacije srčnih zaklopk, revaskularizacij miokarda, iatrogene perforacije srčnih votlin pri invazivnih posegih in disekciji aorte. Tamponada srca je zaplet, ki ogroža pacientovo življenje, zato je pomembno hitro ukrepanje in zdravljenje. V tipični klinični sliki pacienta s tamponado srca izstopajo hemodinamska nestabilnost, tahikardija, hipotenzija, povišan osrednji venski tlak, vedno večja potreba po inotropni in vazoaktivni podpori in anurija. Diagnoza se postavi na podlagi kliničnih znakov in potrdi z ultrazvokom srca. Za prepoznavanje tamponade srca in čimprejšnje pravilno ukrepanje so potrebni znanje in izkušnje članov zdravstvenega tima ter brezhrebno timsko sodelovanje, ki pripomore k uspešnemu in hitremu reševanju tamponade srca. Pravilen in hiter odziv medicinske sestre na hemodinamsko stanje pacienta je ključnega pomena. Timsko delo v enoti intenzivne terapije pripomore k hitremu in učinkovitemu razreševanju zapletov, ki nastanejo zaradi grozeče tamponade srca.

Ključne besede: obstruktivni šok, tamponada srca, zapleti po srčni operaciji**ABSTRACT**

Cardiac tamponade is a critical medical condition characterized by the accumulation of pericardial fluid, blood, pus, or air within the pericardial space, significantly hindering the heart's filling capacity. An elevation in hydrostatic pressure within the pericardium can affect both diastolic and systolic cardiac function, potentially resulting in hemodynamic instability, obstructive shock, cardiac arrest, and, ultimately, death. The etiologies of cardiac tamponade may include inflammatory, malignant, traumatic, and infectious factors. In the context of the cardiac intensive care, common causes include complications arising from heart valve surgery, iatrogenic cardiac perforation during invasive procedures, and aortic dissection. Given the life-threatening nature of cardiac tamponade, prompt

recognition and intervention are imperative. Clinically, patients typically present with hemodynamic instability, tachycardia, hypotension, elevated central venous pressure, increased inotropic and vasoactive support requirements, and anuria. Diagnosis is established based on clinical manifestations and confirmed through echocardiography. Effective recognition of cardiac tamponade and timely intervention necessitates the expertise and collaboration of the medical team, which is essential for the swift and successful management of this condition. A timely and appropriate response from nursing staff regarding the patient's hemodynamic status is critical. Collaborative teamwork is vital for efficiently managing complications associated with impending cardiac tamponade.

Keywords: obstructive shock, cardiac tamponade, cardiac surgery complications

UVOD

Pacienti po operaciji srca so sprejeti v enoto intenzivne terapije (EIT), kjer je cilj stabilizacija pacientovega hemodinamskega stanja in obvladovanje morebitnih pooperativnih zapletov, ki zahtevajo pravočasno oziroma čimprejšnje ukrepanje. Med najbolj nujna stanja v intenzivni terapiji kirurgije srca spada tamponada srca. Medicinska sestra ima ključno vlogo pri spremljanju pooperativnega stanja pacienta po operaciji srca. Prispevek opisuje osnovne mehanizme in vzroke nastanka srčne tamponade, načine prepoznavanja, diagnosticiranja srčne tamponade in konkretne aktivnosti medicinskih sester ob pacientu v EIT po operaciji srca.

OPREDELITEV OBSTRUKTIVNEGA ŠOKA

Obstruktivni šok predstavlja življenjsko nevarno patološko stanje in je posledica motenega polnjenja desnega srca, kar se lahko zgodi zaradi povečanja intratorakalnega tlaka ali tlaka okoli desnega dela srca, kar moti vtok krvi v desno srce in posledično v levi ventrikel (Walls et al., 2018, as cited in Bjelčević & Slovenc Kastrin, 2023). To vodi do nezadostne oskrbe tkiv s kisikom, slabe perfuzije in odpovedi več organov (Hall et al., 2024). Najpogostejši vzroki obstruktivnega šoka so pljučna embolija, pnevmotoraks, patologija srčnih zaklopk in srčna tamponada (Zotzmann et al., 2022). Obstruktivni šok is characterized by reduction in cardiac output due to noncardiac diseases. The most recognized causes include pulmonary embolism, tension pneumothorax, pericardial tamponade and aortic dissection. Since obstructive shock typically cannot be stabilized unless cause for shock is resolved, diagnosis of the underlying disease is eminent. In this review, we therefore focus on diagnosis of obstructive shock and suggest a structured approach in three steps including clinical examination, ultrasound examination using the rapid ultrasound in shock (RUSH). Tamponada srca je življenjsko ogrožajoče stanje, pri katerem se kri ali tekočina nabira v perikardu, kar pomembno ovira polnjenje srca in povzroča hemodinamsko nestabilnost. Povečanje intraperikardialnega tlaka vodi do zmanjšanega venskega povratka, ventrikularnega polnjenja in zmanjšanega srčnega volumna, kar omejuje diastolično polnjenje prekatov. Kompenzatorni mehanizmi povzročijo tahikardijo in povečano krčljivost miokarda. Če se stanje ne razreši pravočasno, kompenzatorni mehanizmi ne morejo več vzdrževati normalnega sistemskega arterijskega tlaka, kar vodi do obstruktivnega šoka z visokim polnilnim tlakom (Chu & Yee, 2020; Čerček et al., 2020; Sharma & Waymack, 2023). Diagnoza tamponade srca zahteva takojšnje prepoznavanje ter zdravljenje, da se preprečita kardiovaskularni kolaps in srčni zastoj (Stashko et al., 2025).

Perikard oziroma osrčnik je razmeroma trda ovojnica srca, zato hitrost kopičenja perikardialne tekočine postane kritična pri določanju časovnega poteka srčne tamponade. V literaturi so opisane

štiri oblike tamponade srca, ki se razlikujejo glede na nastanek: akutna, subakutna, tamponada srca zaradi nizkega krvnega tlaka in regionalna tamponada srca (Khandaker et al., 2010):

- Akutna tamponada se pojavi, ko se v perikardu hitro nabere od 200–300 ml tekočine, kar povzroči nenadno povečanje intraperikardialnega tlaka do 20–30 mmHg (Imazio & De Ferrari, 2021) usually producing signs and symptoms of cardiac arrest, if untreated. The main causes of cardiac tamponade include percutaneous cardiac interventions, malignancies, infectious/inflammatory causes, mechanical complications of myocardial infarction and aortic dissection. The diagnosis of cardiac tamponade is a clinical diagnosis based on a suggestive history and clinical presentation with worsening dyspnoea, distended jugular veins, muffled heart sounds and pulsus paradoxus, and should be confirmed by echocardiography. Cardiac tamponade is a life-threatening syndrome that requires urgent treatment by pericardiocentesis. Pericardiocentesis is an interventional technique to drain pericardial fluid by a percutaneous route. The standard technique for pericardiocentesis is guided by echocardiography or fluoroscopy under local anaesthesia. Pericardiocentesis should be performed by experienced operators and carries a variable risk of complications, mainly cardiac chamber puncture, arrhythmias (ventricular arrhythmias suggest puncture of the ventricle).
- Subakutna tamponada srca se razvija počasneje, pacienti zaradi postopnega povečevanja intraperikardialnega tlaka dlje časa ostajajo brez simptomov. Počasi kopičena perikardialna tekočina lahko omogoči zbiranje velikega izliva (do 1 ali 2 litra) v nekaj dneh do nekaj tednov, preden znatno povečanje perikardnega tlaka povzroči simptome in znake (kronična srčna tamponada) (Hardin & Kaplow, 2020).
- Tamponada srca zaradi nizkega krvnega tlaka se pogosto pojavi pri hipovolemičnih pacientih, kar je lahko posledica travmatskih krvavitev, hemodialize, ultrafiltracij ali obsežnih diurez. Klinična slika te oblike ni tako izrazita (Khandaker et al., 2010).
- Regionalna tamponada srca prizadene specifične votline srca, na katere lokalno pritiska hematom ali locirana odvečna tekočina. Hemodinamski znaki so pogosto odsotni, kar otežuje ultrazvočno diagnostiko. Ta oblika se najpogosteje pojavlja po perikardiotomiji in srčnem infarktu (Khandaker et al., 2010).

VZROKI TAMPONADE SRCA

Tamponada srca nastane zaradi kopičenja perikardne tekočine (eksudat, transudat ali kri), ki se lahko nabira iz različnih razlogov. Vzroki za srčno tamponado so številni, saj je to možen zaplet pri različnih boleznih perikarda, vključno z infekcijskimi, vnetnimi, travmatskimi in malignimi etiologijami (Chu & Yee, 2020). Glavni vzroki tamponade srca so strelne ali vbodne rane, tope poškodbe prsnega koša (npr. avtomobilske nesreče), razširitev rakave bolezni (pljuča, dojke) v perikard, sistemske bolezni veziva (npr. sistemski lupus eritematosus), obsevanje prsnega koša, hipotiroidizem, perikarditis, ruptura začetne aorte zaradi anevrizme ali disekcije, iatrogene perforacije srčnih votlin pri invazivnih posegih (katetrizacija srca, perkutane implantacije aortne zaklopke, uvajanje elektrod srčnega spodbujevalnika, radiofrekvenčne ablacije motenj srčnega ritma, uvajanje centralnih venskih katetrov in perkutane koronarne intervencije), bolezni srca (ruptura proste stene levega prekata pri akutnem srčnem infarktu, kongestivno srčno popuščanje in anevrizma koronarke) in srčne operacije (Čerček et al., 2020; Mazi, 2014). Pri pacientih z akutno disekcijo aorte tipa A pa so Nakai et al. (2020) "ISSN": "15526259", "PMID": "32151579", "abstract": "Background: Cardiac tamponade with acute aortic dissection type A can cause fatal outcomes. We previously reported excellent outcomes using percutaneous pericardial drainage with controlled volumes of aspirated pericardial effusion (controlled pericardial drainage [CPD] o tamponadi srca poročali v 76 od 308 primerov (24,7 %). Tamponada srca po srčni operaciji je potencialno smrtni zaplet in vzrok kirurške

ponovne intervencije v 0,1 % do 6 % primerov. Hemodinamsko pomemben perikardialni izliv po srčni operaciji je potencialno življenjsko nevarno stanje, ki zahteva hitro diagnozo in zdravljenje (Leiva et al., 2018)“ISSN“:“09745181“,“PMID“:“29652277“,“abstract“:“Context: Cardiac tamponade (CT.

PREPOZNAVANJE TAMPONADE SRCA

Za učinkovito in pravočasno prepoznavanje kliničnih znakov tamponade srca in ustrezno ukrepanje so ključni znanje, izkušnje, strokovna usposobljenost in kompetentnost članov zdravstvenega tima ter brezhibno timsko sodelovanje, kar omogoča hitro in uspešno reševanje te kritične situacije (Mazi, 2014).

Klinične znake tamponade srca je prvič opisal torakalni kirurg Claude Beck leta 1935, ko je identificiral triado simptomov: hipotenzijo (sistolni pritisk < 90 mmHg), povečanje jugularnega venskega tlaka in tihe srčne tone. Ta triada je klasično prepoznana pri akutni kirurški tamponadi zaradi hitre intraperikardialne krvavitve, medtem ko pri subakutni tamponadi morda ni tako izrazita (Royal Cornwall Hospitals NHS Trust, 2023). Pri fizičnem pregledu so klasični znaki srčne tamponade raztezanje vratne vene, paradoksn pulz (pulsus paradoxus) in zmanjšani srčni zvoki. Paradoksn pulz, ki ga je prvič opisal Kussmaul leta 1873, se pojavi kot otipljivo zmanjšanje radialnega pulza pri vdihavanju pacienta s srčno tamponado (Imazio & De Ferrari, 2021) usually producing signs and symptoms of cardiac arrest, if untreated. The main causes of cardiac tamponade include percutaneous cardiac interventions, malignancies, infectious/inflammatory causes, mechanical complications of myocardial infarction and aortic dissection. The diagnosis of cardiac tamponade is a clinical diagnosis based on a suggestive history and clinical presentation with worsening dyspnoea, distended jugular veins, muffled heart sounds and pulsus paradoxus, and should be confirmed by echocardiography. Cardiac tamponade is a life-threatening syndrome that requires urgent treatment by pericardiocentesis. Pericardiocentesis is an interventional technique to drain pericardial fluid by a percutaneous route. The standard technique for pericardiocentesis is guided by echocardiography or fluoroscopy under local anaesthesia. Pericardiocentesis should be performed by experienced operators and carries a variable risk of complications, mainly cardiac chamber puncture, arrhythmias (ventricular arrhythmias suggest puncture of the ventricle. Izraženost kliničnih in hemodinamičnih sprememb je odvisna od hitrosti nabiranja tekočine v perikardu, elastičnosti perikarda in polnilnih tlakov srčnih votlin (Čerček et al., 2020). Pacienti s tamponado srca so lahko klinično zelo podobni pacientom z drugimi oblikami kardiogenega ali obstruktivnega šoka z nespecifičnimi znaki, kar lahko vodi do zamujenih diagnoz in slabih izidov za paciente (Chu & Yee, 2020; Sharma & Waymack, 2023; Stashko et al., 2025).

PREPOZNAVANJE TAMPONADE SRCA PO SRČNI OPERACIJI V ENOTI INTENZIVNE TERAPIJE

Pacienti po operaciji srca so sprejeti v EIT za nadaljnji hemodinamski nadzor in obvladovanje morebitnih pooperativnih zapletov zaradi osnovne srčne bolezni, anestezije, krvavitve in manipulacij s srcem (Mušič, 2022). Stanje pacientov po srčnih operacijah zahteva natančno zbiranje in beleženje hemodinamskih, kliničnih in laboratorijskih podatkov ter kritično interpretacijo teh podatkov v celotnem kliničnem kontekstu.

Ob sprejemu pacienta v EIT kirurgije srca in ožilja je medicinska sestra odgovorna za:

- priklop pacienta na monitor – hemodinamski nadzor (EKG, invazivno in neinvazivno merjenje krvnega tlaka, merjenje centralnega venskega tlaka (CVP), merjenje pljučnega arterijskega tlaka (PAP), spremljanje sedacije (BIS) in prekrvavitve perifernih tkiv (NIRS), merjenje telesne temperature;

- začetna ocena dihanja vključuje dokumentiranje globine endotrahealnega tubusa in nastavitve ventilatorja, opazovanje mehanike dihanja;
- izvedbo izhodiščnega rentgenskega slikanja prsnega koša za preverjanje namestitve endotrahealnega tubusa, žilnih katetrov, žic in/ali drugih naprav, ki so bile vstavljene v operacijski dvorani med posegom, preverjanje velikosti srčne sence, stanja pljuč;
- priklop torakalnih drenov (retrosternalni, plevralni) na stenski vlek (- 20 cm H₂O), ki je izrednega pomena pri preprečevanju akutne tamponade srca, skrb za pretok, da se dreni ne zamašijo, opazovanje izločka po drenih, npr. prisotnost koagulov, opazovanje barve in predvsem količine in dinamike iztoka drenažne vsebine, pomembno je molzenje drenov, da se le-ti ne zamašijo (Hardin & Kaplow, 2020).

V nadaljevanju pacientovega bivanja v EIT medicinska sestra sodeluje:

- elektrokardiogram (EKG): stalno spremljanje je ključno za odkrivanje nepravilnosti v EKG po operaciji srca zaradi miokardne ishemije, pogoste so supraventrikularne aritmije, bradikardije in tahikardije, pozorni smo na morebitni pojav paradoksnega pulza,
- neprekinjeno invazivno merjenje arterijskega krvnega tlaka: hemodinamska nestabilnost je pogosta v zgodnjem pooperativnem obdobju, ventrikularna in žilna disfunkcija sta povsod prisotni po srčni operaciji in mnogi pacienti potrebujejo inotropno (noradrenalin, dobutamin) ali vazopresorsko (noradrenalin, vazopresin) podporo;
- odvzem krvnih vzorcev za krvne preiskave po naročilu zdravnika in plinske analize arterijske krvi pogosteje, hitro imamo izvid, kar omogoča boljše obvladovanje pacientovega stanja;
- fizični pregled pacienta: ocena perfuzije tkiv (jakost perifernih pulzov) ter spremljanje telesne temperature, temperature kože, barve in kapilarno ponovno polnjenje, oceni stanja kože (bleda, hladna);
- merjenje osrednjega venskega tlaka (CVP): pri tamponadi srca je CVP običajno zvišan, meritev mora biti izvedena pravilno, sistem mora biti umerjen in z nično točko poravnan v višini desnega atrija pacienta, da je meritev pravilna;
- nadzor in oskrba osrednjega venskega katetra: nadzor in oskrba, nujen za dajanje vazoaktivnih in drugih pomembnih zdravil, omogoča merjenje CVP;
- tekočinska bilanca: spremljanje vnosa in iznosa tekočin, znak tamponade srca je tudi anurija, saj pride do zmanjšane perfuzije ledvic in posledično je urina malo ali ga ni;
- rentgenska slika prsnega koša: običajno takoj ob sprejemu v EIT v primeru suma na tamponado srca ali kateri drugi zaplet (pnevmotoraks, hematotoraks ipd.) ponovno slikanje, na sliki je lahko vidno povečano srce oziroma povečana srčna senca;
- pooperativna krvavitev: nadzor in ocena izločka po torakalnih drenih, spremlja se količina, barva, viskoznost drenaže (prisotnost koagulov), skrb za prehodnost drenov (molzenje, masiranje, tapkanje drenov), priklop drenov na vlek, sum na kopičenje perikardne tekočine je upravičen, kadar se iztekanje drenaže nenadoma ustavi ali zelo zmanjša;
- dvignjeno vzglavje pod kotom 30 stopinj preventivno za boljše iztekanje drenaže (Hardin & Kaplow, 2020; Stephens & Whitman, 2015a, 2015b).

Krvavitev in tamponada srca sta znana zapleta po srčni operaciji. Med srčno operacijo kirurgi običajno vstopijo v perikard, ki ga pred zaprtjem prsnega koša ne zašijejo nazaj. Kri se ne nabira v osrčniku, pač pa v plevralnem prostoru. Za obvladovanje pooperativnih krvavitev v plevralni prostor ali retrosternalno postavijo drenažne cevi (drene). Akutna tamponada je običajno posledica vztrajne mediastinalne krvavitve, ki ne izteka po torakalnih drenih. Kri in strdki se kopičijo v mediastinalnem prostoru in poslabšajo ventrikularno polnjenje (Hardin & Kaplow, 2020).

Na tamponado srca pomislimo, kadar je pacient hemodinamsko nestabilen, hipotenziven, tahikarden, moramo višati inotropno in vazoaktivno podporo, poviša se osrednji venski tlak ter pacient postaja anuričen. Pri budnem pacientu lahko opazimo spremenjeno psihično stanje (zmedenost, strah), večjo frekvenco dihanja in spremembe v izgledu (bleda, potna koža). Delo medicinske sestre v EIT kirurgije srca in ožilja je načrtovano in organizirano tako, da medicinski sestre omogoča hitro in učinkovito ukrepanje v izrednih situacijah. Pridobiti je treba natančne podatke in jih povezati z informacijami, pridobljenimi z oceno pacientovega kliničnega stanja, ter uporabiti klinično presojo za izbiro najboljših posegov za optimizacijo pacientovega stanja (Hardin & Kaplow, 2020; Mušič, 2022).

DIAGNOSTIKA TAMPONADE SRCA

Diagnoza tamponade srca se postavi na podlagi anamneze in fizičnega pregleda pacienta (Stashko et al., 2025). Ključna ocena klinične slike pri pacientu s sumom na tamponado srca vključuje dodatne preiskave:

- EKG lahko pokaže zmanjšano voltažo v vseh odvodih, kar je posledica dušenja električnega signala miokarda s perikardno tekočino ter električni alternans, ki nastane zaradi nihanja srca v perikardni tekočini.
- Rentgenska slika pljuč in srca lahko pokaže spremenjeno obliko in velikost srca, zlasti pri počasi razvijajoči se tamponadi. Rentgenska slika ni značilna za akutno tamponado srca, saj mora biti v perikardu najmanj 200 ml tekočine, da se na rentgenski sliki opazi spremenjena srčna senca, ta pa že lahko življenjsko ogroža pacienta (Kranjc et al., 2014, as cited in Mazi, 2014).
- CT in MRI sta manj uporabni preiskavi zaradi omejene dostopnosti in trajanja preiskave.
- Transtorakalni ultrazvok srca oziroma ehokardiografija je ključna preiskava, ki omogoča hitro oceno velikosti in lokacijo perikardnega izliva ter njegovih hemodinamičnih posledic. Na UZ se prikaže zgostitev zaradi svežih koagulov v osrčniku in lokalizirano vtiskanje ene ali več srčnih votlin, nihanje srca, zgodnji diastolični kolaps desnega prekata, pozni diastolični kolaps desnega atrija in nenormalno gibanje septuma (Čerček et al., 2020; Mušič, 2022).

Diagnozo tamponade srca v kardiovaskularni EIT postavi anesteziolog na podlagi kliničnih znakov in potrdi z ehokardiografijo. Za pravilno diagnozo mora anesteziolog videti perikardialni izliv in prisotni morajo biti tudi znaki motene polnitve desnega preddvora ali prekata. Zaradi slabe preglednosti se v EIT, ko so pacienti še intubirani, odločajo za transezofagealni ultrazvok (TEE), ker je preglednost boljša. Klinična in UZ slika pooperativne tamponade sta lahko neznačilni, saj so tipični znaki prikriti s pridružno hipovolemijo, pogosta pa je tudi lokalizirana tamponada z vtiskanjem samo ene od srčnih votlin (Mušič, 2022).

ZDRAVLJENJE TAMPONADE SRCA

Pri pacientih z izrazito klinično sliko in hemodinamično nestabilnostjo je potrebno takojšnje perkutano (perikardiocenteza) ali kirurško dreniranje perikardne tekočine (Ristić et al, 2014; as cited in Čerček et al., 2020). V zgodnjem obdobju po srčni operaciji je zdravljenje kirurško, saj je poleg evakuacije hematoma potrebna tudi kirurška hemostaza, ki vključuje tudi odstranitev koagulov (Mušič, 2022). Zdravljenje srčne tamponade vključuje odstranitev perikardne tekočine, kar pomaga razbremeniti pritisk okoli srca in izboljša hemodinamiko (Imazio & De Ferrari, 2021). Do kirurške razrešitve tamponade se vzdržuje primeren minutni volumen srca s tekočinami in vazokonstriktori, npr. z noradrenalinom. V primeru bradikardije se srčna frekvenca viša z začasnim srčnim spodbujevalcem

(Šoštarič & Jenko, 2023). Tamponada srca po operaciji srca je resen zaplet, ki ima ob hitrem ukrepanju dobro prognozo, a je lahko potrebna daljša hospitalizacija v EIT, dokler se funkcija vitalnih organov ne stabilizira (Mušič, 2022).

DISKUSIJA

V EIT obstaja možnost za veliko nepričakovanih zapletov, ki so lahko velik izziv za celotni zdravstveni tim. Odziv medicinske sestre, ki je vseskozi ob pacientu, je ključnega pomena. Medicinska sestra v EIT mora imeti veliko znanja in izkušenj pri preprečevanju in prepoznavanju srčne tamponade po operaciji srca.

Pri preprečevanju tamponade srca po srčni operaciji so izrednega pomena preventivne aktivnosti medicinske sestre ob pacientu. Izjemnega pomena je že od sprejema v enoto natančnost pri priklopu drenaže na vlek, nenehno spremljanje drenov in drenaž, opozarjanje zdravnika o odstopanjih količine drenaž, predvsem v prvih nekaj urah po sprejemu kot tudi do odstranitve torakalnih drenov. Medicinska sestra ima ključno vlogo pri spremljanju pooperativnega stanja pacienta po srčnih kirurških posegih. Medicinska sestra je ves čas ob pacientu, stalno spremlja hemodinamske spremembe, spremembe pacientovega videza in opozarja zdravnika o morebitnih odstopanjih v pacientovem stanju.

Medicinska sestra mora pridobiti točne podatke o stanju pacienta, jih kritično oceniti in vključiti v spremljanje podatkov z informacijami, pridobljenimi z ocenjevanjem pacientovega kliničnega stanja, ter uporabiti klinično presojo za izbiro najboljših posegov za optimizacijo njegovega stanja. Znanje in predvsem izkušnje medicinski sestre omogočajo pravočasno prepoznavanje in ukrepanje, pozornost na spremembe v videzu pacienta, spremembe vitalnih znakov ter pri videzu in količini drenaž. Invazivni monitoring vitalnih znakov pacienta dopolnjuje in ne nadomešča izkušenj in opazovanj medicinske sestre ob pacientu v EIT.

Pri medicinski sestra je izrednega pomena zbrano in natančno izvajanje aktivnosti zdravstvene nege, saj le-to omogoča prepoznavanje, opazovanje, opozarjanje, ukrepanje v primeru suma na tamponado srca pri pacientu po operaciji srca.

ZAKLJUČEK

Tamponada srca je zaplet, ki ogroža pacientovo življenje, zato je pomembno hitro prepoznavanje ter takojšnje ukrepanje in zdravljenje. Izredna stanja, ki niso tako pogosta, je dobro predvideti in biti nanje pripravljen. Usklajeno timsko delo pripomore k hitremu in učinkovitemu razreševanju zapletov, ki nastanejo zaradi grozeče tamponade srca (Mazi, 2014). Pomembno je, da je delo zdravstvenega tima načrtovano in organizirano, da vsak član pozna svoje naloge in se lahko hitro in učinkovito odzove na poslabšanje stanja pacienta (Hardin & Kaplow, 2020). Medicinske sestre igrajo ključno vlogo pri spremljanju pooperativnega hemodinamskega stanja pacientov po srčnem kirurškem posegu, je prva ob pacientu in mora dobro poznati njegovo zdravstveno stanje, prepoznati morebitno poslabšanje in hitro ter pravilno ukrepati, kar zahteva obsežno in specialno strokovno znanje. Medicinska sestra mora imeti visoko stopnjo kritične presoje in kompetenc ter uporabljati natančne informacije in dokaze, ki temeljijo na strokovnih smernicah. Tamponada srca predstavlja resen zaplet zdravljenja za pacienta, zato je nujno, da medicinska sestra pozna znake in simptome te bolezni in ustrezno ukrepa že ob zaznavi prvih znakov.

LITERATURA

- Bjelčević, M., & Slovinc Kastrin, S. (2023). Šokovna stanja pri poškodovancu. In U. Mesec & T. Germ (Eds.), *Oskrba poškodovancev v zunajbolnišnični NMP* (pp. 33–42). <https://zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/Oskrba-poškodovancev-v-zunajbolnisnici-nujni-medicinski-pomoci.pdf>
- Chu, A., & Yee, J. (2020). *SIMULATION Cardiac Tamponade*. <https://doi.org/10.21980/J81D1D>
- Čerček, A. Č., Berden, P., Čerček, M., & Šinkovec, M. (2020). Recommendations for the management of pericardial diseases. *Zdravniški Vestnik*, 89(9–10), 552–582. <https://doi.org/10.6016/ZdravVestn.3027>
- Hall, E. J., Papolos, A. I., Miller, P. E., Barnett, C. F., & Kenigsberg, B. B. (2024). Management of Post-cardiotomy Shock. *US Cardiology Review*, Vol. 18. <https://doi.org/10.15420/usc.2024.16>
- Hardin, S. R., & Kaplow, R. (2020). *Cardiac surgery essentials for critical care nursing*. Jones and Bartlett Publishers. <https://nurse-station.ir/wp-content/uploads/2023/03/Cardiac-Surgery-Essentials-for-Critical-Care-Nursing-3rd-edition.pdf>
- Imazio, M., & De Ferrari, G. M. (2021). Cardiac tamponade: An educational review. *European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care*, 10(1), 102–109. <https://doi.org/10.1177/2048872620939341>
- Khandaker M.H., Espinosa R.E., Nishimura R.A., Sinak L.J., Hayes S.N., Melduni R.M. & Oh J.K. (2010). Pericardial disease: diagnosis and management. *Mayo Clin Proc.* 85(6), 572-93. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC2878263/>
- Leiva, E. H., Carreño, M., Bucheli, F. R., Bonfanti, A. C., Umaña, J. P., & Dennis, R. J. (2018). Factors associated with delayed cardiac tamponade after cardiac surgery. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 21(2), 158–164. https://doi.org/10.4103/aca.ACA_147_17
- Mazi, M. (2014). Bolnik s tamponado srca. In Ž. Tanja & A. Kvas (Eds.), *Urgentna stanja v kardiologiji in angiologiji: zbornik prispevkov z recenzijo* (Vol. 25, pp. 19–28). Zreče. <https://zbornica-zveza.si/wp-content/uploads/Urgentna-stanja-v-kardiologiji-in-angiologiji.pdf>
- Mušič, Š. (2022). Pooperativno intenzivno zdravljenje po srčnih operacijah. In P. Gradišek (Ed.), *Šola intenzivne medicine 2022: 2.letnik: endokrinologija, motnje koagulacije, bolezni srca, bolezni dihal: učbenik* (pp. 135–140). <https://www.szim.si/wp-content/uploads/2023/02/Zbornik-2-letnik-2022.pdf>
- Nakai, C., Izumi, S., Haraguchi, T., Okada, Y., Ijuin, S., Nakayama, S., & Tsukube, T. (2020). Long-term Outcomes After Controlled Pericardial Drainage for Acute Type A Aortic Dissection. *Annals of Thoracic Surgery*, 110(4), 1357–1363. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2020.01.078>
- Royal Cornwall Hospitals NHS Trust. (2023). *Cardiac tamponade management clinical guideline V2.0*. <https://doclibrary-rcht.cornwall.nhs.uk/DocumentsLibrary/RoyalCornwallHospitalsTrust/Clinical/Cardiology/CardiacTamponadeManagementClinicalGuideline.pdf>
- Sharma, N. K., & Waymack, J. R. (2023). Acute cardiac tamponade. *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534806/?report=printable>
- Stashko, E., Meer, J. M., & Danitsch, D. (2025). Cardiac Tamponade (Nursing). *StatPearls*. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK568727/?report=printable>
- Stephens, R. S., & Whitman, G. J. R. (2015a). Postoperative Critical Care of the Adult Cardiac Surgical Patient: Part II: Procedure-Specific Considerations, Management of Complications, and Quality Improvement. *Critical Care Medicine*, 43(9), 1995–2014. https://www.ttuhscc.edu/medicine/odessa/internal/documents/ttim-manual/PostopCardiac_Surgery_Part2.pdf
- Stephens, R. S., & Whitman, G. J. R. (2015b). Postoperative critical care of the adult cardiac surgical patient. Part I: Routine postoperative care. *Critical Care Medicine*, Vol. 43, pp. 1477–1497. https://www.ttuhscc.edu/medicine/odessa/internal/documents/ttim-manual/PostopCardiac_Surgery_Part1.pdf
- Šoštarich, M., & Jenko, M. (2023). Pooperativno zdravljenje in zapleti po srčnih operacijah. In M. Šoštarich, G. Taleska Štupica, & M. Zdravkovič (Eds.), *Kardiorakalna anestezija* (pp. 33–48). <https://www.szaim.org/wp-content/uploads/2021/03/Modul6-ucbenik.pdf>
- Zotzmann, V., Rottmann, F. A., Müller-Pelzer, K., Bode, C., Wengenmayer, T., & Staudacher, D. L. (2022). Obstructive Shock, from Diagnosis to Treatment. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 23(7). <https://article.imrpress.com/journal/RCM/23/7/10.31083/j.rcm2307248/442fd8a2219faebd1841cbca7377d219.pdf>

OBSTRUKCIJSKI ŠOK – MAŠČOBNA EMBOLIJA**Obstructive shock – Fat embolism****Doroteja Trobec, dipl. m. s.,**

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

doroteja.trobec@kclj.si**Sandra Vilhar Pranjić, dipl. m. s.**

Univerzitetni klinični center Ljubljana

Klinični oddelek za anesteziologijo in intenzivno terapijo operativnih strok

sandra.vilhar@kclj.si**IZVLEČEK**

Maščobna embolija pomeni prisotnost maščobnih kapljic v krvnem obtoku in je resen zaplet, ki nastane najpogosteje po zlomu dolgih kosti ali politravmi. Vodi lahko v obstruktivski šok in v akutno dihalno odpoved ter sindrom akutne dihalne stiske. Navadno se pojavi v 48 urah po poškodbi. Incidenca pri zlomu dolgih kosti ali politravmi je 1–10 %. Zdravi se podporno ter v večini primerov omogoči popolno okrevanje. Predstavljena je patofiziologija maščobne embolije, kako se prepozna in zdravi ter vloga medicinskih sester, ki je ključnega pomena pri zaznavanju začetnih znakov maščobne embolije in obstruktivskega šoka pri spremljanju hemodinamskega statusa pacienta ter pri izvajanju intervencij v multidisciplinarnem timu. Zgodnje prepoznavanje in ukrepanje je zelo pomembno za optimalen izid zdravljenja.

Ključne besede: zlom dolgih kosti, hemodinamska nestabilnost, dihalna odpoved, vloga medicinske sestre

ABSTRACT

Fat embolism is the presence of fat particles in the blood stream and is a serious complication, most commonly occurring after long bone fracture or polytrauma. It can lead to obstructive shock, acute respiratory failure and acute respiratory distress syndrome. It can occur in 48 hours after injury. Incidence with long bone fracture or polytrauma is 1-10 %. The treatment is supportive, and often leads to full recovery. The pathophysiology of fat embolism is presented, as well as how it is recognized and treated, the role of nurse is also included, because it is of crucial importance for recognizing early signs of fat embolism and obstructive shock, for monitoring haemodynamic status of patients and for providing interventions in a multidisciplinary team. Early recognition and treatment are very important for an optimal patient outcome.

Keywords: long bone fracture, haemodynamic instability, respiratory failure, role of nurse

UVOD

Maščobna embolija in sindrom maščobne embolije sta kompleksni in resni stanji, ki lahko vodita v obstruktivski šok, to pa je življenjsko nevarno stanje, povzročeno z mehansko obstrukcijo krvnega toka. Maščobna embolija pomeni prisotnost maščobnih kapljic v krvnem obtoku, ki najpogosteje nastane po zlomu dolgih kosti ali politravmi, tudi po ortopedskih operacijah (Bell & Prignitz Sluys, 2023; Bentaleb et al., 2024; Momii et al., 2021). Če se ti maščobni delci pojavijo v pljučnih žilah, lahko privedejo do akutne dihalne odpovedi ter sindroma akutne dihalne stiske, hemodinamske nestabilnosti in multiorganske odpovedi in smrti. Navadno se maščobna embolija pojavi v 48 urah po poškodbi. Incidenca pri zlomu dolgih kosti ali politravmi je 1–10 %, mortaliteta pa je 10–20 % (Fukumoto & Fukumoto, 2018; He et al., 2021; Šuštar & Kristan, 2023). Maščobna embolija je bolj pogosta pri pacientih, mlajših od 40 let, vendar imajo nižjo stopnjo umrljivosti kot starejši pacienti. Najbolj tvegani za maščobno embolijo so pacienti po 65. letu z zlomom vratu stegenice (Tsai et al., 2022).

V članku je predstavljena patofiziologija, klinična slika in diagnostika, zdravljenje in vloga medicinskih sester pri obvladovanju maščobne embolije.

PATOFIZIOLOGIJA

Patofiziologijo maščobne embolije in njeno stopnjevanje do obstruktivskega šoka skuša pojasniti več hipotez, prevladujoči dve sta mehanska in biokemična hipoteza. Biokemična teorija razlaga, da travma povzroči protivnetni odgovor v telesu, čemur sledi uhajanje maščobnih celic iz kostnega mozga v krvni obtok. Metabolizirane maščobne kapljice naj bi povzročale škodo v telesu, zaradi česar nastane akutna dihalna odpoved in sindrom akutne dihalne stiske (ARDS). Mehanska teorija pa pravi, da povečan pritisk v kosti zaradi travme povzroči, da maščoba preide v krvni obtok skozi poškodovane žile. Po krvnem obtoku nato pridejo do pljučnega žilja, kjer kot mikroemboli mehansko zaprejo pljučne kapilare. Ta mehanizma pojasnjujeta nastanek pljučne insuficience, nevrološke simptome in sistemsko vnetje, kar vodi v hemodinamsko nestabilnost in šok. Do maščobne embolije pri večini pacientov najverjetneje pride zaradi kombinacije mehanske in biokemične teorije (Bentaleb et al., 2024; Gabrilo & Gradišek, 2019).

KLINIČNA SLIKA IN DIAGNOSTIKA

Klinični simptomi in znaki se pojavijo z zamikom 24 do 72 ur po poškodbi. Klasična triada simptomov in znakov vključuje prizadetost dihal, osrednjega živčevja in kože. Prizadetost pljuč se kaže z dispnejo, tahipnejo in hipoksemijo, lahko napreduje do ARDS in akutne dihalne odpovedi. Hipoksemija je med prvimi znaki maščobne embolije. Približno polovica pacientov potrebuje umetno ventilacijo. Kot posledica embolije v možgansko žilje se v 86 % razvije nevrološka simptomatika – blaga zmedenost, omotica, glavobol, epileptični napadi, motorični nemir, stupor, koma, izpad vidnega polja, hemiplegija, afazija. Skoraj vsi nevrološki izpadi so reverzibilni in ne puščajo trajnih posledic. V približno 60 % primerov se pojavijo kožne spremembe – petehije kot posledica embolizacije v kapilare usnjice. Pojavi se na sluznici ustne votline, očesne veznice, na koži vratu in pazduh (Bentaleb et al., 2024; Gabrilo & Gradišek, 2019).

Obstaja več kriterijev za diagnosticiranje maščobne embolije, vendar so nespecifični. Poleg klinične slike in anamneze poškodbe so pomembni tudi laboratorijski izvidi in rentgenske slike prsnega koša, ki lahko pokažejo alveolarne infiltrate, računalniška tomografija (CT) pljuč, ki lahko pokaže mikroembolizacije in zgostitve pljuč, in magnetna resonanca (MR) glave, kjer se lahko vidijo majhne ishemične lezije v možganih. Laboratorijske preiskave pogosto pokažejo povišan D-dimer, hipoksemijo, anemijo in trombocitopenijo (Fukumoto & Fukumoto, 2018; Otter et al., 2022).

ZDRAVLJENJE

Zdravljenje maščobne embolije je predvsem podporno. Ključnega pomena je vzpostavitev zadostne oksigenacije in ventilacije, pogosto z endotrahealno intubacijo in mehansko ventilacijo, ter tudi vzdrževanje hemodinamske stabilnosti z vazopresorji in nadomeščanjem tekočin, če je to potrebno. Aplikacija kortikosteroidov v nekaterih primerih zmanjša vnetje in pljučni edem, vendar je njihova uporaba za namen zdravljenja posledic maščobne embolije sporna. Pogosto se uporabljata tudi humani albumin in nizkomolekularni heparin, če seveda pacient ne krvavi (Fukumoto & Fukumoto, 2018; Otter et al., 2022). Nekateri viri navajajo tudi, da so ARDS uspešno obvladovali z vzpostavitvijo venovenske zunajtelesne membranske oksigenacije (ECMO), pronacijo, če je le-ta mogoča in vstavev filtra v votlo veno (vena cava filter) (Bentaleb et al., 2024; Momii et al., 2021).

Predvsem je pomembno preprečevanje maščobne embolije z zgodnjo zunanjo in notranjo imobilizacijo zlomov ter čimprejšnjo kirurško oskrbo ter tudi preprečevanje globoke venske tromboze (Gabrilo & Gradišek, 2019; Otter et al., 2022).

VLOGA MEDICINSKE SESTRE

Vloga medicinskih sester pri pacientih z maščobno embolijo je predvsem v zgodnjem prepoznavanju simptomov in znakov maščobne embolije in neprekinjenem nadzoru pacienta. Medicinske sestre spremljajo vitalne znake pacienta, njegovo zavest in hemodinamski status, imajo nadzor nad mehansko ventilacijo, skrbijo, da so pacienti primerno nameščeni v postelji, da je ventilacija pacienta optimalna, opazujejo kožo pacienta, aplicirajo predpisano terapijo ter tudi komunicirajo s pacientom in svojci (Bell & Prignitz Sluys, 2023).

Če pacient potrebuje dihalno podporo, so medicinske sestre tiste, ki skrbijo za optimalno oksigenacijo in ventilacijo, apliciranje kisika (npr. preko nosnih kanil, obrazne maske, visoko pretočne kisikove terapije), znati morajo asistirati pri morebitni endotrahealni intubaciji pri hudi hipoksemiji ali razvoju ARDS, skrbeti za intubiranega pacienta v celoti, ter med drugim odvzeti kri za plinsko analizo arterijske krvi (PAAK). Medicinske sestre tudi pripravijo predpisano terapijo in jo aplicirajo po naročilu zdravnika. Maščobna embolija lahko vodi v hipotenzijo, tahikardijo in obstruktijski šok. Zato morajo medicinske sestre stalno nadzirati vitalne funkcije pri pacientu in ob odstopanjih primerno ukrepati (Zotzmann et al., 2022).

Poleg vsega tega medicinske sestre tudi preprečujejo sekundarne zaplete, kot so pljučne okužbe, trombembolije in dolgotrajna mišična oslabeledost. Da so uspešne pri preprečevanju pljučnice, je treba pri pacientu izvajati aspiracijo izločkov iz dihalne poti, nameščati pripomočke za preprečevanje globoke venske tromboze ter sodelovati pri zgodnji fizioterapiji. V interdisciplinarnem timu skrbijo tudi za koordinacijo diagnostično-terapevtskih posegov in odvzemov vzorcev za laboratorijske preiskave (Bell & Prignitz Sluys, 2023).

ZAKLJUČEK

Maščobna embolija lahko vodi v obstruktijski šok, kar je resno in zapleteno stanje, ki zahteva zgodnje prepoznavanje in agresivno podporno zdravljenje. Razumevanje patofiziologije, uporaba primernih diagnostičnih postopkov in zdravljenje, ki temeljijo na dokazih, so ključni za izboljšanje izida zdravljenja pacientov. Medicinske sestre imajo ključno vlogo pri zgodnjem odkrivanju maščobne embolije, stalnem nadzoru pacientov in izvajanju primerne zdravstvene nege. Bistveni je multi- in interdisciplinarna obravnava teh pacientov, kjer gre za sodelovanje zdravnika, medicinske sestre, respiratornega fizioterapevta ter tudi farmacevta. Za odkrivanje novih načinov zdravljenja maščobne embolije je potrebno dodatno raziskovanje.

LITERATURA

- Bell, C., & Prignitz Sluys, K. (2023). Trauma management. In L. Aitken, A. Marshall, & T. Buckley (Eds.), *Critical care nursing* (5., pp. 883–925). Elsevier Australia.
- Bentaleb, M., Abdulrahman, M., & Ribeiro-Junior, M. A. F. (2024). Fat embolism: The hidden murder for trauma patients! *Revista Do Colegio Brasileiro de Cirurgioes*, 51, e20243690. <https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20243690-en>
- Fukumoto, L. E., & Fukumoto, K. D. (2018). Fat embolism syndrome. *Nursing Clinics of North America*, 53(3), 335–347. <https://doi.org/10.1016/j.cnur.2018.04.003>
- Gabrilo, A., & Gradišek, P. (2019). Sindrom maščobne embolije in prikaz primera. *Medicinski Razgledi*, 58(1), 101–110.
- He, Z., Shi, Z., Li, C., Ni, L., Sun, Y., Arioli, F., Wang, Y., Ammirati, E., & Wang, D. W. (2021). Single-case metanalysis of fat embolism syndrome. *International Journal of Cardiology*, 345, 111–117. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2021.10.151>
- Momii, K., Shono, Y., Osaki, K., Nakanishi, Y., Iyonaga, T., Nishihara, M., Akahoshi, T., & Nakashima, Y. (2021). Use of venovenous extracorporeal membrane oxygenation for perioperative management of acute respiratory distress syndrome caused by fat embolism syndrome. *Medicine*, 100(8), e24929. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000024929>
- Otter, L. A. S. den, Vermin, B., & Goeijenbier, M. (2022). Fat embolism syndrome in a patient that sustained a femoral neck fracture: A case report. *Frontiers in Medicine*, 9. <https://doi.org/10.3389/fmed.2022.1058824>
- Šuštar, A., & Kristan, A. (2023). Uvod v poškodbe okončin. In M. Strnad (Ed.), *Urgentna medicina* (1., pp. 561–569). Univerza v Mariboru, Univerzitetna založba. <https://doi.org/10.18690/um.mf.2.2022>
- Tsai, S. H. L., Chen, C.-H., Tischler, E., Kurian, S. J., Lin, T.-Y., Su, C.-Y., Osgood, G. M., Mehmood, A., & Fu, T.-S. (2022). Fat embolism syndrome and in-hospital mortality rates according to patient age: A large nationwide retrospective study. *Clinical Epidemiology*, 14, 985–996. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S371670>
- Zotzmann, V., Rottmann, F. A., Müller-Pelzer, K., Bode, C., Wengenmayer, T., & Staudacher, D. L. (2022). Obstructive shock, from diagnosis to treatment. *Reviews in Cardiovascular Medicine*, 23(7). <https://doi.org/10.31083/j.rcm2307248>

KAKO TVEGANA SO ZDRAVILA Z VISOKIM TVEGANJEM?

How risky are high-risk medicines?

Zala Žirovnik, dpl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana,
Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja – Enota intenzivne terapije
zala.zirovnik@kclj.si

Silva Tinta, dipl. m. s.

Univerzitetni klinični center Ljubljana,
Klinika za infekcijske bolezni in vročinska stanja – Enota intenzivne terapije
silva.tinta@kclj.si

IZVLEČEK

Uvod: Zdravila z visokim tveganjem predstavljajo veliko tveganje za varnost pacientov v enoti intenzivne terapije. Čeprav napake pri pripravi in aplikaciji teh zdravil niso pogoste, lahko pacientom povzročijo veliko škodo. **Metode:** Uporabljena je bila deskriptivna metoda, kjer so bile za iskanje literature uporabljene podatkovne baze PubMed, CINAHL in Scopus ter uradne spletne strani strokovnih organizacij in agencij. **Rezultati:** V enoti intenzivne terapije se uporabljajo zdravila z visokim tveganjem, kot so antikoagulant, inzulin, vazopresorji, koncentrirani elektroliti, anestetiki, opioidi in živčno-mišični blokatorji. Velik faktor za pojav napak pri njihovi uporabi so okoljski ter človeški dejavniki. Napake pri njihovi aplikaciji pomembno vplivajo tako na pacienta kot na zdravstveno osebje. **Diskusija in zaključek:** Ta pregled literature poudarja pomembnost vloge medicinske sestre pri preprečevanju napak pri uporabi zdravil z visokim tveganjem v enoti intenzivne terapije. Analizirani so vzroki za pojav napak ter predstavljeni varnostni protokoli, ki jih lahko medicinske sestre uporabijo in s tem zmanjšajo tveganje za napako. Predstavljene so strategije, kako lahko pomagamo pacientu in medicinski sestri po takem dogodku. Predlagane rešitve so pomembne za izboljšanje klinične prakse in zagotavljanje večje varnosti pacientov.

Ključne besede: napake pri zdravilih; intenzivna terapija; zdravstvena nega; varnost pacientov

ABSTRACT

Introduction: High-risk medicines represent a significant patient safety risk in intensive care units. Although errors during the preparation and administration of these medications are infrequent, they can cause substantial harm to patients. **Methods:** A descriptive method was used, involving literature searches conducted in the databases PubMed, CINAHL, and Scopus, as well as official websites of professional organizations and agencies. **Results:** High-risk medicines used in intensive care units include anticoagulants, insulin, vasopressors, concentrated electrolytes, anesthetics, opioids, and neuromuscular blockers. Environmental and human factors significantly contribute to errors involving these medications. Medication errors have a significant impact on both the patient and the nurse. **Discussion and conclusions:** This literature review emphasizes the crucial role of nurses in preventing medication errors involving high-risk medicines in intensive care units. Causes of these

errors were analyzed, and safety protocols nurses can implement to reduce error risks were presented. Strategies are presented on how to help patients and nurses after such an event. The suggested solutions are critical for improving clinical practice and ensuring greater patient safety.

Key words: Medication errors; Intensive care; Nursing practices; Patient safety

UVOD

Zdravila z visokim tveganjem so zdravila, pri katerih se lahko povzroči velika škoda pacientovemu zdravju, če pride do napake pri njihovi uporabi. Čeprav pogostost napak pri njihovi uporabi ni večja kot pri ostalih zdravilih, so v primeru napake posledice veliko bolj resne (Schepel et al., 2021).

V enotah intenzivne terapije so pacienti kritično bolni in zaradi tega prejema večje število zdravil z visokim tveganjem, kar poveča verjetnost napak (Camiré et al., 2009).

Ena izmed glavnih odgovornosti medicinske sestre je aplikacija zdravil, zato posledično področje zdravstvene nege prevzema ključno vlogo pri zagotavljanju varnosti pacientov (Westbrook et al., 2010) yet, to our knowledge, no empirical studies of this relationship exist. We tested the hypothesis that interruptions during medication administration increase errors. We performed an observational study of nurses preparing and administering medications in 6 wards at 2 major teaching hospitals in Sydney, Australia. Procedural failures and interruptions were recorded during direct observation. Clinical errors were identified by comparing observational data with patients' medication charts. A volunteer sample of 98 nurses (representing a participation rate of 82%). Medicinska sestra mora poznati zdravila z visokim tveganjem in prepoznati dejavnike tveganja za napake (Zyoud et al., 2019).

METODE

V članku je bila uporabljena deskriptivna metoda raziskovanja, kjer sta bili pregledani tuja in domača literatura. Literatura je bila zbrana glede na preučevano temo varnosti uporabe zdravil z visokim tveganjem v enoti intenzivne terapije. Vključeni so bili pregledni in izvirni znanstveni članki, smernice in strokovna priporočila.

Za iskanje literature so bile uporabljene podatkovne baze PubMed, CINAHL in Scopus ter uradne spletne strani strokovnih organizacij in agencij. Literatura je bila zbrana v obdobju od maja 2025 do junija 2025. Izključitveni kriteriji so izločili članke in smernice, ki niso bili prosto dostopni in so bili objavljeni pred letom 2000. Uporabljen je bil jezikovni kriterij, zato je bila zbrana literatura le v angleškem in slovenskem jeziku.

REZULTATI

Kategorije zdravil z visokim tveganjem, uporaba v praksi in najpogostejše napake

Največkrat uporabljena zdravila z visokim tveganjem v enoti intenzivne terapije so antikoagulant, inzulin, vazopresorji, koncentrirani elektroliti, anestetiki, opiodi in živčno-mišični blokatorji (Kwiecień-Jaguś et al., 2025).

Antikoagulanti se uporabljajo za preprečevanje krvnih strdkov in imajo zelo ozko terapevtsko območje. Že majhna napaka v količini apliciranega zdravila lahko povzroči ali prekomerno krvavitev pri prevelikem odmerku ali nastanek strdkov ter tromboze pri premajhnem odmerku (Hirsh et al., 2001).

Inzulin je zdravilo za zdravljenje hiperglikemije. V prevelikem odmerku lahko povzroči hipoglikemijo, ki vodi v krče ali celo smrt (Endocrine Society, 2022).

Vazopresorji zagotavljajo hemodinamsko stabilnost in se največkrat uporabljajo pri šokiranih ali hipotenzivnih pacientih. V prevelikih odmerkih lahko povzročijo hipertenzivno krizo, aritmije in ishemične poškodbe srca zaradi vazokonstrikcije (Smith & Maani, 2025).

Koncentrirani elektroliti se uporabljajo za korigiranje elektrolitskega neravnovesja pri kritično bolnih. Napačen odmerek elektrolitov lahko povzroči hude srčne aritmije, srčni zastoj in posledično smrt. Zlasti kalijev klorid velja za eno najnevarnejših zdravil. Če se aplicira prehitro ali v previsoki koncentraciji, lahko povzroči takojšnji srčni zastoj kot posledica hiperkaliemije (Reeve et al., 2005).

Anestetiki in sedativi se uporabljajo pri pacientih, ki potrebujejo sedacijo. Večina teh pacientov je mehansko ventiliranih. Prekomerni odmerek anestetikov ali sedativov lahko podaljša čas mehanske ventilacije, povzroči depresijo dihanja in hemodinamsko nestabilnost. Če je odmerek premajhen, lahko pacienti postanejo razdražljivi in prebujeni, kar vodi v agitacijo in posledično v nenamerno ekstubacijo (Kiekkas et al., 2013).

Opioidi se uporabljajo za analgezijo pacientov. Prekomeren odmerek lahko povzroči depresijo dihanja in hipotenzijo. Če pacient prejme premajhen odmerek opioida, se mu pojavi nekontrolirana bolečina ali pa se razvijejo odtegnitveni simptomi (Bateman et al., 2023).

Živčno-mišični blokatorji se uporabljajo kot mišični relaksanti za izvajanje mehanske ventilacije ali pri diagnostično-terapevtskih posegih, ki zahtevajo paralizo mišic. Pri budnih pacientih lahko povzročijo popolno paralizo dihalnih mišic (Koczmara & Jelincic, 2007).

Napake pri uporabi zdravil z visokim tveganjem

Enota intenzivne terapije je zelo kompleksno okolje. Ves čas naprave alarmirajo, dogajajo se urgentne situacije pri več pacientih hkrati, v prostoru je več zaposlenih in vsak opravlja svoje naloge ter zadolžitve. Hrupno okolje in številne motnje lahko privedejo do nezbranosti zdravstvenih delavcev, s čimer se povečuje možnost napake (Westbrook et al., 2010).

Napake pri uporabi visoko tveganih zdravil se lahko zgodijo zaradi pomanjkljivega znanja ali izkušenj medicinske sestre ter njene pozornosti v trenutku rokovanja z visoko tveganimi zdravili (Westbrook et al., 2010).

Medicinska sestra lahko napačno nastavi hitrost pretoka na infuzijski črpalki, kar je ena izmed najpogostejše opisanih napak pri aplikaciji zdravil v intenzivni terapiji. Napačno nastavljen pretok zdravila na infuzijski črpalki je razlog za kar 40 % prijavljenih napak pri aplikaciji zdravil (Calabrese et al., 2001).

V intenzivni terapiji lahko pride do nenamerne zamenjave zdravil zaradi podobnega izgleda ampul ter vial ali podobnosti v imenu zdravil (Institute for Safe Medication Practices, 2016).

Ena izmed napak, ki ni pogosta, a se lahko v kliničnem okolju zgodi, je napačna pot aplikacije zdravila – zdravilo, ki je namenjeno peroralni uporabi, se aplicira intravensko. Pri takem dogodku sta resno ogrožena pacientovo zdravje in njegova varnost (Institute for Safe Medication Practices, 2018).

Napake v dokumentaciji in komunikaciji sicer ne vplivajo neposredno na pacientovo zdravje, lahko pa posredno privedejo do napake pri aplikaciji zdravil (Cloete, 2015). Poudarja se pomen natančnega predajanja informacij pri predaji službe in dokumentiranja vseh posegov in intervencij.

Medicinske sestre so v enoti intenzivne terapije izpostavljene veliki delovni obremenitvi. Večje razmerje med številom pacientov in medicinskih sester negativno vpliva na izid zdravljenja in varnost. Če je razmerje med medicinsko sestro in pacienti 1:2 v enoti intenzivne terapije, se pojav zapletov zmanjša (Kane et al., 2007).

Vpliv napak pri aplikaciji zdravil z visokim tveganjem na pacienta

Napake pri aplikaciji zdravil z visokim tveganjem lahko pacientom povzročijo resno škodo. Zapleti, povezani z aplikacijo zdravil, so lahko kratkotrajni ali dolgotrajni, v najhujših primerih lahko pride do smrti pacienta. Posledice, ki vplivajo na pacienta so podaljšana hospitalizacija ali dodatni invazivni ter kirurški posegi. Takšni dogodki pomenijo tudi večjo obremenitev za zdravstveno osebje ter povečajo stroške zdravljenja (Shahbazzadeh et al., 2025).

Poleg telesnih posledic lahko napaka vpliva tudi na psihično stanje pacienta. Po takem dogodku pacienti pogosto izgubijo zaupanje v zdravstvene delavce in v zdravstveni sistem (Shahbazzadeh et al., 2025). Tudi več let po dogodku občutijo psihološke posledice, kot so občutki jeze, strahu in tesnobe, ki se pojavljajo ob spominu na napako. Nekateri pacienti imajo tudi posttravmatsko stresno motnjo. Takšni dogodki močno prizadenejo tudi svojce, ki lahko doživljajo čustveno stisko, jezo ter nezaupanje do zdravstvenega osebja. Dolgoročno se lahko spremeni vedenje pacientov in njihovih družin – izogibajo se zdravstveni oskrbi ali pa imajo spremenjen odnos do zdravljenja. Prav tako napake privedejo do finančnih težav pacientov (Ottosen et al., 2021).

Vpliv napak pri aplikaciji zdravil z visokim tveganjem na medicinsko sestro

Napaka pri uporabi zdravil z visokim tveganjem ne vpliva samo na pacienta, temveč prizadene tudi zdravstvenega delavca, ki je vpleten v dogodek. V literaturi se za zdravstvene delavce, ki imajo po takšnem dogodku čustvene posledice, uporablja izraz »druga žrtev«. Medicinske sestre, ki naredijo napako, običajno občutijo krivdo, sram in strah. Pojavijo se lahko huda tesnoba in občutek osebnega neuspeha, kar vpliva na samozavest ter negativno vpliva na potek nadaljnje kariere medicinske sestre (Shahbazzadeh et al., 2025).

Medicinske sestre po takšnih napakah pogosto poročajo o psihičnih in fizičnih simptomih, kot so motnje spanja in koncentracije, o zmanjšanem zadovoljstvu pri delu ter pojavu znakov depresije ali izgorelosti. Poleg tega mnoge medicinske sestre navajajo stalno prisotno skrb in anksioznost zaradi možnosti pravnih posledic ali disciplinskih ukrepov s strani delodajalca, kar njihovo stisko še pogloblja (Shahbazzadeh et al., 2025). Če medicinska sestra po napaki ne dobi ustrezne podpore znotraj organizacije, se pri njej občutno poveča tveganje za izgorelost, kar lahko vodi tudi v razmišljanje o prekinitvi kariere. Napaka torej ne vpliva le na trenutno počutje medicinske sestre, temveč lahko brez ustrezne podpore povzroči dolgotrajne negativne posledice za njeno duševno zdravje in poklicno življenje (Shahbazzadeh et al., 2025).

DISKUSIJA

Ena od temeljnih varnostnih strategij je dosledna uporaba pravila 12P pri aplikaciji zdravil. To pravilo medicinski sestra narekuje, da pred aplikacijo preveri in zagotovi, da je pacient pravi, pravo zdravilo,

pravilen odmerek, pravo pot aplikacije ob pravem času ter da pozna pravilen razlog za uporabo zdravila. Poleg tega mora medicinska sestra ustrezno informirati pacienta, pravilno dokumentirati aplikacijo, upoštevati pravico pacienta do odklonitve zdravljenja, skrbno opazovati pacienta med in po aplikaciji ter ovrednotiti izid intervencije, obenem pa vedno preveriti tudi rok uporabnosti zdravila (Remškar, 2017). Medicinske sestre morajo pravilo 12P zavestno vključiti v svojo vsakodnevno prakso, s čimer zagotovijo natančno in varno aplikacijo zdravil.

Drugi učinkoviti varnostni ukrep je neodvisna dvojna kontrola pri pripravi in aplikaciji visoko tveganih zdravil. Ta protokol narekuje, da dve medicinski sestri vsaka zase in neodvisno ena od druge preverita pravilnost pripravljenega zdravila – od izbire pravega zdravila, koncentracije, odmerka in hitrosti infuzije. Neodvisna dvojna kontrola prestreže do 95 % potencialnih napak, še preden te dosežejo pacienta. Zmanjša tudi verjetnost napak pri pripravi zdravil s 5 % na 0,25 %, kar potrjuje pomembnost tega protokola (Institute for Safe Medication Practices, 2019).

V enotah intenzivne terapije se številna zdravila aplicirajo v obliki kontinuiranih infuzij, kar prinaša dodatna tveganja za napake, na primer zamenjavo infuzijskih linij ali zdravil. Tveganje za takšne napake se lahko zmanjša z ustreznim označevanjem, tako da se vse infuzije in brizge z zdravili z visokim tveganjem jasno in čitljivo označijo s pravilnim imenom zdravila. Priporoča se, da se označi tudi koncentracija zdravila (Institute for Safe Medication Practices, 2024). Vpeljava standardiziranih, barvno kodiranih nalepk za označevanje brizg in infuzijskih linij se je izkazala za učinkovito pri preprečevanju zamenjav in izboljšanju natančnosti identifikacije zdravil (Porat et al., 2009).

Pri uporabi infuzijskih črpalk v intenzivni terapiji mora medicinska sestra biti pozorna na pravilne nastavitve pretokov in volumnov infuzij. Napake pri nastavitvah hitrosti infuzije so med najpogostejšimi v enotah intenzivne terapije in predstavljajo okoli 40 % vseh prijavljenih medicinskih napak (Camiré et al., 2009). V praksi mora z infuzijskimi črpalkami rokovati izkušen in dobro poučen kader, ki redno obnavlja znanje o novih tehnologijah in nastavitvah črpalk.

Pomembno je, da se v kliničnem okolju zmanjšajo motnje in prekinitve med pripravo in aplikacijo zdravil. Če se med delom zgodijo štiri prekinitve ali več, se možnost za napako pri aplikaciji zdravil podvoji (Westbrook et al., 2010). V klinični praksi so kot rešitev vpeljali ločene prostore za pripravo zdravil, kjer je jasno označeno, da se med pripravo zdravil medicinske sestre ne moti (Anthony et al., 2010).

Pripravo in shranjevanje zdravil z visokim tveganjem je priporočljivo organizirati ločeno od ostalih zdravil. Ta zdravila morajo biti fizično ločena in shranjena v posebnih omarah ali predalih. S tem se preprečuje zamenjava z drugimi zdravili. Po odprtju ampul ali vial je treba zdravila z visokim tveganjem jasno označiti (na primer z opozorilnimi nalepkami) in hraniti na posebnem pladnju ali mestu, namenjenem izključno tem zdravilom. Nekatere bolnišnice dostop do določenih visoko tveganih učinkovin omejujejo le na najbolj izkušene člane osebja (Lankshear et al., 2005).

Napake pri aplikaciji in pripravi zdravil z visokim tveganjem se prav tako zmanjšajo, če se predpisi zdravil naročajo preko računalniških sistemov. Medicinske sestre si rokopis zdravnikov lahko napačno razlagajo, kar privede do napak. Prav tako se je treba izogibati ustnim naročilom in navodilom (Anthony et al., 2010).

V klinični praksi v enotah intenzivne terapije vse pogosteje sodelujejo s kliničnimi farmacevti, ki delujejo samo na eni enoti in je njihova glavna naloga priprava zdravil. S tem so se napake pri pripravi zdravil zmanjšale za kar 66 % (Anthony et al., 2010).

V zadnjih letih se je pojavilo tudi več tehnoloških novosti, s katerimi se izboljša varnost pri ravnanju z visoko tveganimi zdravili. Ena izmed teh je pametna infuzijska črpalka, ki ima znotraj sebe podatkovno bazo, ki vsebuje podatke o pravilnih odmerkih in hitrostih infuzij za zdravila z visokim tveganjem. Sistem na črpalki avtomatsko ustavi aplikacijo zdravila, če zazna napačen pretok (The Joint Commission, 2021).

Na nekaterih oddelkih intenzivne terapije uporabljajo sistem, kjer imajo zdravila z visokim tveganjem črtno kodo, ki se ujema s črtno kodo na pacientovi identifikacijski zapestnici. S tem se avtomatsko preveri, ali se je pravemu pacientu apliciralo pravo zdravilo (Poon et al., 2010).

Rezultati jasno kažejo, da imajo napake pri zdravljenju z zdravili z visokim tveganjem pomembne in dolgotrajne posledice ne le za paciente, ampak tudi za medicinske sestre, ki so to napako naredile. Zdravstvene ustanove bi morale vzpostaviti podporne sisteme za paciente in zdravstvene delavce, ki so v dogodek vpleteni.

Pri pacientih se občutek nezaupanja in čustvene stiske zmanjšata, če se z njimi vzpostavi komunikacija takoj po napaki. Če se svojem in pacientu odkrito razkrije in pojasni napaka, se iskreno opraviči in se z njimi jasno komunicira, to pozitivno vpliva na njihovo psihološko stanje. S tem se obnovi zaupanje med zdravstvenimi delavci in pacientom. Dolgoročna psihološka podpora, vključno s svetovanjem in terapijo, je ključnega pomena, saj lahko pacienti in njihove družine govorijo o občutkih anksioznosti in depresije, ki so jo ob dogodku doživeli (Ottofen et al., 2021).

V številnih delovnih okoljih ni ustrezne podpore za medicinske sestre, ki so odgovorne za napako pri uporabi zdravil z visokim tveganjem. O napakah se pogosto ne govori odkrito in mnoge ostanejo neprijavljene, saj v številnih kolektivih veljajo za tabu temo, odgovornost zanje pa se pripiše posamezniku. Kultura obsojanja in strahu pred posledicami za medicinske sestre odvrča pozornost od iskanja vzrokov za pojav teh napak. V zadnjih letih zato vodstva bolnišnic spodbujajo, da se o napakah poroča brez strahu pred kaznovanjem (Yusof & Razali, 2024). Takšen pristop omogoča, da se zmanjšajo negativne posledice napak. Medicinske sestre tako dobijo čustveno podporo, lahko se odkrito pogovarjajo o dogodku in se iz njega nekaj naučijo, ne da bi pri tem doživele stigmatizacijo. Razprave po dogodku morajo biti usmerjene v preprečevanje, ne pa k pripisovanju krivde (Shahbazzadeh et al., 2025).

ZAKLJUČEK

V tem pregledu literature je poudarjen pomen neodvisnega dvojnega preverjanja, ločenih sob za pripravo zdravil, jasnega označevanja zdravil, previdne uporabe infuzijskih črpalk, saj se s temi protokoli in intervencijami neposredno poveča varnost pacientov. Medicinske sestre imajo glavno vlogo pri zagotavljanju varne priprave in aplikacije zdravil z visokim tveganjem, zato je pomembno, da sledijo smernicam in protokolom za izboljšanje varnosti pacientov.

Čeprav se pojavljajo nove strategije za povečanje varnosti pacientov, še vedno ni dokazov za to, kako uspešne bodo te strategije v prihodnosti – ne da se preprečiti vpliva človeškega faktorja. Prav tako ni še objavljenih veliko raziskav, predvsem v slovenskem prostoru, ki bi to podprle z dokazi. Zaradi tega se na tem področju ponuja možnost za nadaljnje raziskovanje.

V prihodnosti bi se raziskovanje na tem področju lahko usmerilo na opisane varnostne protokole in kako vpeljava le-teh v prakso vpliva na klinične izide, kot so pojav zapletov, smrtnost in trajanje mehanske ventilacije v enoti intenzivne terapije. Več bi lahko bilo tudi izobraževanj, kjer bi medicinske sestre pridobile veščine, s katerimi bi lahko prej prepoznale in s tem preprečile napake pri rokovanju z zdravili z visokim tveganjem. Prav tako bi moralo vodstvo bolnišnic zagotoviti ustrezno kadrovske in razvojno podporo za izvajanje teh varnostnih protokolov ter spodbujati kulturo, kjer se lahko poroča o napakah brez obsojanja.

LITERATURA

- Anthony, K., Wiencek, C., Bauer, C., Daly, B., & Anthony, M. K. (2010). No Interruptions Please: Impact of a No Interruption Zone on Medication Safety in Intensive Care Units. *Critical Care Nurse*, 30(3), 21–29. <https://doi.org/10.4037/ccn2010473>
- Bateman, J. T., Saunders, S. E., & Levitt, E. S. (2023). Understanding and countering opioid-induced respiratory depression. *British Journal of Pharmacology*, 180(7), 813–828. <https://doi.org/10.1111/bph.15580>
- Calabrese, A. D., Erstad, B. L., Brandl, K., Barletta, J. F., Kane, S. L., & Sherman, D. S. (2001). Medication administration errors in adult patients in the ICU. *Intensive Care Medicine*, 27(10), 1592–1598. <https://doi.org/10.1007/s001340101065>
- Camiré, E., Moyon, E., & Stelfox, H. T. (2009). Medication errors in critical care: Risk factors, prevention and disclosure. *CMAJ : Canadian Medical Association Journal*, 180(9), 936–E29. <https://doi.org/10.1503/cmaj.080869>
- Cloete, L. (2015). Reducing medication errors in nursing practice. *Nursing Standard*, 29(20), 50–59. <https://doi.org/10.7748/ns.29.20.50.e9507>
- Endocrine Society. (2022, February 18). *Severe Hypoglycemia*. Endocrine Library; Endocrine Society. <https://www.endocrine.org/patient-engagement/endocrine-library/severe-hypoglycemia>
- Hirsh, J., Warkentin, T. E., Shaughnessy, S. G., Anand, S. S., Halperin, J. L., Raschke, R., Granger, C., Ohman, E. M., & Dalen, J. E. (2001). Heparin and Low-Molecular-Weight Heparin Mechanisms of Action, Pharmacokinetics, Dosing, Monitoring, Efficacy, and Safety. *Chest*, 119(1), 64S–94S. https://doi.org/10.1378/chest.119.1_suppl.64S
- Institute for Safe Medication Practices. (2010). *Latest heparin fatality speaks loudly—What have you done to stop the bleeding?* (ISMP Medication Safety Alert! Acute Care Edition, Vol. 15, pp. 1–3). Institute for Safe Medication Practices. <https://www.nccmerp.org/sites/default/files/nANAlertApril2010.pdf>
- Institute for Safe Medication Practices. (2016). *FDA and ISMP Lists of Look-Alike Drug Names with Recommended Tall Man Letters*. Institute for Safe Medication Practices. <https://www.ismp.org/sites/default/files/attachments/2017-11/tallmanletters.pdf>
- Institute for Safe Medication Practices. (2018). *ISMP 2018–2019 Targeted Medication Safety Best Practices for Hospitals*. Institute for Safe Medication Practices. <https://www.ismp.org/sites/default/files/attachments/2019-01/TMSBP-for-Hospitalsv2.pdf>
- Institute for Safe Medication Practices. (2019). *Independent Double Checks: Worth the Effort if Used Judiciously and Properly* (ISMP Alerts & Articles Library). Institute for Safe Medication Practices. <https://home.ecri.org/blogs/ismpt-alerts-and-articles-library/independent-double-checks-worth-the-effort-if-used-judiciously-and-properly>
- Institute for Safe Medication Practices. (2024). *Targeted Medication Safety Best Practices for Hospitals 2024–2025*. Institute for Safe Medication Practices. https://www.nursingcenter.com/getattachment/clinical-resources/Guideline-Summaries/ismpt-medication-safety/GLS052_Guideline-Summary_ISMP-Targeted-Medication-Safety_Nov2024.pdf.aspx
- Kane, R. L., Shamliyan, T. A., Mueller, C., Duval, S., & Wilt, T. J. (2007). The Association of Registered Nurse Staffing Levels and Patient Outcomes: Systematic Review and Meta-Analysis. *Medical Care*, 45(12), 1195–1204. <https://doi.org/10.1097/MLR.0b013e3181468ca3>
- Kiekkas, P., Aretha, D., Panteli, E., Baltopoulos, G. I., & Filos, K. S. (2013). Unplanned extubation in critically ill adults: Clinical review. *Nursing in Critical Care*, 18(3), 123–134. <https://doi.org/10.1111/j.1478-5153.2012.00542.x>
- Koczmara, C., & Jelencic, V. (2007). *Neuromuscular blocking agents: Enhancing safety by reducing the risk of accidental administration*.
- Kwiecień-Jaguś, K., Mędrzycka-Dąbrowska, W., & Kopeć, M. (2025). Understanding Medication Errors in Intensive Care Settings and Operating Rooms—A Systematic Review. *Medicina*, 61(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/medicina61030369>
- Lankshear, A. J., Sheldon, T. A., Lowson, K. V., Watt, I. S., & Wright, J. (2005). Evaluation of the implementation of the alert issued by the UK National Patient Safety Agency on the storage and handling of potassium chloride concentrate solution. *BMJ Quality & Safety*, 14(3), 196–201. <https://doi.org/10.1136/qshc.2004.011874>
- Ottosen, M. J., Sedlock, E. W., Aigbe, A. O., Bell, S. K., Gallagher, T. H., & Thomas, E. J. (2021). Long-term Impacts Faced by Patients and Families after Harmful Healthcare Events. *Journal of Patient Safety*, 17(8), e1145–e1151. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000451>
- Poon, E. G., Keohane, C. A., Yoon, C. S., Ditmore, M., Bane, A., Levtzion-Korach, O., Moniz, T., Rothschild, J. M., Kachalia, A. B., Hayes, J., Churchill, W. W., Lipsitz, S., Whittemore, A. D., Bates, D. W., & Gandhi, T. K. (2010).

- Effect of Bar-Code Technology on the Safety of Medication Administration. *New England Journal of Medicine*, 362(18), 1698–1707. <https://doi.org/10.1056/NEJMsa0907115>
- Porat, N., Bitan, Y., Shefi, D., Donchin, Y., & Rozenbaum, H. (2009). Use of colour-coded labels for intravenous high-risk medications and lines to improve patient safety. *Quality and Safety in Health Care*, 18(6), 505–509. <https://doi.org/10.1136/qshc.2007.025726>
- Reeve, J. F., Allinson, Y. M., & Stevens, A. (2005). High-risk medication alert: Intravenous potassium chloride. *Australian Prescriber*, 28(1), 14–16. <https://doi.org/10.18773/austprescr.2005.010>
- Remškar, D. (2017). Pravilen način in pot aplikacije zdravil [Appropriate method and routes of medicine administration]. In R. Vajd & M. Gričar (Eds.), *Urgentna medicina – izbrana poglavja 2017: Zbornik 24. Mednarodnega simpozija o urgentni medicini, Portorož, Slovenija, 15.–17. Junij 2017* (pp. 290–294). Slovensko združenje za urgentno medicino. https://eprints.ugd.edu.mk/18507/1/Urgentna_medicina_2017.pdf
- Schepel, L., Lehtonen, L., Airaksinen, M., & Lapatto-Reiniluoto, O. (2021). How to Identify Organizational High-Alert Medications. *Journal of Patient Safety*, 17(8), e1358. <https://doi.org/10.1097/PTS.0000000000000512>
- Shahbazzadeh, F., Habibi Soola, A., Narimani, S., & Ajri-Khameslou, M. (2025). Investigating the status of the second victims of error and related factors in nurses: A description study. *BMC Nursing*, 24(1), 99. <https://doi.org/10.1186/s12912-024-02669-3>
- Smith, M. D., & Maani, C. V. (2025). Norepinephrine. In *StatPearls*. StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537259/>
- The Joint Commission. (2021). Sentinel Event Alert 63: Optimizing Smart Infusion Pump Safety with DERS. *Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety*, 47(6), 394–397. <https://doi.org/10.1016/j.jcjq.2021.03.013>
- Westbrook, J. I., Woods, A., Rob, M. I., Dunsmuir, W. T. M., & Day, R. O. (2010). Association of Interruptions With an Increased Risk and Severity of Medication Administration Errors. *Archives of Internal Medicine*, 170(8), 683–690. <https://doi.org/10.1001/archinternmed.2010.65>
- Yusof, A. N. M., & Razali, H. Y. H. (2024). Moving Away from the Blame Culture: The Way Forward to Manage Medical Errors. *The Malaysian Journal of Medical Sciences : MJMS*, 31(6), 126–132. <https://doi.org/10.21315/mjms2024.31.6.10>
- Zyoud, S. H., Khaled, S. M., Kawasmi, B. M., Habeba, A. M., Hamadneh, A. T., Anabosi, H. H., Fadel, A. B., Sweileh, W. M., Awang, R., & Al-Jabi, S. W. (2019). Knowledge about the administration and regulation of high alert medications among nurses in Palestine: A cross-sectional study. *BMC Nursing*, 18, 11. <https://doi.org/10.1186/s12912-019-0336-0>

ZAHVALE

Za podporo se zahvaljujemo:



 **PHARMAMED**



 **Sanolabor**

 **FRAMEL** 

