

# Akutne komplikacije tijekom postupka hemodijalize

---

**Paušić, Petra**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:820720>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-23**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**  
**DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**Petra Paušić**

**Akutne komplikacije tijekom postupka  
hemodijalize**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2022.**

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**MEDICINSKI FAKULTET**  
**DIPLOMSKI STUDIJ SESTRINSTVA**

**Petra Paušić**

**Akutne komplikacije tijekom postupka  
hemodijalize**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**

Ovaj diplomski rad je izrađen u Zavodu za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju Kliničkog bolničkog centra Zagreb pod vodstvom doc.dr.sc. Nikoline Bašić-Jukić i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2021./2022.

## POPIS I OBJAŠNENJE KRATICA

ABZ – akutno bubrežno zatajenje

ANNA – Američka udruga nefroloških sestara i tehničara

AVF – arterio-venska fistula

RR – krvni tlak

CVK – centralni venski kateter

ZSKBB – završni stadij kronične bubrežne bolesti

HD – hemodijaliza

HIT – heparinom izazvana trombocitopenija

IDH – intradijalitička hipotenzija

KBB – kronična bubrežna bolest

KBZ – kronično bubrežno zatajenje

UF – ultrafiltracija

PD – peritonejska dijaliza

RAAS - renin-angiotenzin-aldosteronski sustav

SaO<sub>2</sub> – arterijska zasićenost kisikom

TCVK – trajni centralni venski kateter

## SAŽETAK

Naslov rada: Akutne komplikacije tijekom postupka hemodijalize

Autor rada: Petra Paušić

Hemodijaliza je postupak nadomještanja bubrežne funkcije te se primjenjuje i kod akutnog i kod kroničnog oštećenja bubrega. Bubrežna funkcija ima brojne funkcije u organizmu, a glavne su mu: uklanjanje viška tekućine i uklanjanje otpadnih produkata metabolizma. Kronična bubrežna bolest jedan je od vodećih javnozdravstvenih problema, a završni stadij bubrežne bolesti doživljava sve više bolesnika. Najčešći način nadomještanja bubrežne funkcije koji održava bolesnika na životu je hemodijaliza. Hemodijaliza je specifičan postupak i uključuje izvantjelesnu cirkulaciju, a samim time uvijek postoji rizik za razvoj akutnih i kroničnih komplikacija. Postupak hemodijalize zahtjeva intenzivno prisustvo medicinske sestre uz bolesnika. Upravo iz tog razloga medicinska sestra je prva koja prepoznaje akutne komplikacije hemodijalize kod bolesnika, prevenira njihov nastanak te ukoliko ipak dođe do pojave istih pravovremeno intervenira i obavještava liječnika. Pojava akutnih komplikacija tijekom postupka hemodijalize danas je veoma rijetka, zahvaljujući modernim aparatima za hemodijalizu sa brojnim sigurnosnim značajkama, ali i poznavanjem uzroka komplikacija i preventivnim djelovanjem na njih medicinske sestre uvelike smanjuju pojavnost komplikacija. Neke najčešće akutne komplikacije su: intradijalitička hipotenzija, grčevi te mučnina i povraćanje. U jedinici za hemodijalizu trebale bi raditi samo visoko obrazovane medicinske sestre sa kontinuiranom edukacijom iz područja nefrologije. Praćenjem najnovijih smjernica i primjenom istih u skrbi za nefrološke bolesnike medicinske sestre pružaju najadekvatniju zdravstvenu njegu te podižu kvalitetu života bolesnika liječenih hemodijalizom.

Ključne riječi: hemodijaliza, akutne komplikacije hemodijalize, uloga nefroloških medicinskih sestra

## SUMMARY

Title: Acute complications during haemodialysis

Author: Petra Paušić

Hemodialysis is a procedure to replace kidney function and is used in acute and chronic kidney injuries. The kidney has numerous functions in the body, the main ones being: the removal of excess fluid and the removal of waste products of metabolism. Chronic kidney disease is one of the leading public health problems, and more and more patients experience the end stage of kidney disease. Hemodialysis is the most common way of replacing kidney function that keeps the patient alive. Hemodialysis is a specific procedure involving extracorporeal circulation; therefore, there is always a risk for the development of acute and chronic complications. The hemodialysis procedure requires the intensive presence of a nurse with the patient. It is precisely for this reason that the nurse is the first to recognize acute complications of hemodialysis in patients, prevent their occurrence, and if they do occur, intervene on time and inform the doctor. The occurrence of acute complications during the hemodialysis procedure is sporadic today, thanks to modern hemodialysis machines with numerous safety features. By knowing the causes of complications and taking preventive action against them, nurses significantly reduce the occurrence of complications. Some of the most common acute complications are intradialytic hypotension, cramps, nausea, and vomiting. Only highly educated nurses with continuing education in the field of nephrology should work in the hemodialysis unit. By following the latest guidelines and applying them in the care of nephrology patients, nurses provide adequate health care and improve the quality of life of patients treated with hemodialysis.

Key words: hemodialysis, acute complications of hemodialysis, role of nephrology nurses

## SADRŽAJ

1.UVOD.....	1
2.POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALIZE .....	2
2.1.POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALUZE U SVIJETU .....	2
2.2.POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALIZE U HRVATSKOJ .....	4
3.HEMODIJALIZA .....	5
4.ULOGA MEDICINSKE SESTRE U JEDINCI ZA DIJALIZU.....	7
4.1.SESTRINSKA DOKUMENTACIJA.....	10
4.2.ULOGA MEDICINSKE SESTRE U PREVENCIJI I ZBRINJAVANJU KOMPLIKACIJA HEMODIJALIZE.....	11
5.KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU .....	11
5.1.PRIVREMENI KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU.....	12
5.2.TRAJNI KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU .....	12
5.2.1.Arterio-venski šant .....	12
5.2.2.Arterio-venska fistula .....	13
5.2.3.Arterio-venska sintetička prenosnica – graft .....	17
5.2.4.Tunelirani centralni venski kateteri.....	17
6.JEDINICA ZA DIJALIZU .....	19
7.AKUTNE KOMPLIKACIJE TIJEKOM POSTUPKA HEMODIJALIZE .....	21
7.1.AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ KARDIOVASKULARNI SUSTAV .....	23
7.1.1.Hipotenzija .....	23
7.1.2.Hipertenzija.....	25
7.1.3.Aritmije i nagla srčana smrt.....	27
7.1.4.Grčevi mišića .....	28
7.1.5.Bolovi u prsima i leđima .....	29
7.1.6.Hipoksemija .....	31
7.2.AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ NEUROLOŠKI SUSTAV.....	32
7.2.1.Sindrom disekvilibracija .....	32
7.2.2.Glavobolja.....	35
7.2.3.Intrakranijalno krvarenje .....	36
7.3.AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ OPREMU ZA HEMODIJALIZU .....	37
7.3.1.Reakcija na dijalizator.....	37
7.3.2.Komplikacije vezane uz vodu za hemodijalizu .....	39
7.3.3.Komplikacije vezane uz krvožilni pristup.....	41
7.3.3.1.Komplikacije vezane uz AVF/AVG.....	41
7.3.3.2.Komplikacije vezane uz CVK.....	44
7.3.4.Zračna embolija .....	45



7.4.OSTALE AKUTNE KOMPLIKACIJE .....	46
7.4.1.Mučnina i povraćanje.....	46
7.4.2.Srbež (pruritus).....	47
7.4.3.Temperatura i zimica .....	48
7.4.4.Hemoliza.....	49
8.ZAKLJUČAK .....	51
9.ZAHVALE .....	52
10.LITERATURA.....	53
11.ŽIVOTOPIS.....	62

## 1. UVOD

Kronična bubrežna bolest (KBB) jedan je od vodećih javnozdravstvenih problema u svijetu i u Hrvatskoj. Glavna uloga bubrega je uklanjanje viška tekućine i otpadnih tvari metabolizma iz organizma. Svakog dana bubrezi filtriraju oko 200 litara krvi, a osim te zadivljujuće svakodnevne uloge, bubrezi imaju značajnu ulogu u regulaciji krvnog tlaka, eritropoeze, održavanju čvrstoće kostiju, razgradnji nekih bjelančevina te brojne druge funkcije (1).

Bubrežno zatajenje definirano je kao nagli (akutno zatajenje bubrega) ili postepeni (kronično zatajenje bubrega) gubitak ekskretorne funkcije koji ima za posljedicu zadržavanje otpadnih tvari metabolizma i vode u organizmu. Zatajenje bubrega može biti posljedica primarne bolesti bubrega ili nastati u sklopu višeorganskog zatajenja. Bolesnici sa zatajenjem bubrega suočavaju se sa brojim poteškoćama i komplikacijama: gube apetit, mršave, dolazi do retencije soli, vode i fosfata, poremećeno je izlučivanje hormona i smanjeno je stvaranje endogenih vazodilatatornih supstancija. Zatajenje bubrega moguće je u početku liječiti konzervativno, ali kada se glomerularna filtracija smanji na 5 ml/min, potrebno je početi liječenje s hemodijalizom, peritonejskom dijalizom ili transplantacijom bubrega. Potrebno je bolesniku osigurati najbolju moguću kvalitetu života (2).

Hemodijaliza može poslužiti kao dugotrajna terapija koja održava život kod kroničnog zatajenja bubrega ili kao prijelazna mjera prije transplantacije bubrega. Pri akutnom zatajenju bubrega hemodijaliza može biti potrebna samo za nekoliko dana ili tjedana dok se ne oporavi bubrežna funkcija. Obzirom na procjene da 10% odrasle populacije u svijetu ima neki stupanj KBB, sukladno tome u Hrvatskoj se procjenjuje da do 300 000 osoba ima neki oblik bubrežne bolesti. Prema podacima Hrvatskog registra nadomještanja bubrežne funkcije, u Hrvatskoj godišnje oko 500 novih bolesnika treba nadomjesno bubrežno liječenje. Oko 4000 kroničnih bubrežnih bolesnika liječi se jednim od oblika nadomjesnog bubrežnog liječenja (3).

Kronična bubrežna bolest je stanje koje utječe na brojne fizičke i psihičke sposobnosti bolesnika. Zdravstvena njega je od ključne važnosti za bolesnika s završnim stadijem kronične bubrežne bolesti (ZSKBB), budući da kvaliteta pružene skrbi može ozbiljno utjecati na kvalitetu života bolesnika. Medicinske sestre u skrbi za nefrološkog bolesnika imaju raznoliku i značajnu ulogu. U svom radu koriste se

najnovijim smjernicama i protokolima te se kontinuirano educiraju kako bi unaprijedile i poboljšale kvalitetu pružene zdravstvene njege (4,5).

S obzirom na visok komorbiditet u bolesnika na hemodijalizi i složenost liječenja hemodijalizom, nevjerojatno je koliko se rijetko komplikacije opasne po život javljaju tijekom postupka hemodijalize. Stopa akutnih komplikacija tijekom postupka hemodijalize danas je veoma niska radi brojnih modernih sigurnosnih značajki u aparatima za hemodijalizu, pedantnog tretmana i ispitivanja otopine dijalizata kako bi se spriječilo izlaganje elementima u tragovima, toksinima i patogenima, poštivanje detaljnih protokola liječenja i opsežna obuka dijaliznog osoblja za rukovanje hitnim medicinskim slučajevima (6).

U ovom radu bit će riječi o počecima hemodijalize, što hemodijaliza uopće je, a naglasak će biti na akutnim komplikacijama koje se mogu javiti tijekom postupka hemodijalize i ulozi medicinske sestre pri sprječavanju pojave istih te promptnom djelovanju ukoliko do komplikacija ipak dođe.

## **2. POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALIZE**

Stanje akutnog i kroničnog zatajenja bubrega koje ako se ne liječi dovodi do smrti, bolest je stara koliko i samo čovječanstvo. U Starom Rimu, a kasnije i u Srednjem vijeku kao terapije za uremiju (grčka riječ za trovanje urinom, „urin u krvi“) korištene su tople kupelji, terapije znojenja, puštanje krvi i eneme (klistir) (7).

### **2.1. POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALUZE U SVIJETU**

Današnja terapija za zatajenje bubrega uključuje fizikalne procese (osmoza i difuzija) koji omogućuju transport tekućina i otopljenih tvari. Prvi znanstveni opis takve procedure dao je 50-ih godina 19. stoljeća škotski kemičar Tomas Graham. Daleko ispred svog vremena Graham je u svom tekstu „O osmotskoj sili“ nagovijestio potencijalnu upotrebu takve procedure u medicini. Temelji dijalize postavljeni su 1854. godine objavom teksta naziva „O osmotskoj sili“ u kojoj je Thomas Graham otkrio načela kretanja različitih vrsta otopljenih tvari kroz polupropusne membrane i njena svojstva. To je ujedno i prvi znanstveni zapis pojma „dijaliza“, te razlike između kristaloida i koloida. Otkriću je prethodio raniji opis procesa osmoze Henrija Dutrocheta iz 18. stoljeća (7,8).

Prvi povijesni opis dijalize kao medicinske tehnike publiciran je 1913. Abel, Rowntree i Turner sa Sveučilišta u Baltimoreu dijalizirali su anestezirane životinje usmjerujući njihovu krv izvan tijela kroz cjevčice sa polupropusnim membranama. Prvi „umjetni bubreg” razvio je John Jacob Abel u kolovozu 1913. godine koristeći aparate za „vividodifuziju” (7,8).

Prvo liječenje hemodijalizom u ljudi izveo je njemački liječnik Georg Haas u gradu Giessen 1924. godine. Postupak je trajao 15 minuta, a kao antikoagulans koristio je hirudin koji se dobivao gnječenjem pijavica. Godine 1928. Georg Haas uveo je heparin u dijalizni postupak te je hemodijaliza uspješno provedena kod dva bolesnika, a kao polupropusnu membranu koristio je kolodij, tj. ester celuloze i dušične kiseline. Godine 1930. uvode se celofanske membrane (8).

Tijekom Drugog svjetskog rata nizozemski liječnik Wilhelm Johan Kolff konstruirao je aparat za hemodijalizu i primijenio ga 1943. godine u liječenju 15 bolesnika s akutnim zatajenjem bubrega, no nažalost, svi su umrli. Tek 1945. godine koristeći rotirajući bubanj ili tzv. „umjetni bubreg” (slika 1) provedeno je uspješno liječenje kod 65-godišnje bolesnice koja je bila primljena u bolnicu zbog akutnog zatajenja bubrega, umrla je 6 godina poslije od uzroka nevezanog uz bubrežnu bolest. Nakon završetka Drugog svjetskog rata Kolff je emigrirao u SAD i sa sobom ponio tri aparata za dijalizu koji su poslužili kao osnova za konstruiranje sljedeće, usavršenije generacije umjetnih bubrega (dijalizatori s dvostrukom uzvojnicom). Ti su se aparati uspješno rabili tijekom rata u Koreji za zbrinjavanje bolesnika s akutnim zatajenjem bubrega (2,8).



*Slika 1. Kolffov rotirajući bubanj tkz. "umjetni bubreg". Preuzeto od Grossw (2007).*

Najveća smetnja liječenju bolesnika s kroničnim zatajenjem bubrega s pomoću hemodijalize bio je trajni krvožilni pristup. Prije svake dijalize moralo se preparirati krvne žile što je dovelo do brzog iscrpljivanja dijaliznog pristupa kod velikog broja bolesnika. Jedan od najvećih napredaka u liječenju dijalizom bio je 1960. godine kada je Belding Scribner razvio metodu konstrukcije dijaliznog pristupa koristeći teflonsku kanilu koju je kirurški spojio u venu i arteriju ruke, zahvat je poznat kao „Scribnerov šant,” a omogućio je liječenje bolesnika s kroničnom bubrežnom insuficijencijom kroz nekoliko mjeseci. Prvi pacijent liječen je postupcima kronične hemodijalize putem ugrađenog „Scribnerovog šanta” u ljeto 1960. godine u Seattleu. Godine 1966. James Cimino i M. J. Brescia konstruirali su potkožni spoj arterije i vene, poznat i kao Cimino-Brescia fistula, kao trajni pristup krvotoku bolesnika liječenih hemodijalizom, tehnika koja se koristi i danas i koja je omogućila liječenje dijalizom u periodu i od 30 godina. Prvi centar za kroničnu dijalizu osnovan je u Seattleu 1962. godine (2,8).

Od 1970. god. do danas postignut je velik napredak u liječenju hemodijalizom, koji se temelji ponajprije na tehnološkom napretku u izvedbi aparata za hemodijalizu, aparata za pripremu vode za dijalizu, dijalizatora, unapređenju tehnike dijalize (hemodijafiltracija, oblici kontinuirane dijalize), većoj sigurnosti u izvođenju hemodijalize (senzori), uvođenju novih otopina za dijalizu (ultračiste ili sterilne otopine) i mogućnosti profiliranja otopina tijekom hemodijalize. S pomoću rekombiniranoga ljudskog eritropoetina postalo je moguće ne samo ispraviti bubrežnu anemiju bez davanja transfuzije eritrocita nego i spriječiti ili odgoditi nastanak srčanožilnih bolesti kod uremičara. Zahvaljujući velikom napretku u liječenju hemodijalizom, bolesnici s kroničnim zatajenjem bubrega danas mogu živjeti dulje i kvalitetnije (2).

## **2.2. POVIJESNI RAZVOJ HEMODIJALIZE U HRVATSKOJ**

Prva hemodijaliza u Hrvatskoj izvedena je 1962. godine u Centru za dijalizu u Kirurškoj klinici bolnice „Dr. Zdravko Kučić“ u Rijeci, u bolesnika s akutnim bubrežnim zatajenjem. U KBC Zagreb prva hemodijaliza učinjena je 1963. godine, a u Splitu 1972. godine. U listopadu 1966. započelo je liječenje bolesnika s kroničnom bubrežnom bolesti pod vodstvom prof. dr. Jerka Zeca. To je bio prvi korak u liječenju bolesnika s terminalnom insuficijencijom bubrega. Prvi aparat za hemodijalizu na Sušaku bio je modeliran prema Kolffovom dijalizatoru, a liječenje dijalizom u početku je bilo usmjereno liječenju akutne bubrežne insuficijencije i intoksikacije. Metoda

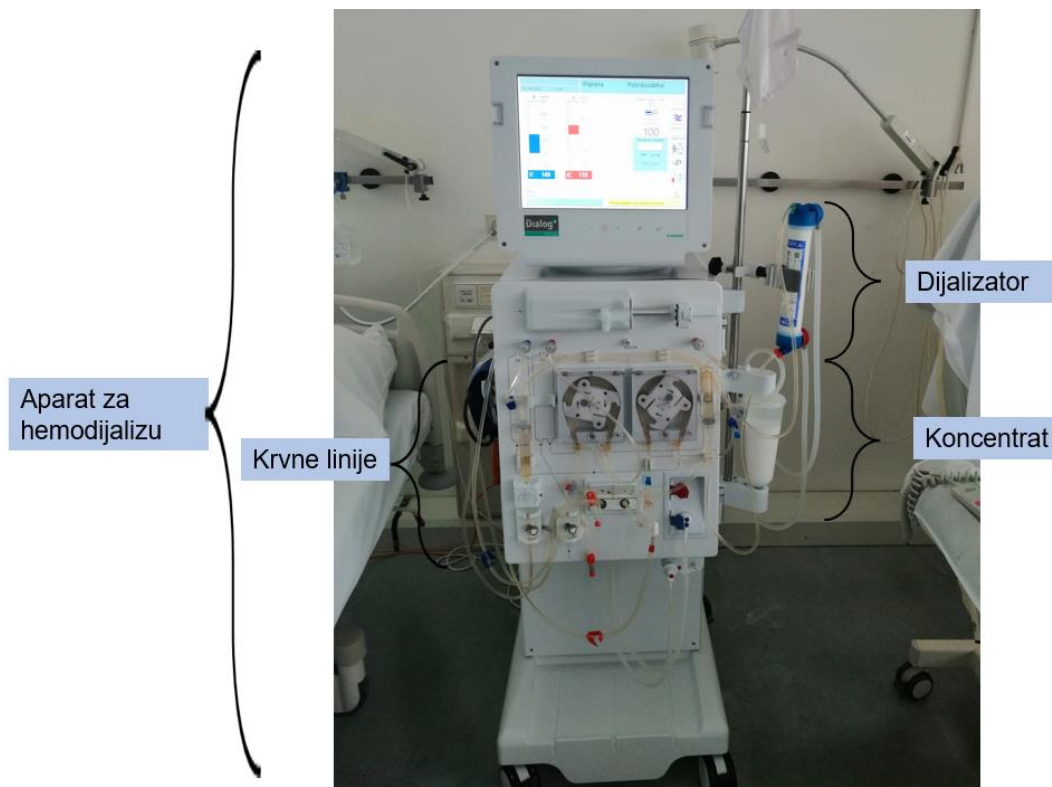
hemodijalize pogodna za liječenje akutne i kronične bubrežne insuficijencije uvedena je već krajem 1965. godine uz pomoć arterio-venskog šanta, metode koji je uveo Scribner 1960. godine. Program intermitentne hemodijalize putem vanjskog arterio-venskog šanta uspostavljen je 20. rujna 1966. godine u Rijeci, a početkom 70-tih godina uvedeni su dijalizatori za jednokratnu uporabu. Prva arterio-venska fistula (AVF) konstruirana je 28. svibnja 1968. godine (8).

### 3. HEMODIJALIZA

Izraz hemodijaliza izveden je od grčke riječi „hemo” što označava krv i „dijaliza” odriješiti se od nečega. U kliničkom značenju hemodijaliza je postupak pomoću kojeg se iz krvi bubrežnih bolesnika, kada dođe do zatajenja funkcije bubrega, uklanjaju razgradni produkti metabolizma, elektroliti koji su u suvišku (kalij) i voda, a istovremeno dodaju važne supstancije koje manjkaju, a potrebne su organizmu (bikarbonati). Kretanje molekula iz veće koncentracije kroz polupropusnu membranu u otopinu s manjom koncentracijom temelji se na razlici u koncentraciji otopina, a proces nazivamo difuzija (9).

Za provođenje postupka hemodijalize potrebni su:

- aparat za hemodijalizu
- dijalizator ili umjetni bubreg
- krvne linije
- igle za dijalizu ili centralni venski kateter
- koncentrat za dijalizu
- voda za dijalizu koja je posebnim postupkom filtracije, apsorpcije preko aktivnog ugljena i demineralizacije očišćena od suvišnih elektrolita, organskih supstancija, bakterija i njihovih produkata razgradnje (9).



Slika 2. Aparat za hemodijalizu sa dijalizatorom, krvnim linijama i koncentratom

Dok spašava život, hemodijaliza izlaže bolesnika nekoliko sustavnih stresora, i hemodinamičkog i nehemodinamičkog podrijetla. Intradijalitički morbiditet (npr. intradijalitička hipotenzija) klinički je izraz sustavnog stresa koji može djelovati kao modifikator bolesti, rezultirajući oštećenjem više organa i dugoročnim morbiditetom. Kombinacija kardiocirkulatornog stresa, uvelike uvjetovana prijelazom s hipervolemije na hipovolemiju, hipoksemije i promjena elektrolita može stvoriti proaritmogena stanja. Kontakt krvi s komponentama izvantjelesnog kruga izravno aktivira cirkulirajuće stanice i proteinske sustave, što dovodi do indukcije proupalnih citokina i rezultira kroničnom upalom niskog stupnja (10).

Danas ne postoji jasan stav što je optimalna dijaliza, odnosno dijaliza kojom je postignuto krajnje moguće smanjenje pobolijevanja i smrtnosti u bolesnika s kroničnim zatajenjem bubrega. Tehnološki napredak te njegova primjena u medicini, kao i poznavanje većine patofizioloških procesa u uremiji, omogućili su kvalitetniji terapijski pristup bolesnicima s kroničnim zatajenjem bubrega. Individualni pristup bolesniku, primjena visokoprotočnih, biokompatibilnih membrana i bakteriološki čistog bikarbonatnog dijalizata (a time i smanjenje upalnog odgovora), visoka doza dijalize,

kontrola krvnog tlaka, ispravak anemije i preveniranje odnosno pravodobno liječenje pothranjenosti, ključne su sastavnice adekvatne hemodijalize. Pri tome se ne smije izgubiti iz vida važnost napretka tehnike liječenja, kao ni činjenica da ona ne može biti zamjena za dobru kliničku praksu. Krajnji cilj hemodijalize nije samo održavanje života bolesnika s kroničnim bubrežnim zatajenjem, nego postizanje kvalitete življenja koja je dostojna života (2).

#### **4. ULOGA MEDICINSKE SESTRE U JEDINCI ZA DIJALIZU**

Prema definiciji Američke udruge nefroloških sestara i tehničara (ANNA), nefrološko sestrinstvo je specijalizirana praksa u sistemu zdravstvene zaštite čiji je cilj zaštita i unaprjeđenje zdravstvenog stanja i dobrobiti osoba koje boluju od bolesti bubrega. Ove ciljeve medicinske sestre i tehničari postižu sudjelovanjem i prevencijom u liječenju ozljeda i bolesti bubrega te u pomoći pacijentu, njegovoj obitelji i društvenoj zajednici u ublažavanju posljedica bolesti bubrega (9).

Nefrološka skrb obuhvaća niz različitih mjera i postupaka koje poduzima medicinska zajednica u svrhu otkrivanja i smanjenja rizičnih čimbenika za razvoj bubrežne bolesti u općoj populaciji, praćenje i liječenje bolesnika koji imaju registriranu bubrežnu bolest te pružanje kvalitetnog nadomjesnog liječenja u završnom stadiju kroničnog bubrežnog zatajenja. Danas nefrološko sestrinstvo obuhvaća veliko područje rada: rad s preddijaliznim pacijentima, u nefrološkim ambulantomama, na nefrološkim odjelima, u jedinicama za hemodijalizu, u jedinicama za peritonejsku dijalizu, u jedinicama za transplantaciju bubrega, provođenje postupaka afereze, terapijske izmjene plazme, imunoadsorpcije, rad u jedinicama intenzivne njege i provođenje kontinuiranih postupaka hemodijalize (5,9).

Pored osnovnih obrazovnih priprema za medicinske sestre/tehničare koje omogućuju samostalan rad, potrebno im je usvojiti specifična znanja i vještine kako bi adekvatno prakticirale nefrološku zdravstvenu njegu. To uključuje bazu znanja o dijagnostici bubrežnih bolesti, znanje i vještinu provođenja različitih metoda nadomještanja bubrežne funkcije (hemodijalize, peritonejske dijalize i transplantacije bubrega) uz dobro poznavanje visoko sofisticirane tehnologije, znanje farmakologije i farmakoterapije, nutricionizma, rasta i razvoja čovjeka, načela rehabilitacije, usvajanje



komunikativnih i edukatorskih vještina (mentorstva), poznavanje osnova palijativne skrbi i pojmova vezanih uz smrt i umiranje, usvajanje zakonskih odredbi i razvijanje sposobnosti rada unutar interdisciplinarnog tima. Postupak hemodijalize medicinska sestra/tehničar prema propisanim uputama liječnika - nefrologa izvodi samostalno. Sam postupak zahtijeva, osim znanja zdravstvene njege nefrološkog bolesnika, poznavanje principa hemodijalize, aparata za hemodijalizu te postupak u hitnim medicinskim slučajevima (5).

Rad sestre u jedinici za hemodijalizu može se podijeliti na 4 radna procesa:

- Priprema tretmana
- Započinjanje tretmana
- Monitoring (nadziranje) tretmana
- Završetak tretmana (9).

*Tablica 1. Rad medicinske sestre u jedinici za hemodijalizu kroz četiri radna procesa. Prilagođeno prema Pintarić (2019).*

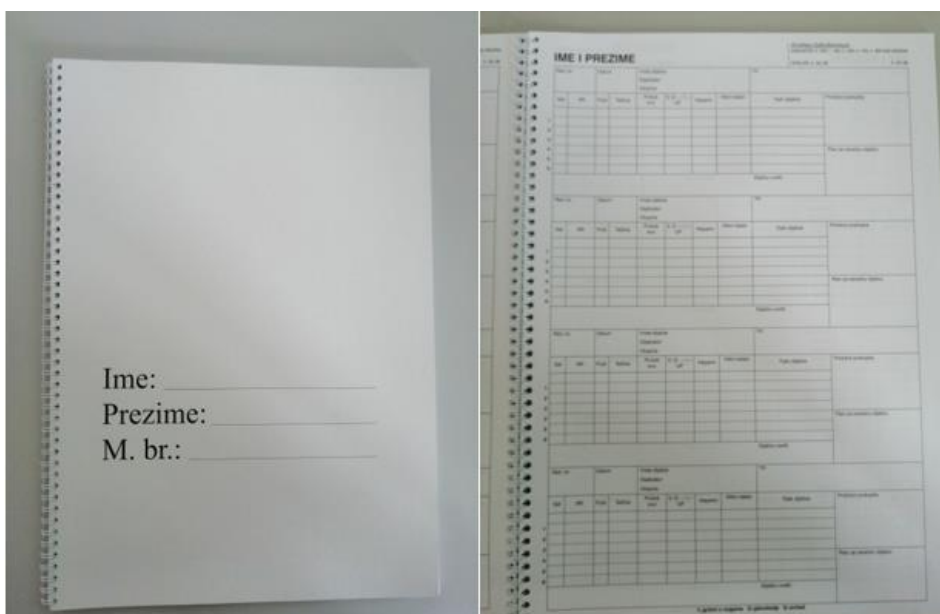
<b>RAD MEDICINSKE SESTRE U JEDINICI ZA HEMODIJALIZU</b>	
<b>Priprema tretmana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nošenje zaštitne radne odjeće, rukavica, sprječavanje infekcija pravilnim ponašanjem, pravilno postupanje s infektivnim materijalom</li> <li>• preddijalizne tehničke provjere</li> <li>• razgovor s pacijentom (saznati je li imao nekih tegoba između dva tretmana dijalize, povišenu temperaturu ili tlak, krvarenje)</li> <li>• pregled pacijenta prije hemodijalize (tlak, puls, disanje, tjelesna težina, postojanje edema, alergija, bol)</li> <li>• pregled krvnog pristupa za hemodijalizu</li> <li>• priprema seta za hemodijalizu</li> <li>• priprema aparata za dijalizu montiranjem pripadajućih linija i dijalizatora, njihovim ispiranjem, heparinizacijom te testiranjem i provjerom aparata</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kada aparat provede testiranje i bude ispran, započinje sljedeća faza - postupak spajanja pacijenta na aparat</li> </ul>
<b>Započinjanje tretmana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ako kao vaskularni pristup bolesnik ima AVF ili AVG, prije uključanja potrebno je učiniti palpaciju, inspekciju i auskultaciju, individualno izabrati veličinu igle za punkciju, procijeniti mjesto punkcije i punktirati poštujući smjernice za uključanje bolesnika na hemodijalizu</li> <li>• CVK kao pristup krvotoku zahtijeva rad dviju sestara/tehničara ili liječnik i jedna medicinska sestra/tehničar, potrebno je poštivati postupke aseptičkog rada i pripremiti potrebni materijal za uključanje, prije početka pregledati izlazno mjesto katetera, procijeniti prohodnost katetera i uočiti moguća oštećenja, evidentirati promijene, obavijestiti liječnika i primijeniti određene intervencije ako je potrebno te evaluirati i dokumentirati sve učinjeno,</li> <li>• vađenje ordiniranih laboratorijskih nalaza</li> <li>• spajanje bolesnika na aparat za hemodijalizu</li> <li>• primjena heparinizacije tijekom tretmana</li> </ul>
<b>Monitoring (nadziranje tretmana)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podrazumijeva sprječavanje i rješavanje komplikacija tijekom dijalize (pad tlaka, hipertenzija, krvarenje, zimica, tresavica, povišena temperatura, povraćanje, mučnina, pojava aritmija, grčeva, glavobolja, perforacije krvne žile, pojava hematoma, infekcije, itd.)</li> <li>• praćenje svih pritisaka i protoka u izvantjelesnoj cirkulaciji</li> <li>• praćenje koagulacije/ antikoagulacije</li> <li>• praćenje i po potrebi promjena tretmana</li> <li>• primjena ordiniranih lijekova</li> <li>• vođenje sestrinske dokumentacije o svim segmentima tretmana</li> </ul>
<b>Završetak tretmana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podrazumijeva kraj tretmana, vraćanje krvi bolesniku i „otpajanje” bolesnika s aparata za hemodijalizu</li> </ul>

- nakon otpajanja pacijenta, sav materijal koji je bio u doticaju s njegovom krvlju baca se u infektivni otpad
- aparat za dijalizu dezinficira se izvana i iznutra dezinficijensima preporučenim od strane proizvođača
- nakon zbrinjavanja bolesnika potrebno je sve postupke upisati u sestrinsku dokumentaciju

#### 4.1. SESTRINSKA DOKUMENTACIJA

Svoje djelovanje na području zdravstvene njege medicinske sestre registriraju u sestrinskoj dokumentaciji. Ona osigurava cjelovit skup podataka o bolesniku, sadrži kronološki pregled skrbi i postignutih rezultata, osigurava kontinuitet skrbi, olakšava komunikaciju među članovima tima, služi u obrazovne svrhe, pruža pouzdane podatke za medicinsko-pravne analize i osigurava podatke za sestrinska istraživanja (5). Sestrinska dokumentacija vodi se tijekom svake hemodijalize. Svaki bolesnik ima svoju knjigu evidencije postupaka hemodijalize. U sestrinsku dokumentaciju upisuju se svi početni parametri, parametri tijekom hemodijalize te završni parametri hemodijalize kao što su vitalni znakovi, „suha težina“, intradijalitički donos na težini, planirana ultrafiltracija (UF), satna UF, planirano vrijeme trajanja postupka, propisana antikoagulacija (vrsta i doza), vrsta dijalizne otopine koja se koristi, propisani natrij u otopini za dijalizu te efektivni protok krvi i vrsta aparata za hemodijalizu (9).



Slika 3. Knjiga evidencije postupaka hemodijalize

## **4.2. ULOGA MEDICINSKE SESTRE U PREVENCIJI I ZBRINJAVANJU KOMPLIKACIJA HEMODIJALIZE**

U reakcije biokompatibilnosti tijekom hemodijalize pripada čitav niz alergijskih reakcija, aktivacija sustava komplementa, aktivacija sustava koagulacije krvi i trombocita, reakcija imunostava, hipoksija tkiva, toksične reakcije kao i čitav niz sličnih akutnih i kroničnih reakcija koje medicinska sestra/tehničar mora znati prepoznati. Neke najčešće su akutne komplikacije tijekom postupka hemodijalize su: hipotenzija, aritmije, stenokardija, glavobolja, slabost, umor, povraćanje, grčevi, povišena temperatura, drhtavica i svrbež. Najčešće su kronične komplikacije kronična inflamacija, kardiovaskularna bolest, malnutricija, infekcije, anemija, sekundarni hiperparatireoidizam, poremećaji sna, oksidativni stres i kronična bol. Kronične komplikacije zahtijevaju planiranje zdravstvene njege, njeno provođenje, praćenje te evaluaciju. Tijek hemodijalize zahtijeva intenzivnu prisutnost medicinske sestre/tehničara uz bolesnika. Uz sve navedene komplikacije koje se mogu pojaviti kod bolesnika medicinska sestra/tehničar prati i nadgleda aparat za hemodijalizu, krvne linije i dijalizator. Iako većinu komplikacija aktivira alarm sa strane uređaja moguće su i komplikacije tehničke prirode kao što su koagulacija krvnog sustava, zračna embolija i hemoliza koje medicinska sestra/tehničar na vrijeme mora znati prepoznati (5).

Medicinska sestra/tehničar sudjeluje kao punopravni član tima u zbrinjavanju nefrološkog bolesnika svojim stalnim prisustvom uz bolesnika, praćenjem bolesnika, edukacijom bolesnika i evidentiranjem promjena kod bolesnika. Sumirajući brojnost komplikacija od izrazite je važnosti da u jedinicama za hemodijalizu rade medicinske sestre/tehničari koji svojim znanjem i vještinama mogu umanjiti i spriječiti brojnost komplikacija, kako svojom brzom intervencijom tako i stalnom prisutnošću uz bolesnika (5).

## **5. KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU**

U bolesnika sa ZSKBB koji se liječe hemodijalizom neophodan je pristup krvotoku koji se može ostvariti centralnim venskim kateterom (CVK) za hemodijalizu privremenim ili trajnim te pomoću konstrukcije arterio-venske fistule (AVF) te arterio-

venskog grafta (AVG). Komplikacije pristupa krvotoku su brojne. Kod AVF i AVG one mogu biti stenoza, tromboza, aneurizma, pseudoaneurizma, srčanožilne komplikacije, infekcije te periferna ishemija distalnoga dijela ekstremiteta. Komplikacije centralnog venskog katetera za hemodijalizu obuhvaćaju hematoma na mjestu punkcije, nepoželjnu punkciju arterije, neadekvatan položaj katetera, pneumotoraks, hematotoraks, hematoperikard, tromboze i infekcije. Za konzerviranje katetera u vrijeme nekorištenja upotrebljava se heparin, a u novije vrijeme citratna otopina različite koncentracije. Adekvatna njega i antikoagulacija katetera omogućit će njegovu dugotrajnu primjenu (11).

### **5.1. PRIVREMENI KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU**

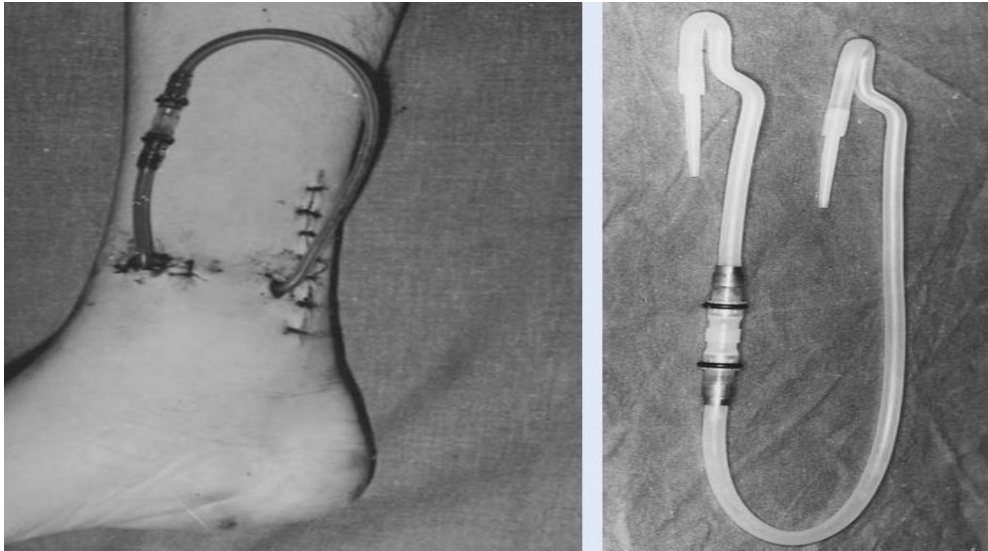
Privremeni pristup krvotoku potreban je bolesnicima za koje se predviđa liječenje u intervalu od nekoliko dana do šest mjeseci, a radi se najčešće o bolesnicima s akutnim bubrežnim zatajenjem (ABZ) različite etiologije. Osiguravanje privremenog pristupa krvotoku za hemodijalizu ponekad je indicirano i kod bolesnika s kroničnim bubrežnim zatajenjem (KBZ) u slučaju neadekvatne funkcije AVF ili AVG (najčešće kao posljedica stenoze ili tromboze, kod bolesnika sa disfunkcionalnim trajnim kateterom ili kod novih bolesnika na hemodijalizi koji nisu pravovremeno pripremljeni trajnim krvožilnim pristupom za hemodijalizu (11).

### **5.2. TRAJNI KRVOŽILNI PRISTUP ZA HEMODIJALIZU**

Trajni pristup krvotoku osigurava se bolesnicima najčešće u IV. stadiju KBZ u svrhu stvaranja preduvjeta za nadomjesno bubrežno liječenje hemodijalizom. Moguće ga je ostvariti pomoću arterio-venskog šanta koji se više ne upotrebljava u kliničkoj praksi, AVF-a, AVG-a te putem trajnog CVK-a za hemodijalizu. Bolesnika je potrebno u predijaliznoj pripremi ili kroz ambulantni sustav predijalizne edukacije upoznati s metodama liječenja ZSKBB (HD, peritonejska dijaliza (PD) ili transplantacija bubrega) kako bi sam bolesnik odlučio se za vrstu nadomjesnog bubrežnog liječenja koja njemu najviše odgovara (11).

#### **5.2.1. Arterio-venski šant**

Korištenje arterio-venskog šanta pripada povijesti. On se koristio od 1960. do 1965. (11).



Slika 4. Quinton-Scribnerov AV šant. Preuzeto iz arhive Zavoda za nefrologiju i dijalizu, KBC Rijeka

### 5.2.2. Arterio-venska fistula

Bolesniku na nadomjesnom liječenju kroničnom hemodijalizom, ukoliko je moguće, kao vaskularni pristup najčešće se koristi nativna AVF koja predstavlja zlatni standard pristupa krvotoku. Pregledom vaskularnog kirurga, koji se učini kada bolesnik dosegne IV. stadij KBZ ili ranije u slučaju da se radi o progresivnom bubrežnom zatajenju i/ili dijabetičaru, procjenjuje se stanje krvožilnog sustava zbog planiranja konstrukcije AVF-a. Arterio-venska fistula obično se konstruira na nedominantnom gornjem ekstremitetu što distalnijom anastomozom radijalne arterije i cefalične vene. Arterio-venska fistula je kirurškim putem učinjena supkutana anastomoza između arterije i vene koja sazrijeva venskom dilatacijom i arterijalizacijom venske stijenke. Preko arteriovenske anastomoze arterijska krv se preusmjerava u venu koja se širi zahvaljujući novim hemodinamskim uvjetima. Vremenom se lumen vene širi, a protoci krvi se pojačavaju te je nakon procesa sazrijevanja podesna za punkciju i izvođenje hemodijalize, najčešće nakon tri do pet tjedana za potrebe hemodijalize, iako idealno vrijeme za sazrijevanje AVF je 6 do 12 tjedana (11).

Tablica 2. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s AVF-om. Prilagođeno prema Jurinec (2019).

INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S AVF	
<b>Provesti edukaciju bolesnika</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postupak s rukom na kojoj je izrađena AVF</li> <li>• Postupak pri krvarenju</li> </ul>

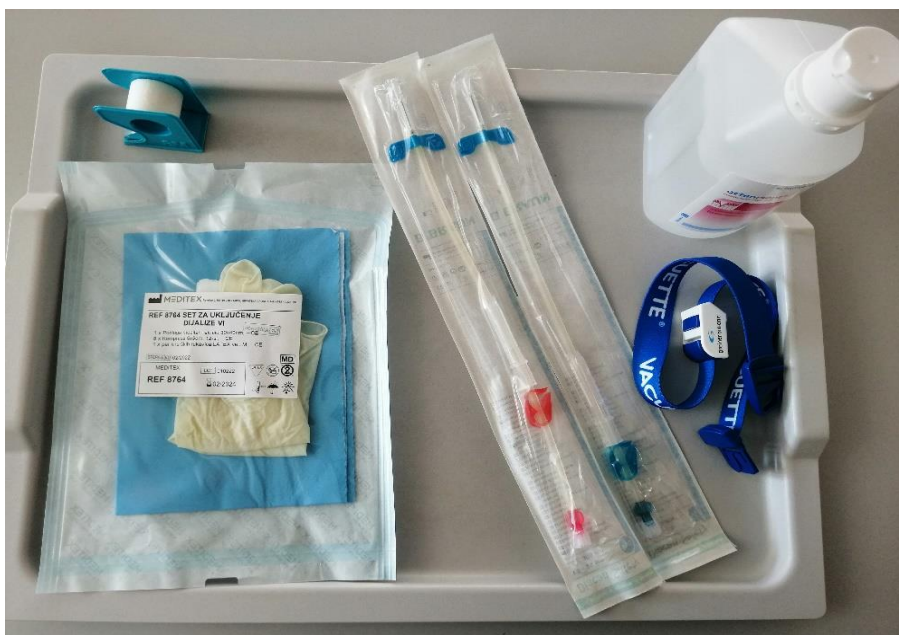
- Tehnika vježbanja
- Provjera rada AVF-a
- Higijena ruku
- Komplikacije AVF-a
- Postupak prije hemodijalize
- Postupak za vrijeme hemodijalize
- Postupak zaustavljanja krvarenja nakon izvlačenja igala
- Postupak nakon hemodijalize

#### Pravilno rukovati AVF-om

- Aseptični rad
- Pravilno punktiranje
- Upotreba sterilnih setova za priključivanje i isključivanje bolesnika na hemodijalizu
- Provođenje pravilnog izvlačenja igala
- Pravilan postupak zaustavljanja krvarenja nakon izvlačenja igala

#### Prepoznati, zbrinuti i dokumentirati komplikacije AVF-e

- Prepoznavanje i zbrinjavanje komplikacija AVF-e su opisane u poglavlju „Komplikacije vezane uz krvožilni pristup“



Slika 5. Priprema pribora za priključenje pacijenta na HD putem AVF-e

Tablica 3. Intervencije medicinske sestre pri punktiranju AVF-e. Prilagođeno prema Jurinec (2019).

## INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE PRI PUNKTIRANJU AVF-e

### Pripremiti prostor

**Pripremiti pribor:** sterilni set (sadržava sterilnu kompresu, sterilne rukavice, sterilne tufere), arterijsku i vensku iglu, leukoplast, dezinfekcijsko sredstvo, Esmarhovu povesku, bubrežastu zdjelicu

### Pripremiti bolesnika

**Procjena krvožilnog pristupa:** promatranje, palpacija i auskultacija. Promatranjem se uočavaju eventualni znakovi infekcije, otekline, prisutnost hematoma ili ostalih komplikacija AVF-a te se uočava mjesto anastomoze. Palpacijom i auskultacijom utvrđuje se rad AVF-a i određuje mjesto punktiranja.

**Odabrati mjesto punktiranja:** mjesto punktiranja potrebno je udaljiti minimalno 5cm od anastomoze. Potrebno je izbjegavati oštećena mjesta i aneurizme te mijenjati mjesta uboda. Punktiranje AVF-a može se izvoditi punktiranjem u jednom području, punktiranjem postupnim pomicanjem mjesta punkcije gore i dolje (tzv. tehnika uže) te punktiranjem u rupicu (tzv. tehnika rupice)

### Staviti sterilnu kompresu ispod ruke

### Postaviti Esmarhovu povesku

### Dezinficirati mjesto uboda



Slika 6. Dezinfekcija ubodnog mjesta

### Uvesti arterijsku iglu

### Učvrstiti iglu leukoplastom





*Slika 7. Učvrščivanje arterijske igle leukoplastom*

### **Uvesti vensku iglu**



*Slika 8. Uvođenje venske igle*

### **Učvrstiti iglu leukoplastom**

### **Priključiti bolesnika na izvantjelesnu cirkulaciju**



*Slika 9. Priključivanje bolesnika na izvantjelesnu cirkulaciju*

### **Dokumentirati provedene postupke**

### 5.2.3. Arterio-venska sintetička prenosnica – graft

Ako se zbog neadekvatnih krvnih žila ne može konstruirati nativna AVF, moguće je implantirati sintetsku krvnu žilu između arterije i vene, koja se naziva arterio-venska sintetička prenosnica - graft (AVG). Arterio-venski graft se izrađuje od prihvatljivog materijala koji mora biti biokompatibilan, kako bi se izbjegle alergijske reakcije, tromboze i infekcije. Implantira se potkožno kako bi bio dostupan punkciji, a konstruira se pretežno na nadlaktici između brahijalne arterije i aksilarne vene, rjeđe na podlaktici ili natkoljenici. Može se rabiti 2 – 4 tjedna nakon ugradnje. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s AVG-om iste su kao i kod bolesnika s AVF-om, osim što bolesnika nije potrebno educirati o tehnici vježbanja s obzirom na to da je AVG umjetni materijal te se ne mora razvijati (11,12).

### 5.2.4. Tunelirani centralni venski kateteri

U nekih starijih bolesnika sa sindromom kroničnog srčanog zatajenja i neadekvatnim perifernim krvnim žilama, postoji nemogućnost konstrukcije AVF-a i sintetskog AVG-a pa im se stoga ugrađuju trajni tunelirani centralni venski kateteri (TCVK) s potkožnom sintetskom obujmicom kao izbor trajnog pristupa za hemodijalizu. Vezivno tkivo uraste u obujmicu i time stabilizira položaj katetera te otežava mogućnost infekcije. Trajnim tuneliranim centralnim venskim kateterom liječi se približno 10 – 15 % bolesnika na kroničnoj hemodijalizi. Kao i svaki pristup tako i TCVK ima svoje prednosti: može se koristiti odmah po postavljanju, ne zahtijeva venepunkcije (manja mogućnost krvarenja izazvanog heparinom), lakše rješavanje eventualnih trombotičkih komplikacija na mjestu samog pristupa, te nedostatke: manji protok krvi kroz dijalizator, moguće komplikacije za vrijeme plasiranja katetera, veća mogućnost infekcija, stenoza supklavijске vene, kozmetički problemi (11) .



Slika 10. Priprema pribora za priključenje i isključenje bolesnika s HD putem CVK-a

Tablica 4. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika sa centralnim venskim kateterom. Prilagođeno prema Jurinec (2019).

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA SA CENTRALNIM VENSKIM KATETEROM</b>	
<b>Educirati bolesnika</b>	Bolesnika se educira o postupanju sa CVK-om, o toaleti izlazišta te znakovima infekcije.
<b>Pravilno rukovati CVK-om prilikom priključivanja i isključivanja bolesnika s izvantjelesne cirkulacije</b>	Priključivanje i isključivanje bolesnika s hemodijalize obavlja se u strogo aspetičnim uvjetima rada. Ovisno o ustanovi, postupke obavljaju liječnik i medicinska sestra ili dvije medicinske sestre. Kod provođenja postupka jedna osoba je sterilna i obavlja sve oko CVK-a, a druga čista i obavlja sve oko aparata i asistira sterilnoj osobi. Kod postupka isključivanja s izvantjelesne cirkulacije CVK se ispiru fiziološkom otopinom i konzervira antikoagulatnim sredstvom koje je potrebno ukloniti prije sljedeće hemodijalize. Nakon toga se zatvaraju sigurnosne hvataljke na CVK, postavljaju sterilni čepovi te se nastavci CVK-a sterilno povijaju.

*Slika 11. Priključivanje bolesnice na HD putem CVK-a izvode medicinska sestra (sterilna) i medicinski tehničar (čist)*

<b>Provoditi pravilnu toaletu izazišta CVK-a</b>	Prije svake hemodijalize potrebno je provjeriti izgled zaštitne obloge i izgled izlazišta. Prije postupka bolesniku se na lice postavlja zaštitna maska te ga se smješta u udoban položaj. Zaštitnim rukavicama uklanjanju se tupferi te se provjerava izgled izlazišta. Potom se sterilnim rukavicama izlazište čisti antiseptičkim sredstvom kružnim pokretom iz unutra prema van. Za svaki potez potrebno je rabiti novi tupfer. Po završetku toaleta, izlazište se prekriva sterilnim tupferom ili oblogom. U slučaju znakova infekcije, uzima se bris izlazišta te se obavještava liječnik.
<b>Prepoznati, zbrinuti i dokumentirati komplikacije</b>	Prepoznavanje i zbrinjavanje komplikacija CVK-a opisane su u poglavlju „Komplikacije vezane uz krvožilni pristup“

## 6. JEDINICA ZA DIJALIZU

Prema Pravilniku o uvjetima u pogledu prostora, radnika i medicinsko-tehničke opreme za obavljanje kronične dijalize u Centru za dijalizu mora se osigurati najmanje 30m<sup>2</sup> bruto po jednom mjestu za dijalizu (13).

Centar za dijalizu u pogledu prostora mora imati:

- odvojeno mjesto za dijalizu bolesnika s pozitivnim biljezima hepatitisa B, C i HIV-a,
- prostoriju za pripremu vode s reverznom osmozom,
- prostoriju za pripremu i sterilizaciju,
- prostoriju za čisto rublje i sanitetski materijal,
- prostoriju za nečisto rublje i privremeno odlaganje potrošenog materijala,
- prostoriju za servisiranje i smještaj rezervnih uređaja za dijalizu,
- prostoriju za pruručno skladište potrošnoga materijala u sklopu centra,
- glavno skladište potrošnoga materijala,
- prostoriju voditelja centra,
- liječničku ordinaciju za pregled bolesnika,

- prostoriju za liječnike i stručnu dokumentaciju,
- prostoriju za glavnu medicinsku sestru centra,
- prostoriju za medicinske sestre,
- garderobu za bolesnike,
- garderobu za radnike centra,
- čajnu kuhinju s grijalom, hladnjakom, sudoperom, stolom i ormarom za posuđe,
- sanitarni čvor za bolesnike, odvojeno po spolu,
- sanitarni čvor za djelatnike (WC + tuš), odvojeno po spolu,
- prostoriju za odmor bolesnika i
- klimatizirani prostor u kojem se provodi dijaliza (13).



*Slika 12. Jedinica za hemodijalizu*

Centar za dijalizu mora imati:

- uređaj za pripremu vode koja odgovara propisanim standardima vode za hemodijalizu;
- prenosivi EKG aparat, aspirator, defibrilator s monitorom, sterilizator, hladnjak, set za reanimaciju, kisik;
- mogućnost za hitno određivanje crvene krvne slike i elektrolita;
- stojeću ili sjedeću vagu (mehaničku ili digitalnu) (13).

Centar mora biti opremljen standardnim bolničkim krevetima ili foteljama za hemodijalizu. Centar za dijalizu mora osigurati nazočnost liječnika tijekom dijalize. Centar za dijalizu mora osigurati: jednu medicinsku sestru, odnosno medicinskog

tehničara na najviše 4 bolesnika koje zbrinjava tijekom postupka dijalize u bolničkim centrima za dijalizu; jednu medicinsku sestru, odnosno medicinskog tehničara na najviše 5 bolesnika u izvanbolničkim centrima za dijalizu. Najmanje 10% medicinskih sestara u centru za dijalizu moraju biti više medicinske sestre (13).

Medicinske sestre moraju imati edukaciju u trajanju od ukupno 12 mjeseci. Edukacija se prva četiri mjeseca provodi u ustanovi koja je ovlaštena od ministra zdravstva za edukaciju, pod vodstvom medicinske sestre/medicinskog tehničara – mentora (13).

Edukacija obuhvaća:

- upoznavanje s rukovanjem monitorima za dijalizu kao i s pripremom monitora za rad,
- uporabu žilnih pristupa, provedbu hemodijalize i rješavanje komplikacija tijekom hemodijalize,
- upoznavanje s liječenjem bolesnika s akutnim bubrežnim zatajivanjem i s postupcima sličnima hemodijalizi – terapijskom plazmaferezom, LDL aferezom i imunoadsorpcijom,
- upoznavanje s osnovama peritonejske dijalize (13).

Nakon završene prve faze edukacije, narednih osam mjeseci edukacija se nastavlja u matičnom centru, pod vodstvom osposobljenih medicinskih sestara/medicinskih tehničara. Nakon završenoga osposobljavanja, obavlja se provjera praktičnog i teorijskog znanja medicinske sestre/medicinskog tehničara, nakon čega se izdaje potvrda o uspješno provedenoj edukaciji (13).

## **7. AKUTNE KOMPLIKACIJE TIJEKOM POSTUPKA HEMODIJALIZE**

Među akutnim komplikacijama zabilježenim u svijetu najčešća je hipotenzija (25-55%). Ostale komplikacije su aritmije (50%), grčevi mišića (20%), mučnina/povraćanje tijekom i nakon sesije (15%), glavobolja, bol u prsima (5%), bol u leđima (5%), hipertenzija, groznica i zimica zbog reakcije dijalizatora. Postoji razlika u

učestalosti i obrascu akutnih komplikacija tijekom hemodijalize u različitim regijama svijeta, ovisno o genetskim i etničkim varijacijama i primarnom uzroku ESRD-a (14).

U ovom radu akutne komplikacije tijekom postupka podijeljene su u četiri velike kategorije:

- Akutne komplikacije vezane uz kardiovaskularni sustav
- Akutne komplikacije vezane uz neurološki sustav
- Akutne komplikacije vezane uz opremu za hemodijalizu
- Ostale akutne komplikacije

*Tablica 5. Akutne komplikacije tijekom postupka hemodijalize*

<b>AKUTNE KOMPLIKACIJE TIJEKOM POSTUPKA HEMODIJALIZE</b>	
<b>Akutne komplikacije vezane uz kardiovaskularni sustav</b>	Hipotenzija Hipertenzija Aritmije Nagla srčana smrt Grčevi Bolovi u prsima i leđima Hipokesmija
<b>Akutne komplikacije vezane uz neurološki sustav</b>	Disekvilibrij sindrom Glavobolja Intrakranijalno krvarenje
<b>Akutne komplikacije vezane uz opremu za dijalizu</b>	Reakcija na dijalizator Komplikacije vezane uz vodu za hemodijalizu Komplikacije vezane uz krvožilni pristup Zračna embolija
<b>Ostale akutne komplikacije</b>	Mučnina i povraćanje Svrbež Temperatura i zimica Hemoliza

## 7.1. AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ KARDIOVASKULARNI SUSTAV

Unatoč značajnom napretku u liječenju bolesnika na hemodijalizi, kardiovaskularne bolesti i dalje su glavni uzrok smrti. Gotovo polovica smrti na dijalizi posljedica je infarkta miokarda, srčanog zastoja, malignih aritmija i drugih srčanih uzroka. Visoka prevalencija dijabetesa, anemije, hiperparatireoze i hipertenzije među kroničnim dijaliznim bolesnicima potiče strukturne bolesti srca. Štoviše, preopterećenje tekućinom i metaboličke abnormalnosti kao što su metabolička acidoza, diskalemija i dismagnezijemija dovode do povećanog rizika od klinički značajnih aritmija i iznenadne srčane smrti. (15).

### 7.1.1. Hipotenzija

Kronični bubrežni bolesnici kojima je potrebna hemodijaliza suočavaju se s jedinstvenim hemodinamskim izazovom, obično tri puta tjedno. Održavanje odgovarajuće perfuzije krajnjih organa ovisi o uspostavi niza složenih kompenzacijskih mehanizama. Nažalost, sekundarno u odnosu na mnoštvo čimbenika povezanih s bolesnikom i hemodijalizom, ova kompenzacija često izostane i rezultira intradijalitičkom hipotenzijom (16).

Definiranje intradijalitičke hipotenzije (IDH) je teško jer ne postoji prihvaćeni „siguran“ raspon krvnog tlaka za bolesnike na dijalizi; stoga se koristi mnogo različitih definicija. Većina definicija koristi barem jednu od ovih komponenti:

- pojava niskog krvnog tlaka ispod određenog praga,
- intradijalitički pad krvnog tlaka,
- intradijalitički simptomi koje su prijavili pacijenti i
- medicinska intervencija tijekom dijalize s ciljem vraćanja volumena krvi (17).

Praćenje krvnog tlaka (RR) je neophodno u čestim intervalima tijekom HD kako bi se osigurala sigurnost pacijenata (18). To je vodeća komplikacija liječenja hemodijalizom, javlja se u 15%–30% svih tretmana i barem jednom u 75% bolesnika liječenih hemodijalizom (19,20). Ranije je veća pažnja bila posvećena problemu porasta krvnog tlaka (arterijske hipertenzije) i njenim eventualnim komplikacijama na vitalnim organima, ali se danas zna da je i hipotenzija vrlo opasna i također doprinosi povećanom pobolu i smrtnosti bolesnika na hemodijalizi (21).



Glavni uzrok IDH-a je uklanjanje tekućine. Dva su aspekta uklanjanja tekućine važna: brzina uklanjanja i količina uklonjene tekućine. Tijekom ranog dijela dijalize, kada se većina viška tekućine nalazi bliže središnjoj cirkulaciji, toleriraju se veće brzine uklanjanja tekućine. Nasuprot tome, prema kraju dijalize, ista brzina uklanjanja tekućine može rezultirati hipotenzijom, jer spor prijenos tekućine iz distalnih edematoznih dijelova tijela u cirkulaciju rezultira slabim vaskularnim punjenjem, smanjenim minutnim volumenom srca, a time i IDH-om. Uklanjanje tekućine ovisi o količini unesene tekućine. Nakon što se uzme u obzir rezidualna bubrežna funkcija, preostalu tekućinu potrebno je ukloniti dijalizom (22). Intradijalizna hipotenzija također može biti posljedica izostanka vazokonstrukcije (acetatna dijaliza, topli dijalizat, objed, ishemija tkiva, dušični oksid u tkivima, autonomna neuropatija, antihipertenzivi) i bolesti srca (dilatacija srca, infarkt miokarda, aritmije, perikardijalni izljev, bolest srčanih zalistaka), dok u rijetke uzroke pripadaju sepsa, hemoliza i zračna embolija (2).

Česta procjena suhe tjelesne težine, pokušaj smanjenja interdijalitičkog povećanja tjelesne težine i propisivanje češćih ili duljih dijaliznih tretmana mogu pomoći u sprječavanju IDH-a. Poremećeni vaskularni odgovor može se poboljšati primjenom izotermne ili hladne dijalize koja je također povezana sa smanjenjem krajnjeg oštećenja organa, iako njihov učinak na smrtnost još nije procijenjen (23). Intradijalizna hipotenzija može se prevenirati i izbjegavanjem primjene antihipertenziva 4-6 sati prije početka hemodijalize i tijekom dijalize te izbjegavanjem obroka za vrijeme hemodijalize radi moguće vazodilatacije splanhičnog sustava (12).

Intradijalizna hipotenzija izaziva simptome kao što su nelagoda u trbuhu, grčevi mišića, uzdisanje, tjeskoba, nemir, mučnina, povraćanje, glavobolja, vrtoglavica ili nesvjestica. Osim što pogoršava kvalitetu života pacijenata, IDH stvara prepreke za postizanje odgovarajuće doze dijalize i UF-e, te dovodi do kardiovaskularnih komplikacija, više hospitalizacija i veće smrtnosti dugoročno. Osjetljivi bolesnici su stariji i oni s dijabetesom, kardiovaskularnim bolestima, duljim stažom dijalize, nižim tlakom prije dijalize, nižim albuminom, višim indeksom tjelesne mase i većim volumenom UF (20). Očigledna simptomatska hipotenzija zahtijeva hitnu intervenciju medicinske sestre. Drastične mjere mogu uključivati potpuno zaustavljanje UF-e ili HD-e, zauzimanje Trendelenburgovog položaja i/ili intravenoznu primjenu fiziološke otopine i davanje kisika. Uz povećano razumijevanje patofiziologije i dostupnih

intervencija, najveći potencijal u minimiziranju IDH-a leži u inteligentnim sustavima koji omogućuju kontinuiranu pravovremenu prilagodbu postavki dijalize tijekom cijelog liječenja na temelju hemodinamskih promjena u stvarnom vremenu i pacijentovih prošlih podataka o hemodinamskim performansama. Postavke dijalize koje se mogu mijenjati uključuju smanjenje protoka krvi, optimiziranje brzine UF-e i koncentracije natrija u dijalizatu te hladnu temperaturu dijalizata (24).

*Tablica 6. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s intradijalitičkom hipotenzijom. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S INTRADIJALITIČKOM HIPOTENZIJOM</b>
Kontrolirati vitalne znakove
Pratiti stanje bolesnika i uočavati simptome (povraćanje, dispneja, grčevi mišića, gubitak svijesti)
Smanjiti protok krvi
Smanjiti i/ili prekinuti UF
Smjestiti bolesnika u Trendelburgov položaj
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (100-200 ml fiziološke otopine)
Povećati razinu natrija u dijalizatu
Po potrebi isključiti pacijenta s hemodijalize

### **7.1.2. Hipertenzija**

Hemodijaliza je postupak koji održava život za bolesnike s ZSKBB-om, ali prihvaćena posljedica hemodijalize je sklonost čestom mijenjanju krvnog tlaka tijekom i između tretmana hemodijalizom. Velika varijabilnost u mjerenjima krvnog tlaka tijekom hemodijalize je čimbenik rizika za povećanu smrtnost u ovih bolesnika (25). Hipertenzija u bolesnika na hemodijalizi pretežno je sistolička (bilo izolirana ili kombinirana s dijastoličkom hipertenzijom), dok je scenarij izolirane dijastoličke hipertenzije rijedak i češći u mlađih bolesnika. Kombinirana strategija ograničenja unosa natrija, prilagodbe suhe tjelesne težine i upotrebe antihipertenzivnih lijekova trebala bi biti učinkovita u poboljšanju kontrole krvnog tlaka. Čini se da drugi mehanizmi koji ne ovise o volumenu, kao što je uporaba eritropoetina, također imaju

važan doprinos i treba ih uzeti u obzir, osobito u mlađih pacijenata na hemodijalizi s dijastoličkom hipertenzijom (26).

Preopterećenje volumenom primarni je čimbenik koji pridonosi hipertenziji, a postizanje prave suhe težine postaje prioritet za reguliranje hipertenzije. Ostali čimbenici koji pridonose hipertenziji uključuju aktivaciju simpatičkog i renin-angiotenzin-aldosteronskog sustava (RAAS), disfunkciju endotelnih stanica, krutost arterija, izloženost hipertenzinogenim lijekovima i neravnotežu elektrolita tijekom hemodijalize. Epidemiološke studije u odraslih pokazuju da nekontrolirana hipertenzija dovodi do kardiovaskularnog morbiditeta, ali otkrivaju povećani rizik smrtnosti pri niskom krvnom tlaku, tako da ostaje nejasno koji bi ciljni krvni tlak trebao biti. Unatoč nedostatku konačnog cilja krvnog tlaka, postupno smanjenje suhe težine trebala bi biti prva intervencija za kontrolu krvnog tlaka. Smanjenje suhe težine provodi se tako da se sa svakim postupkom hemodijalize smanjuje težina za 0,2 – 0,5 L (27,28). Za snižavanje krvnog tlaka trebalo bi u početku koristiti nefarmakološke strategije s ciljem kontrole preopterećenja natrijem i volumenom. Sukladno tome, ograničavanje unosa natrija hranom, eliminacija intradijalitičkog povećanja natrija putem individualiziranog propisivanja natrija u dijalizatu, optimalna procjena i upravljanje suhom težinom i osiguravanje dovoljnog trajanja dijalize razmatranja su prve linije liječenja za kontrolu krvnog tlaka. Ako krvni tlak ostane nekontroliran unatoč odgovarajućem upravljanjem volumenom, antihipertenzivna terapija je sljedeće razmatranje. Pokazalo se da inhibitori RAAS-a poboljšavaju kardiovaskularni morbiditet i mortalitet te se preporučuju kao početna farmakološka terapija za hipertenzivne bolesnike na hemodijalizi (27,29).

*Tablica 7. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s hipertenzijom. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S HIPERTENZIJOM</b>
Provesti reedukaciju bolesnika o prehrani i uzimanju lijekova
Procijeniti ponovno „suhu“ težinu
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika

### 7.1.3. Aritmije i nagla srčana smrt

Kardiovaskularne promjene koje nastaju kao posljedica bubrežne disfunkcije, uključujući preopterećenje tekućinom, uremičnu kardiomiopatiju, sekundarni hiperparatireoidizam, anemiju, promijenjen metabolizam lipida i nakupljanje uremičnih toksina iz crijevne mikrobiote, pridonose visokom riziku za kardiovaskularne bolesti u populaciji s ZSKBB-om (30). Tijekom hemodijalize mogu nastati poremećaji srčanog ritma, infarkt miokarda, popuštanje srca, tamponada perikarda i moždani udar. Čimbenici rizika za nastanak aritmija u vrijeme hemodijalize jesu koronarna bolest, visoka dob, disfunkcija miokarda, hipertrofija lijeve klijetke i disfunkcija autonomnoga živčanog sustava (2,28).

Najčešća aritmija u bolesnika na dijalizi kao i u općoj populaciji jest fibrilacija atriya. Liječenje aritmija u dijaliziranih bolesnika ne razlikuje se od onoga u ostalih bolesnika s aritmijama (28). S visokim stopama ultrafiltracije i/ili intradijalizne hipotenzije dolazi do ishemije i reperfuzije miokarda. Ponovljene epizode ishemije i reperfuzije miokarda za posljedicu imaju preoblikovanje građe i funkcije lijeve klijetke, razvoj sistolne srčane slabosti i iznenadne srčane smrti. U terapijske postupke spadaju: očuvanje rezidualne renalne funkcije, optimalna kontrola faktora kardiovaskularnog rizika, individualizacija hemodijalize (optimalna stopa ultrafiltracije, produženo trajanje hemodijalize, povećana učestalost hemodijaliza, podešavanje koncentracije natrija i kalcija u otopinama za hemodijalizu, primjena vazopresora), hemodijafiltracija i novi modaliteti dijalize (31).

*Tablica 8. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s aritmijama. Prilagođeno prema Sestrinsko-medicinski problemi (HKMS, 2017).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S ARITMIJAMA</b>
Mjeriti vitalne znakove
Uspostaviti kontinuirani monitoring vitalnih funkcija
Primijeniti terapiju prema pisanoj odredbi liječnika
Pratiti popratne pojave terapije
Snimiti 12-kanalni elektrokardiogram
Uočavati znakove promijenjenog mentalnog statusa: razdražljivost, smetenost, pospanost

Uočavati znakove opterećenja cirkulacije: glavobolja, zažarena/crvena koža, tahikardija, distenzija vena, povišen centralni venski tlak, kratkoća daha, povišen krvni tlak, tahipneja, kašalj.

Pratiti vrijednosti elektrolita u krvi

Postaviti i održavati intravensku kanilu

Održavati centralni venski kateter

Izbjegavati izlaganje ekstremnim promjenama temperature

Sve napravljeno dokumentirati

#### 7.1.4. Grčevi mišića

Najčešći fizički simptom od kojeg pate bolesnici na hemodijalizi su grčevi mišića koji se često javljaju tijekom i između dijaliza. Grčevi najčešće zahvaćaju mišiće donjih udova, osobito listove; međutim, drugi mišići uključujući šake, ruke i trbuh također mogu biti zahvaćeni tijekom hemodijalize. Grčevi u mišićima nisu opasna pojava, ali su otežavajuće stanje za bolesnika i često prisiljava medicinske sestre da odvoje pacijente od aparata za dijalizu prije nego što je potrebno. Najčešći uzrok prekida postupka hemodijalize i značajan uzrok nedovoljne hemodijalize upravo jesu grčevi mišića. Stoga se prevencija ovog simptoma smatra jednim od glavnih izazova za osoblje na dijalizi (32-34). Studija grčeva mišića povezanih s dijalizom pokazalo je da je 79% sudionika (117 od 149) doživjelo grčeve barem jednom tijekom dijalize, a 73% (85 od 117) njih je izjavilo da se to dogodilo tijekom posljednjeg sata dijalize (35).

Predložene su različite hipoteze u vezi s fiziopatologijom mišićnih grčeva u ovih pacijenata, ali etiologija grčeva je i dalje nepoznata (32). Jedna od pretpostavki na kojima se temelji pojava grčeva u mišićima kod ovih pacijenata je abnormalni mišićni metabolizam (36). Hipotenzija, promjene u osmolarnosti plazme, hiponatrijemija, nedostatak karnitina, hipomagnezijemija i hipoksija tkiva se smatraju uzrocima razvoja grčeva (37). Smatra se da je metabolička alkalozna ključna komponenta etiologije grčeva u nogama koji se javljaju u drugoj polovici hemodijalize. Kako bi se spriječila pretjerana alkalozna, a time i grčevi u nogama, potrebno je prilagoditi sastav dijalizata i metodu dijalize kako bi se izbjegla prekomjerna korekcija acidoze. Osim toga, kako bi se spriječilo da kontrakcijska alkalozna pogorša situaciju, važno je ograničiti i povećanje tjelesne težine između dijaliza i količinu vode uklonjene tijekom dijalize (35).

Nemedicinske mjere koje se mogu poduzeti za sprječavanje grčeva uključuju izbjegavanje intradijalitičke hipotenzije i osmolarnih promjena te redovito vježbanje. Ako, usprkos ovim preventivnim mjerama, dođe do mišićnih grčeva tijekom dijalize, za akutno liječenje grčeva mogu se primijeniti hipertonična fiziološka otopina, glukoza i manitol (37). Suplementacija karnitinom široko se provodi kod pacijenata koji su na hemodijalizi jer se smatra da to ublažava mišićne simptome, uključujući mišićnu slabost, umor mišića, mialgiju i grčeve, koji se javljaju kod manjka karnitina. Za prevenciju ili liječenje grčeva u nogama, koji se često javljaju tijekom druge polovice hemodijalize, važno je razumjeti koji je okidač: je li to prvenstveno uzrokovano sastavom dijalizata (metabolička alkalozna), prekomjernim uklanjanjem vode (visoka satna ultrafiltracija), hipovolemija (prenisko određena suha tjelesna težina), neregulirana intradijalitička hipotenzija ili kao rezultat nedostatka karnitina i/ili drugih hranjivih tvari. To će voditi izboru najprikladnijih preventivnih mjera (35).

*Tablica 9. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s grčevima mišića. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S GRČEVIMA MIŠIĆA</b>
Prepoznati znakove grčeva (važno je pratiti bolesnikov izraz lica s obzirom da neki bolesnici žele prikriti znakove grčeva zbog mogućnosti smanjivanja ultrafiltracije)
Kontrolirati vitalne znakove
Privremeno isključiti i/ili smanjiti ultrafiltraciju
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (100 – 200 ml fiziološke otopine kod intradijalitičke hipotenzije ili ako su grčevi prisutni i nakon ispravljanja hipotenzije primijeniti hipertonične otopine NaCl-a, glukozu i manitol)

### **7.1.5. Bolovi u prsima i leđima**

Akutna bol u prsima često povezana i sa bolovima u leđima u bolesnika na hemodijalizi može biti uzrokovana raznim stanjima kao što su akutni koronarni sindrom, infekcija povezana s kateterom, upala pluća i perikardijalni izljev, kao i reakcija na dijalizator ili lijek koji se daje tijekom dijalize. Stoga klinička oštroumnost ostaje sastavni dio procjene akutne boli u prsima i leđima u ovoj skupini bolesnika

(38). U tablici 10. su objašnjeni najčešći mogući uzroci boli u prsima i leđima koje je potrebno istražiti kako bi mogli pravovremeno liječiti ovaj neugodan simptom (39).

*Tablica 10. Uzroci boli u prsima i leđima. Prilagođeno prema Kapa i Qian (2009).*

<b>UZROCI BOLI U PRSIMA I LEĐIMA</b>	
<b>Infekcija povezana s kateterom</b>	Svaka dijaliza kroz zaraženi kateter rezultira prolaznim pljuskom bakterija iz katetera u krvotok, što dovodi do epizoda groznice, zimice i rjeđe hipotenzije.
<b>Preopterećenje tekućinom s plućnom kongestijom</b>	Može uzrokovati otežano disanje i hipoksiju. Dijaliza je dobro poznata učinkovita metoda uklanjanja viška tekućine. Stoga je preopterećenje tekućinom najčešće posljedica, a ne uzrok simptoma.
<b>Perikardijalni izljev velikog volumena povezan s uremijom</b>	Može uzrokovati intradijalitičku hipotenziju zbog tamponade i biti povezan s nedostatkom daha i hipoksijom. Uremijski izljev često predstavlja problem na početku dijalize, ali se obično povlači s pojačanom dijalizom.
<b>Upala pluća</b>	Može uzrokovati otežano disanje, uz postojanje trajnih respiratornih simptoma, vrućice i/ili zimice.
<b>Alergijska reakcija na specifičnu vrstu dijalizatora</b>	Alergijska reakcija na specifičnu vrstu dijalizatora, nazvana sindromom preosjetljivosti na dijalizator je rijetka pojava koja zahtijeva promjenu dijalizatora. U bolesnika na dijalizi uvijek treba posumnjati na reakcije povezane s uzimanjem lijekova. Lijekovi koji se često koriste u dijalizi uključuju heparin za pripremu katetera i/ili dijalizatora i održavanje dijalize, željezo i eritropoetin za liječenje anemije i analoge vitamina D za sekundarni hiperparatireoidizam i bubrežnu osteodistrofiju.

*Tablica 11. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s bolovima u prsima i leđima. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S BOLOVIMA U PRSIMA I LEĐIMA</b>
Smanjiti protok krvi

Privremeno isključiti ultrafiltraciju
Snimiti EKG i pratiti stanje bolesnika
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (kisik, preparate nitrata u slučaju angioznog napadaja)

### 7.1.6. Hipoksemija

U osoba koje žive na nadmorskoj visini <1000 m, arterijska zasićenost kisikom (SaO<sub>2</sub>) između 96% i 99% smatra se normalnom. Iako ne postoji univerzalno dogovorena definicija hipoksemije, većina referenci smatra da je SaO<sub>2</sub> ≤90% pokazatelj hipoksemije. Treba napomenuti da opskrba tkiva kisikom ne ovisi samo o SaO<sub>2</sub> već i o sadržaju hemoglobina u krvi, perfuziji tkiva i oslobađanju kisika iz hemoglobina u tkivima (40).

Primarna funkcija crvenih krvnih stanica je prijenos kisika posredovanog hemoglobinom iz pluća u organe i tkiva. Proizvodnja crvenih krvnih zrnaca u koštanoj srži regulirana je eritropoetinom, hormonom koji održava odgovarajuću brzinu eritropoeze. Anemija se opaža u 70% bolesnika koji su na dijalizi i uglavnom se pripisuje nedostatku proizvodnje eritropoetina u bolesnim bubrezima i poremećenoj homeostazi željeza. Unatoč primjeni visokih doza sredstava za stimulaciju eritropoetina, čimbenici poput upale, nakupljanja uremičkih toksina i smanjenog životnog vijeka eritrocita pridonose smanjenom odgovoru na sredstva za stimulaciju eritropoetina. Oko 10% bolesnika na hemodijalizi pokazuje produljenu intradijalitičku hipoksemiju, definiranu kao arterijska saturacija kisikom ispod 90%, tijekom najmanje jedne trećine sesije dijalize (41). Tijekom hemodijalize pO<sub>2</sub> pada za otprilike 10-20 mmHg. Dok takvo smanjenje ne dovodi do značajnih kliničkih problema u bolesnika s normalnom oksigenacijom, u onih sa slabom oksigenacijom ima kliničko značenje. Hipoksemija je osobito izražena u prvih 30-60 minuta nakon početka dijalize, što ukazuje na poremećenu plućnu izmjenu plinova i/ili smanjeni respiratorni rad (37,42).

Uzroci hipoksemije su multifaktorski, s međudjelovanjem izravnih čimbenika povezanih s HD-om, kao i patologija povezanih sa zatajenjem bubrega i osnovnom bolešću pluća. Kada dođe do zatajenja bubrega, bolesnici su izloženi riziku od stanja preopterećenja tekućinom, što može uzrokovati plućni edem, pleuralni izljev i opstrukciju gornjih dišnih putova. Bolest bubrega također je povezana s oštećenom



respiratornom funkcijom, kao kod centralne apneje u snu ili kronične opstruktivne bolesti pluća. Zbog toga respiratorne i bubrežne bolesti često koegzistiraju. Klinička opažanja pokazuju da je intradijalitička hipoksemija povezana s intradijalitičkim morbidnim događajima, kao što su hipotenzija i grčevi. Produljena intradijalitička hipoksemija vjerojatno će pogoršati oštećenje krajnjih organa smanjenjem daljnje isporuke kisika tkivu, iako je teško razlikovati učinke intradijalitičke hipoksemije od onih već postojećih respiratornih patologija, apneje za vrijeme spavanja i preopterećenja tekućinom u odnosu na ishod (43,44).

Jedna potencijalna intervencija mogla bi biti davanje kisika tijekom dijalize. Iako nedostaju velika i sveobuhvatna ispitivanja, nekoliko malih studija pokazalo je pozitivan učinak intradijalitičke primjene kisika (40).

*Tablica 12. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s hipoksemijom*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S HIPOKSEMIJOM</b>
Mjeriti saturaciju krvi
Primijeniti kisik prema odredbi liječnika

## 7.2. AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ NEUROLOŠKI SUSTAV

### 7.2.1. Sindrom disekvilibracija

Sindrom neravnoteže dijalize odnosno sindrom disekvilibracija prvi su izvijestili Kennedy i sur. 1962. godine. To je akutna neurološka komplikacija koja se javlja tijekom ili nakon hemodijalize. Blagi simptomi uključuju umor, glavobolju, mučninu, povraćanje, grčeve mišića i drhtanje. Međutim, također može dovesti do kome, napadaja, pa čak i smrti u teškim slučajevima (45).

Učestalost sindroma nije jasno definirana zbog nespecifičnih manifestacija i poteškoća u potvrđivanju dijagnoze, što čini vjerojatnim da se sindrom disekvilibracija premalo prijavljuje. Veća je vjerojatnost da će se pojaviti nakon brze hemodijalize i u visokorizičnim skupinama. Vjeruje se da se ukupna incidencija s vremenom smanjila zbog svijesti o ovom stanju i provedbe preventivnih strategija (46,47). Sindrom disekvilibracija se najčešće opisuje u vezi s hemodijalizom, ali se može pojaviti u

bolesnika s akutnom bubrežnom ozljedom koja zahtijeva kontinuiranu nadomjesnu bubrežnu terapiju. Do danas nije opisana povezanost s peritonejskom dijalizom (48).

Neravnoteža dijalize prepoznata je više od pola desetljeća, ali patogeneza nije jasno shvaćena. Ispod su dvije najčešće predložene teorije:

- Obrnuti učinak ureje: tijekom hemodijalize ureja brzo prelazi iz plazme u dijalizat, a ureja iz likvora sporo prelazi u plazmu, zbog čega voda iz plazme prelazi u likvor odnosno moždane stanice. Ovo kašnjenje (obrnuti učinak ureje) stvara osmotski gradijent koji potiče neto pomak vode iz krvi u mozak, što dovodi do cerebralnog edema i njegovih povezanih manifestacija (2,49).
- Intracerebralna acidoza: studije su pokazale da postoji pad unutarstaničnog pH u moždanim stanicama. Pad pH uzrokuje odvajanje natrija i kalija koji su vezani za proteine, čineći ih osmotski aktivnima. Dodatni čimbenici koji pridonose intracerebralnoj acidozi su adaptivna retencija moždanih organskih osmolita poput glutamina, glutamata, taurina i mioinozitola. Zadržavanje tih osmolita uzrokuje paradoksalan pad unutarstaničnog pH što dovodi do povećane osmolalnosti mozga i cerebralnog edema (50,51).

Početna pojava povraćanja, glavobolje, vrtoglavice, agitacije, dezorijentacije, smetenosti, grčeva u mišićima i drhtanja česta je pojava kod kroničnih bolesnika na dijalizi. Obično se pripisuju pretjeranoj ili agresivnoj ultrafiltraciji te hipertenziji ili hipotenziji. Međutim, sindrom disekvilibracija se može pojaviti u bolesnika na kroničnoj dijalizi i mora ostati u diferencijalnoj dijagnozi, posebno kada je predijalizni dušik ureje u krvi visok i/ili postoji drugi pokretač hiperosmolaliteta, npr. hiperglikemija ili hipernatrijemija (48). Mjere za sprječavanje sindroma disekvilibracija trebale bi se koristiti kod pacijenata s visokim rizikom: prvi tretman hemodijalizom, visoka razina ureje u krvi (iznad 175 mg/dL ili 60 mmol/L) prije početka dijalize, ekstremne dobi – djeca i starije osobe, nagla promjena režima dijalize, prethodno postojeće neurološke bolesti, prisutnost stanja koja uzrokuju cerebralni edem, stanja koja uzrokuju povećanu propusnost krvno-moždane barijere (sepsa, meningitis, encefalitis, hemolitički uremijski sindrom) (51).

Najvažnija preventivna mjera u sprječavanju sindroma disekvilibracija je sporo uklanjanje ureje koja se može postići sljedećim metodama:

- Koristeći relativno nisku početnu brzinu protoka krvi, npr. 150 do 250 mL/min s dijalizatorom male površine tijekom 1-2 h. Ovaj režim se može ponavljati svakodnevno nekoliko dana.
- Pacijenti koji također imaju značajno preopterećenje tekućinom mogu se liječiti ultrafiltracijom (koja uklanja manje ureje po jedinici vremena), nakon čega slijedi kratko razdoblje hemodijalize.
- U bolesnika s izrazito povišenom urejom ili neurološkim simptomima hemodijalizu treba započeti bolnički (52).

Kod pacijenata koji često propuštaju dijalizu, nije ih uvijek moguće opetovano hospitalizirati kako bi se pokrenula spora dijaliza; pa se kod takvih pacijenata koristi tehnika modeliranja natrija. Neki uređaji za dijalizu imaju mogućnost modeliranja natrija, u kojem slučaju se mogu koristiti linearne ili eksponencijalne značajke za sprječavanje hipertoničnosti na kraju hemodijalize (51).

Sindrom disekvilibracija obično je samoograničen, sa simptomima koji se povlače u kratkom intervalu. Prognoza je općenito povoljna, a dijalizu u većini slučajeva nije potrebno prekidati. Komplikacije sindroma dijalizne neravnoteže uključuju posljedice kašnjenja u prepoznavanju stanja i kašnjenja u provođenju preventivnih strategija. U rijetkim slučajevima, s progresijom cerebralnog edema, simptomi mogu napredovati do ozbiljnih neuroloških manifestacija kao što su napadaji, koma ili smrt u teškim slučajevima, stoga je rano prepoznavanje čimbenika rizika za sindrom disekvilibracija u bolesnika koji započinju nadomjesnu bubrežnu terapiju te provođenje preventivnih mjera ključno u liječenju ovih bolesnika i poboljšanju ishoda (48,52).

*Tablica 13. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika sa sindromom disekvilibracija*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA SA SINDROMOM DISEKVILIBRIJA</b>
Promatrati bolesnika i uočavati simptome koji upućuju na sindrom disekvilibracija
Smanjiti protok krvne pumpe
Smanjiti protok dijalizata
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (hipertonična otopina NaCl-a, glukoza, manitol)

### 7.2.2. Glavobolja

Glavobolja je najčešći neurološki simptom među pacijentima na hemodijalizi (53). Prvi put je opisana 1972. godine, kada je procijenjeno da 70% bolesnika na kroničnom programu hemodijalize pati od glavobolja i da je ona jedan od simptoma disekvilibrirajućeg sindroma, koji se objašnjava akutno nastalim edemom mozga (54).

Međunarodno društvo za glavobolju (eng. International Headache Society) je postavilo kriterije hemodijaliznih glavobolja u svojoj klasifikaciji iz 2004. godine, koji obuhvaćaju:

- najmanje tri atake akutne glavobolje,
- bolesnike na kroničnom programu hemodijalize,
- javljanje epizoda glavobolje počinje tijekom hemodijalize, svaka epizoda glavobolje se pogoršava tijekom hemodijalize i svaka ataka glavobolje završava prije isteka 72h od kraja hemodijalize,
- epizode glavobolje se ne ponavljaju nakon transplantacije bubrega i kraja tretmana hemodijalizom (55).

Glavobolja česta je komplikacija hemodijalize i često predstavlja izazov za nefrologe, neurologe i specijaliste za glavobolje. Prevalencija hemodijalizne glavobolje varira između 27% i 73%. Među karakteristikama ove glavobolje su pulsirajući uzorak, frontalni položaj, umjereni do jaki intenzitet i početak nekoliko sati nakon početka dijalize. Glavobolja može biti popraćena mučninom i povraćanjem. Fiziopatologija hemodijalizne glavobolje još uvijek nije potpuno razjašnjena. Neki čimbenici za koje se čini da su povezani su varijacije u razinama ureje, natrija, magnezija, krvnog tlaka i tjelesne težine. Važnu ulogu ima hematoencefalna barijera. Postoje preporuke za održavanje volumena i kontrolu elektrolita i krvnog tlaka te izbjegavanje kofeina za prevenciju hemodijalizne glavobolje. Unatoč svojoj rasprostranjenosti, hemodijalizna glavobolja je slabo proučavana, što otežava razumijevanje patofizioloških mehanizama koji su uključeni u njen nastanak (56).

Tablica 14. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s glavoboljom

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S GLAVOBOLJOM</b>
Smanjiti protok krvi
Izmjeriti vitalne funkcije
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (analgetike)

### 7.2.3. Intrakranijalno krvarenje

Cerebrovaskularni događaj čini treći najčešći uzrok smrti. Bolesnici s kroničnim zatajenjem bubrega imaju povećanu stopu cerebrovaskularnih događaja u usporedbi s normalnom populacijom. Čimbenici rizika za cerebrovaskularni događaj su: hipertenzija, nizak hemoglobin i pothranjenosti (mala težina, niska razina albumina). Hipertenzija, rutinski heparin korišten tijekom postupka hemodijalize i sklonost dijatezi krvarenja u ovoj skupini bolesnika mogu dovesti do porasta hemoragijskih moždanih udara (37).

Heparin je najčešći antikoagulans koji se koristi za dijalizu. Iako može povećati rizik od krvarenja središnjeg živčanog sustava, njegov kratki poluživot i dostupni protuotrov (protamin sulfat) koji brzo uspostavlja normalan profil koagulacije promiču veliku upotrebu heparina kao sigurnog antikoagulacijskog sredstva za dijalizu čak i kod visokorizičnih stanja (57).

Tablica 15. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s intrakranijalnim krvarenjem. Prilagođeno prema Kurtović (2013).

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S INTRAKRANIJALNIM KRVARENJEM</b>
Promatrati bolesnika
Pratiti promijene vitalnih funkcija
Promatrati neurološke znakove (razina svijesti, veličina zjenica, oblik)
Promatrati znakove i simptome povišenog intrakranijalnog tlaka (smanjenje razine svijesti, proširene i ukočene zjenice, motorna disfunkcija, promjene u respiratornom obrascu)
Primjena lijekova prema odredbi liječnika (antidot heparina, manitol, deksametazon)

## 7.3. AKUTNE KOMPLIKACIJE VEZANE UZ OPREMU ZA HEMODIJALIZU

### 7.3.1. Reakcija na dijalizator

Hemodijaliza je izvantjelesna bubrežna nadomjesna tehnika pri kojoj je krv bolesnika u izravnom kontaktu s različitim materijalima. Reakcije preosjetljivosti povezane s membranama za dijalizu odavno su poznate. Složenost sustava za hemodijalizu, koji se sastoje od velikog broja različitih materijala, otežava točno određivanje agensa koji uzrokuje reakciju preosjetljivosti kod određenog bolesnika (58). Pacijent može dobiti alergijsku reakciju na sam dijalizator ili češće, na sterilizator (ubija sve mikroorganizme, uključujući bakterijske spore), dezinficijens (ubija mikroorganizme na površini, ali ne i bakterijske spore), heparin ili druge lijekove koji se primjenjuju tijekom dijalize (antibiotici, krv, željezo) (49).

Daugirdas i Ing su klasificirali reakcije u tip A i B. Reakcije tipa A počinju unutar prvih 30 minuta nakon početka hemodijalize. Imaju različite simptome (svrbež, žarenje u vaskularnom pristupu, kašalj, curenje nosa, grčeve u trbuhu, dispneju, bronhospazam, pa čak i kardiorespiratorni arrest) (59). Mogu biti ovisne o IgE (anafilaktičke reakcije, npr. potaknute etilen oksidom, formaldehidom, lateksom, klorheksidinom, intravenskim željezom, sredstvima za stimulaciju eritropoeze ili heparinom), ili neovisne o IgE (anafilaktoidne reakcije, npr. one potaknute opioidima, jednim kontrastnim sredstvima i nesteroidnim protuupalnim lijekovima) (58,60).

*Tablica 16. Daugirasovi kriteriji za definiranje reakcije tipa A. Prilagođeno prema Martin-Navarro (2019).*

DAUGIRASOVI KRITERIJI ZA DEFINIRANJE REAKCIJE TIP A	
VELIKI KRITERIJI	MALI KRITERIJI
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ponovljene epizode u uzastopnoj hemodijalizi koristeći isti tip i marku dijalizatora</li><li>• Urtikarija</li><li>• Curenje nosa</li><li>• Suzenje</li><li>• Abdominalni grčevi</li><li>• Svrbež</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pojava reakcije u prvih 20 minuta od početka hemodijalize</li><li>• Dispneja</li><li>• Osjećaj topline ili žarenja na mjestu vaskularnog pristupa ili u cijelom tijelu</li><li>• Angioedem</li></ul>

Dijagnoza reakcije tipa A postavlja se ako su prisutni: tri velika kriterija ili dva velika kriterija i jedan mali

Sumnja na reakciju tipa A se postavlja na temelju: dva velika kriterija, jednog velikog i dva manja kriterija ili tri manja kriterija

Reakcije tipa B su češće, počinju kasnije tijekom hemodijalize i imaju blaže simptome. Smatra se da su povezani s otpuštanjem histamina, leukotriena i bradikina te da su povezani s upotrebom manje biokompatibilnih celuloznih membrana (58). Simptomi su vrlo različiti i mogu uključivati dispneju, bol u prsima, glavobolju, mučninu, povraćanje i hipotenziju. S obzirom na djelomično preklapanje simptoma između reakcija tipa A i B, vrijeme može biti jedino razlikovno obilježje (61).

Dijalizatori se steriliziraju kemikalijama (etilen oksid), parom (toplina) ili zračenjem ( $\gamma$  ili  $\beta$ ). Neke anafilaktičke reakcije tipa A bile su povezane s upotrebom etilen oksida, koji se ponaša kao haptent reagirajući s proteinima, uključujući albumin, potičući njihovu denaturaciju i potencijalno izlažući neoantigene koji mogu stimulirati imunološki odgovor. Dezinficijensi, poput hipoklorita (izbjeljivača) i formaldehida, koji se često koriste za ponovnu obradu dijalizatora, također mogu izazvati alergijsku reakciju ako se ne isperu na odgovarajući način prije dijalize. Danas se koriste dijalizatori za jednokratnu uporabu (49,61). Heparin može rezultirati trombocitopenijom izazvanom heparinom (HIT). Pet posto bolesnika s HIT-om razvije reakcije slične alergijskim koje karakteriziraju mučnina, kašalj, vrućica i zimica. Alergijska reakcija povezana s HIT-om posredovana je IgG-om, a ne IgE-om (62).

Nekoliko mjera može minimizirati rizik ili ozbiljnost alergijske reakcije tijekom dijalize:

- dijalizator treba napuniti dovoljnom količinom fiziološke otopine da se ispere sterilant
- koristan je prijelaz sa sterilizacije etilen oksidom na  $\gamma$  - zračenje ili sterilizaciju parom
- ako se sumnja na alergijsku reakciju, važno je ne vraćati krv u izvantjelesni krug kako bi se izbjeglo pogoršanje reakcije preosjetljivosti

- kada se pojavi sumnja na alergijsku reakciju, također treba isključiti druge komplikacije koje mogu oponašati ovo stanje, poput zračne embolije, hemolize ili pirogene reakcije
- teške reakcije preosjetljivosti liječe se antihistaminicima, kortikosteroidima i epinefrinom (61).

*Tablica 17. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s reakcijom na dijalizator. Prilagođeno prema Jurić (2018).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S REAKCIJOM NA DIJALIZATOR</b>
Prepoznati reakciju na dijalizator
Odmah prekinuti postupak hemodijalize bez vraćanja krvi iz kruga izvantjelesne cirkulacije bolesniku
Monitorirati bolesnika
Primijeniti terapiju prema odredbi liječnika (antihistaminici, steroidi, adrenalin)

### **7.3.2. Komplikacije vezane uz vodu za hemodijalizu**

Liječenje zatajenja bubrega hemodijalizom koristi tekućinu za dijalizu kako bi se olakšala normalizacija abnormalnosti elektrolita i kiselinske baze i uklanjanje uremijskih spojeva male molekularne težine prisutnih u plazmi, kao što je urea. Voda koja se koristi je pitka voda, ali se dodatno tretira. Sastav tekućine za dijalizu ima važnu ulogu u modulaciji komplikacija povezanih sa ZSKBB-om, kao i onih povezanih sa samim liječenjem. Izbjegavanje komplikacija koje proizlaze iz onečišćenja vode zahtijeva stalnu i snažnu pozornost na kvalitetu vode. Standardi kvalitete za vodu i koncentrata koji se koriste za proizvodnju dijalizata dobro su uspostavljeni. Standard Europske renalne udruge propisuje da mikrobiološka kontaminacija isporučene vode treba biti u skladu s preporukama Europske farmakopeje (63).

Akutni gubitak vode u jedinici za hemodijalizu je hitan slučaj. Može biti lokaliziran samo zbog puknuća vodovodnih cijevi u jedinici za hemodijalizu ili predstavlja problem cijele bolnice. Ako je lokaliziran na dijaliznim jedinicama, potrebno je odmah obavijestiti nadležna tijela. Ako se može koristiti voda iz drugih dijelova bolnice, tada se može koristiti prijenosni sustav reverzne osmoze. U slučaju većeg



gubitka vode, potrebno je slijediti postupni protokol, uključujući uštedu vode, uzbuđivanje viših vlasti i komunikaciju s gradskim vodovodnim tijelom. Bolesnici kojima je potrebna akutna dijaliza mogu se prebaciti na kontinuirane metode ili se premjestiti u drugu medicinsku ustanovu (49).

Bolesnici koji koriste hemodijalizu kao nadomjesnu bubrežnu terapiju izloženi su 18000 do 36000 litara vode godišnje tijekom hemodijalize. Stvaranje dijalizata uključuje pročišćavanje vode, distribuciju pročišćene vode do individualnih aparata za hemodijalizu, pripremu koncentrata (kiseli i bazični koncentrat) i konačno miješanje koncentrata s pročišćenom vodom. U slučaju da sustav vode za hemodijalizu ne proizvodi odgovarajuću vodu, pacijenti mogu biti izloženi raznim kemikalijama, bakterijama i otrovnim kontaminacijama. Čista voda koristi se u konvencionalnom postupku hemodijalize. Pročišćavanje ultračiste vode koristi se u mnogim dijaliznim modalitetima uključujući online hemodijafiltraciju, online hemofiltraciju i dijalizu visokog protoka. Problemi povezani s procesom pročišćavanja vode dovode do kratkotrajnih i dugotrajnih komplikacija. U kratkotrajnim komplikacijama može doći do ozbiljne septičke epizode praćene drhtavicom, groznicom, mučninom, mialgijom, glavoboljom, slabošću i čak hipotenzijom i šokom kada je bolesnik izložen prekomjernoj količini bakterija ili endotoksina. Stoga je od vitalne važnosti na vrijeme otkriti bilo koje onečišćenje u dijaliznoj tekućini ili bilo kakvo stvaranje biofilma u dijelovima sustava. Neki problemi nastaju ako kemijski sadržaj vodenog sustava nije u željenim granicama. Na primjer, niska razina natrija može uzrokovati hipotenziju, grčeve i hemolizu, dok visoka razina natrija može dovesti do žeđi i epizode nalik neravnoteži. Niske i visoke razine kalija dovode do srčanih aritmija, niske razine kalcija uzrokuju hipotenziju, hiperparatireoidizam, fascikulaciju, tetaniju i petehije. Niske razine magnezija mogu uzrokovati hiperparatireozu, a njegove visoke razine mogu dovesti do osteoporoze i osteomalacija, mučnine, poremećaja vida, slabosti mišića, ataksije i hipotenzije (37).

Potrebno je voditi računa o kakvoći vode koja se koristi za hemodijalizu, treba održavati dopuštene razine kemijskih kontaminanata, granice Europske farmakopeje ne smiju biti prekoračene u razinama mikrobioloških zagađivača, te treba uzeti odgovarajuće uzorke i analizirati ih iz različitih odjeljaka jedinicu sustava vode za dijalizu u pravilnim intervalima (37).

### 7.3.3. Komplikacije vezane uz krvožilni pristup

Napredak u standardima skrbi produžio je očekivani životni vijek pacijenata sa zatajenjem bubrega. Međutim, opcije za kronični vaskularni pristup za hemodijalizu ostale su nepromijenjene desetljećima. Visok morbiditet i mortalitet povezani s trenutnim komplikacijama vaskularnog pristupa naglašava nezadovoljenu kliničku potrebu za novim tehnikama vaskularnog pristupa (64). Sve vrste vaskularnog pristupa imaju potencijal za komplikacije. Komplikacije mogu varirati od događaja koji su nezgodni za pacijente, kao što je produljeno trajanje dijalize zbog potrebe za trombolitičkom instalacijom zbog neispravnog katetera, dodatnog putovanja izvan njihove svakodnevne rutine radi pristupa angioplastici ili gubitka pristupa koji zahtijeva zamjenu (65).

Najčešće ozbiljne komplikacije vaskularnog pristupa su infekcija i sepsa. Infekcija povezana s vaskularnim pristupom i sepsa ostaju glavni uzrok morbiditeta i mortaliteta u bolesnika na hemodijalizi. Jasno je da je sepsa klinički opasnija po život od infekcije; infekcije povezane s vaskularnim pristupom mogu uključivati (ali nisu ograničene na) infekcije izlaznog mjesta katetera, infekcije AVF-e ili infekcije AVG-a, a sve mogu napredovati do potpune sepse (65,66).

#### 7.3.3.1. Komplikacije vezane uz AVF/AVG

Pomicanje venske igle je rijetka, ali po život opasna komplikacija HD-a. S tipičnim dijaliznim protokom krvi od 300-500 ml/min, hemoragijski šok nastupa unutar nekoliko minuta (nakon gubitka 30%-40% ukupnog volumena krvi). Glavni čimbenici koji dovode do izbacivanja igle povezani su s pristupnom njegom (nepravilno lijepljenje pristupne cijevi na kožu, labav luer lock priključak cijevi, krvne linije nisu labavo spojene ili pristupno mjesto nije vidljivo) i čimbenicima pacijenta (zbunjeni pacijent koji povlači igle izvan pristupa) (67).

Akutno smanjenje dijaliznog venskog tlaka teoretski bi trebalo uslijediti brzo nakon izmještanja venske igle iz pristupa i pokrenuti alarm za tlak koji bi upozorio medicinsku sestru. Međutim, na monitor venskog alarma na HD uređajima ne utječu samo intrapristupni tlak, već i dijalizni protok krvi, viskoznost krvi, otpor protoka izvantjelesne cijevi i razlika u visini između pristupne i venske kapalne komore. U idealnom slučaju, kako bi se osiguralo rano otkrivanje gubitka krvi, alarm za venski

tlak bio bi postavljen 10 mmHg ispod osnovnog dijaliznog venskog tlaka. Međutim, venski tlak varira za 30-40 mmHg tijekom tipične sesije dijalize zbog položaja pacijenta (ležeći u odnosu na sjedenje) i pomicanja pristupnog ekstremiteta. Kako bi se spriječilo pokretanje višestrukih lažnih alarma za tlak tijekom svake sesije dijalize, monitor tlaka obično se postavlja ispod tog praga. Kao posljedica toga, osoblje na dijalizi može imati lažan osjećaj sigurnosti kada, zapravo, može doći do značajnog curenja krvi prije nego što venski tlak padne za 40 mmHg i aktivira alarm za tlak (68).

*Tablica 18. Intervencije medicinske sestre u prevenciji pomicanja venske igle. Prilagođeno prema Polaschegg (2010).*

INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE U PREVENCIJI POMICANJA VENSKE IGLE
Pravilno pričvršćivanje pristupne igle
Odgovarajuće zatezanje luer lock-a na svim spojevima
Osiguravanje da su sve krvne linije labavo vezane kako bi se spriječilo slučajno pomicanje
Pristupno mjesto treba pregledati svaki put kada mjerač venskog tlaka sugerira pad tlaka, čak i ako detektor curenja krvi ne generira alarm
Održavanje pristupnog mjesta vidljivim u svakom trenutku



*Slika 13. Prevencija pomicanja venske igle - poduzete intervencije navedene u tablici 18.*

Krvarenje iz arteriovenskog pristupa je neuobičajena, ali potencijalno smrtonosna komplikacija ako se pravodobno ne prepozna i ne djeluje odgovarajućom intervencijom. Većina fatalnih vaskularnih pristupnih krvarenja događa se izvan dijalizne ustanove. Bolesnike i njihove obitelji treba educirati o prepoznavanju i hitnom zbrinjavanju krvarenja (69).

Pseudoaneurizma je lažna aneurizma, jer nema sve slojeve vene, već se sastoji od hematoma i fibroznog tkiva. Nastaje zbog traume i ponovljene kanilacije tijekom HD. Aneurizme se obično stvaraju na izlaznoj veni/graftu arteriovenskog pristupa i rezultat su povećanja dilatacije zbog visokog protoka krvi i vaskularnog oštećenja (70). Fizikalni pregled aneurizme je najvažniji alat za utvrđivanje potrebe za intervencijom. Bilo kakvo brzo povećanje pseudoaneurizme, dokaz stenoze odljeva (test elevacije ruke - neuspjeh u kolapsu, modrica visokog tona), stanjenje ili ulceracija kože iznad pseudoaneurizme, pulsacija ili dokaz infekcije trebali bi potaknuti hitnu intervenciju. Pravilne tehnike kaniliranja mogu spriječiti stvaranje pseudoaneurizma. Tehnika ljestava od užeta sprječava stvaranje aneurizme, dok ponovljena kanilacija istog područja može pospješiti stvaranje aneurizme. Ako je aneurizma stabilna bez znakova neizbježne rupture (ulceracija, stanjena ili sjajna koža ili infekcija), potrebno je uputiti je na fistulogram kako bi se procijenila potencijalna temeljna stenoza odljeva. Angioplastika za smanjenje intrapristupnog tlaka može spriječiti stvaranje aneurizme ili usporiti njen rast (71).

*Tablica 19. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s krvarenjem iz vaskularnog pristupnog mjesta. Prilagođeno prema Saha (2017).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S KRVARENJEM IZ VASKULARNOG PRISTUPNOG MJESTA</b>
Izravni kontinuirani pritisak prstom u trajanju od 15-20 minuta je najučinkovitija metoda zaustavljanja krvarenja
Edukacija bolesnika o mogućem krvarenju izvan dijalizne jedinice: u slučaju rupture pseudoaneurizme ili aneurizme izravan pritisak prstom na mjesto krvarenja najbolja je metoda kontrole krvarenja. Bolesnike treba savjetovati da nastave s izravnim pritiskom dok ne stigne hitna medicinska pomoć i izbjegavaju nošenje steza, ručnika ili manšete za mjerenje tlaka na ekstremitetu

### 7.3.3.2. Komplikacije vezane uz CVK

Najčešća komplikacija CVK je infekcija, koja može biti lokalizirana na kateteru ili se pojaviti u krvotoku. Uporaba CVK-a povezana je s višim stopama smrtnosti od svih uzroka, smrtonosnih infekcija i kardiovaskularnih događaja nego uporaba AVF-a ili AVG-a. Infekcije povezane s kateterom povezane su sa smanjenom kvalitetom života, kao rezultat povećane hospitalizacije i potrebe za intravenskom antibiotskom terapijom. Ova visoka razina morbiditeta i neuspjeha pristupa objašnjava zašto je u posljednja dva desetljeća naglasak stavljen na katetere kao strategiju vaskularnog pristupa „zadnje upotrebe“ za hemodijalizu. Još jedna komplikacija uporabe CVK je disfunkcija katetera kao rezultat stvaranja fibrinske ovojnice ili tromboze koja zahtijeva ponavljane intervencije kako bi se održala prohodnost katetera (64).

*Tablica 20. Intervencije medicinske sestre pri prepoznavanju i zbrinjavanju komplikacija povezanih sa CVK-a. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE PRI PREPOZNAVANJU I ZBRINJAVANJU KOMPLIKACIJA POVEZANIH SA CVK-a</b>	
<b>Infekcija</b>	Prevenција: <ul style="list-style-type: none"><li>• Aspetički uvjeti rada</li></ul>
	Zbrinjavanje: <ul style="list-style-type: none"><li>• Prepoznavanje znakova infekcije: crvenilo izlazišta, pojava iscjetka iz izlazišta, oteklina i bolnost izlazišta, povišena tjelesna temperatura</li><li>• Uzeti uzorke krvi, bris izlazišta</li><li>• Primjena terapije prema odredbi liječnika (antibiotik)</li></ul>
<b>Tromboza</b>	Prevenција: <ul style="list-style-type: none"><li>• Pravilno konzerviranje (primjena odgovarajućeg antikoagulatnog sredstva za CVK po završetku hemodijalize)</li></ul>
	Zbrinjavanje: <ul style="list-style-type: none"><li>• primjena fibrinolitičkih otopina tijekom 3-6 sati</li></ul>

#### 7.3.4. Zračna embolija

Zahvaljujući zaštitnim mjerama u modernom hemodijaliznom aparatu, zračna embolija iznimno je rijetka tijekom HD-a, ali budući da znakovi i simptomi zračne embolije mogu oponašati druge uobičajene komplikacije, potreban je pažljiv oprez i velika sumnja za dijagnozu. Tijekom svog kretanja unutar kapilare, mjehurić ostruže sloj glikokaliksa koji oblaže površinu žila i nakon toga ometa protok krvi kroz kapilaru. Mjehurići zraka zarobljeni u sistemske (plućnoj ili cerebralnoj) mikrocirkulaciji mogu uzrokovati lokalnu ishemiju, zaustavljanje cirkulacije, aktivaciju komplementa i koagulacijskog sustava, lokaliziranu upalu i oštećenje vaskularnih endotelnih stanica (72).

Zrak može ući u izvantjelesni HD krug ili kao rezultat zaostalog zraka zarobljenog u cijevima ili dijalizatoru zbog nepotpunog punjenja ili zbog slomljene ili labave luer veze. Zrak koji ulazi u izvantjelesni krug dolazi do venske zračne zamke postavljene distalno od dijalizatora, odmah smanjujući razinu krvi u komori. Promjenu razine tekućine u ovoj komori prepoznaje senzor koji aktivira alarm i zaustavlja pumpu krvi. Kao posljedica ovih tehnoloških mjera zaštite, zračna embolija u modernom dobu proizlazi iz ljudske pogreške (73). Zračna embolija također se može pojaviti tijekom postavljanja dijaliznog katetra, slučajnog odspajanja tijekom njegove uporabe ili pri njegovom uklanjanju. Puknuće katetera ili slučajno odspajanje također mogu dovesti do smrtonosne zračne embolije (74). Mjere za minimiziranje rizika od zračne embolije uključuju izbjegavanje ekstremno visokog protoka krvi na dijalizi, držanje arterijskog luer locka zategnutim, odgovarajuće punjenje dijalizatora i sustava cijevi prije početka hemodijalize i održavanje visoke razine krvi u venskom hvataču zraka (75).

Masivna zračna embolija manifestira se bolom u prsima, dispnejom i sinkopom. Cerebralna zračna embolija može uzrokovati zamagljen vid, promijenjen mentalni status, napadaje ili ishemijski moždani udar. Bolesnici mogu razviti hipotenziju i tahikardiju zbog preopterećenja desne klijetke uz zahvaćanje plućnog kapilarnog sloja (76). Stupanj oštećenja krajnjeg organa ovisi o brzini ulaska zraka, volumenu zraka, položaju pacijenta i osnovnom srčanom statusu. Kod ljudi se volumen od 100-300 ml zraka smatra smrtonosnim (77). Nakon što se posumnja na zračnu emboliju, bolesniku treba osigurati 100% kisik. Rane studije sugerirale su da

lijevi lateralni ležeći položaj može spriječiti zatajenje desne klijetke sprječavanjem opstrukcije izlaznog trakta tijekom zračne embolije pomicanjem zraka superiornije u desnom ventrikulu. (78).

*Tablica 21. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s zračnom embolijom. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S ZRAČNOM EMBOLIJOM</b>
Prekinuti postupak hemodijalize
Smjestiti bolesnika u lijevi bočni položaj s glavom prema dolje
Pratiti stanje bolesnika
Primijeniti kisik te ostale lijekove prema odredbi liječnika

## **7.4. OSTALE AKUTNE KOMPLIKACIJE**

### **7.4.1. Mučnina i povraćanje**

Mučnina i povraćanje mogu biti posljedica drugih komplikacija hemodijalize kao što su hipotenzija, sindrom disekvilibrija, alergijske reakcije na dijalizator ili bolesti probavnog sustava (2). Također mogu pratiti akutni koronarni sindrom, cerebrovaskularne događaje i infekcije. Bolesnike s mučninom i povraćanjem potrebno je ispitati za uzroke ovih događaja, a ako su uzroci odsutni potrebno je procijeniti gastrointestinalne događaje jer je prevalencija dispeptičkih tegoba i gastritisa, duodenitisa, peptičkog ulkusa i kolelitijaze također se povećala u skupini pacijenata na dijalizi (37).

Kada se ustanovi uzrok mučnine i povraćanja potrebno je prilagoditi intervencije za uklanjanje uzroka. Primjerice, kada se mučnina i povraćanje jave kao posljedica hipotenzivne epizode, sve intervencije su usmjerene na ispravljanje hipotenzije. Posebnu pažnju kod hipotenzivne epizode treba usmjeriti na opasnost od aspiracije povraćanog sadržaja uzrokovanog poremećajem svijesti (28). Obično se mučnina i povraćanje mogu prevenirati sporijim protokom krvi na početku dijalize, kao i mjerama za sprečavanje hipotenzije. Liječenje se sastoji u smanjenju protoka krvi i ultrafiltracije

te davanju antiemetika. Mučnina i povraćanje koji nisu povezani s hemodinamikom mogu imati koristi od 5 do 10 mg metoklopramida prije hemodijalize (2,37).

*Tablica 22. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s mučninom i povraćanjem. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S MUČNINOM I POVRAĆANJEM</b>
Smanjiti ultrafiltraciju
Smanjiti protok krvi
Primijeniti lijekove prema odredbi liječnika (antiemetici)

#### **7.4.2. Srbež (pruritus)**

Pruritus je intruzivan i uznemirujući simptom koji negativno utječe na kvalitetu života (79). Najnoviji epidemiološki podaci sugeriraju da približno 40% bolesnika sa završnom fazom bubrežne bolesti ima umjeren do jak svrbež te da svrbež ima veliki klinički učinak, snažno povezan s lošom kvalitetom života, poremećajem sna, depresijom i povećanom smrtnosti (80).

Patofiziološki mehanizmi pruritusa ostaju uglavnom nepoznati. Neke od teorija uključuju sekundarni hiperparatireoidizam, abnormalnosti dvovalentnih iona, histamin, alergijsku senzibilizaciju, proliferaciju mastocita kože, anemiju uzrokovanu nedostatkom željeza, hipervitaminozu A, kserozu, neuropatiju i neurološke promjene, zahvaćenost opioidnog sustava, citokini, serumske žučne kiseline, dušikov oksid ili neka njihova kombinacija. Pretpostavlja se da povećana koncentracija dvovalentnih iona u koži može dovesti do mikroprecipitacije kalcijevog ili magnezijevog fosfata, što može biti uzrok pruritusa. S druge strane, istaknuta je uloga samog magnezija u modulaciji živčanog provođenja i oslobađanju histamina iz mastocita. Zabilježeno je značajno poboljšanje pruritusa s niskim udjelom kalcija i magnezija u dijalizatu. Neki su predložili hiperparatireoidizam kao uzrok pruritusa. Slučajevi nestanka svrbeža nakon paratireoidektomije podupiru ovu teoriju. Ovaj hormon može neizravno dovesti do metaboličkih promjena koje naknadno uzrokuju svrbež (81). Pogoršanje pruritusa ako se opaža tijekom hemodijalize ili ubrzo nakon može se pripisati alergiji na dijalizat ili membrane za dijalizu (82). Važan potencijalni čimbenik pruritusu je nakupljanje



uremičnih otopljenih tvari. Možda je najjači dokaz koji implicira ove otopljene tvari da se svrbež povlači nakon transplantacije bubrega (83).

Liječenje bi se u početku trebalo usredotočiti na agresivnu hidrataciju kože, edukaciju pacijenata o smanjenju češanja i optimizaciju aspekata skrbi za kroničnu bubrežnu bolest koji su najrelevantniji za svrbež, uključujući primjerenost dijalize i upravljanje serumskim paratireoidnim hormonom, kalcijem i fosforom. Podaci o terapiji posebno za pruritus ostaju ograničeni, iako lokalna terapija, gabapentin, fototerapija ultraljubičastim svjetlom tipa B, akupunktura i modulatori opioidnih receptora mogu igrati ulogu (80). U terapiji akutnog svrbeža uzrokovanog reakcijom preosjetljivosti na dijalizator i/ili krvne linije upotrebljavaju se antihistaminici (28).

*Tablica 23. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s pruritusom. Prilagođeno prema Jurinec (2019).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S PRURITUSUM</b>
Edukacija bolesnika o njezi kože
Primjena antihistaminika prema odredbi liječnika

### **7.4.3. Temperatura i zimica**

Infekcija se smatra drugim najčešćim uzrokom smrtnosti kod dijaliziranih bolesnika s udjelom od 12-22%. Kardiovaskularne bolesti i dalje su najčešći uzrok smrti. U ekstremnim slučajevima mogu se razviti bakterijemija i septikemija kod kojih temperatura i zimica su prisutne neovisno o postupku hemodijalize (84).

Dio infekcije povezan je sa samim postupkom hemodijalize zbog kršenja normalnog obrambenog mehanizma kože. Najčešće ulazno mjesto patogena je krvožilni pristup – ubodno mjesto AVF-a ili izlaziše CVK-a. Drugi dio je zbog niskog imuniteta bolesnika sekundarnog učinka uremičkih toksina. Rizik od smrti povezane s infekcijom povećava se 2-3 puta među pacijentima s centralnim venskim kateterima u usporedbi s onima s fistulama ili presatkom. Pridržavanje strogih aseptičkih mjera tijekom hemodijalize može smanjiti, ako ne i eliminirati, infekciju kao glavni uzrok mortaliteta i morbiditeta (84-86). Izvor infekcije može biti i kontaminiran dijalizat, dijalizni aparat, linije i dijalizator te voda za pripremu dijalizata. Temperatura i zimica

koje se jave 40 – 70 minuta nakon početka hemodijalize i traju u vrijeme postupka te spontano prestaju nakon završetka postupka hemodijalize najčešće se pripisuju posljedici pirogene reakcije na endotoksine prisutne u dijalizatu (28).

*Tablica 24. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s temperaturom i zimicom. Prilagođeno prema Jurić (2018).*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S TEMPERATUROM I ZIMICOM</b>
Bolesnika utoplit
Uzeti uzorke: hemokulture, bris izlazišta CVK-a, bris kože oko ubodnih mjesta AVF
Primijeniti terapiju prema odredbi liječnika (antimikrobna terapija, antipiretici)

#### **7.4.4. Hemoliza**

Hemoliza u hemodijalizi, iako rijetka u današnje vrijeme, povezana je sa značajnom smrtnošću i morbiditetom. Zbog toga je ključno brzo prepoznavanje, liječenje, analiza temeljnog uzroka i korekcija temeljnih uzročnih čimbenika (87).

Dijalizat, izvantjelesni krug i čimbenici povezani s pacijentom pridonose riziku od hemolize. Hemoliza može nastati kao posljedica:

- nepravilnosti dijalizata – dijalizat zagrijan na previsoku temperaturu, hipotoničan dijalizat i kontaminacija dijalizata formaldehidom, izbjeljivačem, kloraminom, bakrom, cinkom i hidrogen-peroksidom
- mehaničke traume eritrocita – presavinuće krvnih linija, prevelika brzina protoka kroz uske linije
- uzroci hemolize mogu biti i od strane samog bolesnika, poput anemije srpastih stanica, autoimune hemolize i nasljedne sferocitoze (28, 49, 87).

Hemoliza se može manifestirati nespecifičnim znakovima i simptomima uključujući, ali ne ograničavajući se na hipertenziju, mučninu, bol (abdominalna, prsa, leđa) i dispneju. Može se pojaviti akutno tijekom hemodijalize ili može potrajati dugotrajno. Potencijalne po život opasne posljedice uključuju: hiperkalemijom izazvane srčane aritmije, duboka anemija i povezani akutni koronarni događaji i respiratorni distres te teški nekrotizirajući pankreatitis. Kronična hemoliza rezultira

poremećenom funkcijom endotela, što doprinosi dugoročnom kardiovaskularnom profilu rizika u bolesnika na hemodijalizi. Strogi nacionalni i međunarodni standardi, tehnološki napredak u dizajnu opreme za membranu i dijalizu, metode pročišćavanja dijalizatora i sustavi za pročišćavanje vode uvelike su smanjili učestalost hemolize. Unatoč tim poboljšanjima, važno je prepoznavanje rizika od hemolize i stalna klinička budnost (87).

*Tablica 25. Intervencije medicinske sestre kod bolesnika s hemolizom*

<b>INTERVENCIJE MEDICINSKE SESTRE KOD BOLESNIKA S HEMOLIZOM</b>
Prepoznati znakove hemolize : <ul style="list-style-type: none"> <li>• tamnija krv u venskoj liniji sustava za hemodijalizu</li> <li>• bolesnik se žali na bolove/pritisak u prsima, kratkoću daha i bolove u leđima</li> <li>• pad hematokrita</li> <li>• ružičasto obojen centrifugalni uzorak plazme</li> </ul>
Prekinuti postupak hemodijalize u slučaju hemolize <ul style="list-style-type: none"> <li>• preostala krv iz izvantjelesne cirkulacije ne smije se vratiti bolesniku zbog velike količine kalija iz hemoliziranih eritrocita</li> <li>• zaustaviti krvnu pumpu</li> <li>• zakleмати krvne linije</li> </ul>
Pratiti stanje bolesnika, monitorirati
Postupiti prema odredbi liječnika s obzirom na razinu kalija i stanje krvne slike
Korigirati nastale poremećaje

## 8. ZAKLJUČAK

Zaključno svime navedenim, rad medicinske sestre/tehničara u jedinici za hemodijalizu uključuje široko znanje o nefrološkoj zdravstvenoj njezi, kontinuiranu edukaciju i prakticiranje zdravstvene njege prema najnovijim smjernicama za brigu o nefrološkim bolesnicima i rad na visokosofisticiranim aparatima: aparati za hemodijalizu (kontinuirana, intermitentna), terapijsku izmjenu plazme, aferezu lipida i imunoadsorpciju.

Akutne komplikacije koje se mogu pojaviti za vrijeme postupka hemodijalize zahtijevaju hitnu intervenciju medicinske sestre kako ne bi došlo do fatalnih posljedica. Iako je danas rijetka pojava akutnih komplikacija, ne treba izgubiti iz vida njihovu mogućnost pojave niti se oslanjati na sigurnosne postavke modernih aparata za hemodijalizu. Upravo zahvaljujući intenzivnom prisustvu medicinske sestre uz bolesnika za vrijeme hemodijalize uočava se svaka promjena kod bolesnika, a zatim prevenira nastanak komplikacija i zbrinjavaju one komplikacije koje ipak nastanu.

Bolesnici sa završnim stadijem kronične bubrežne bolesti imaju mnoge komorbiditete i kvaliteta života im je dakako narušena. Hemodijaliza je metoda nadomjesnog bubrežnog liječenja koja bolesnika odražava na životu, a medicinska sestra je ta koja svojim postupcima podiže kvalitetu života bolesnika na dostojnu razinu.

## 9. ZAHVALE

Zahvaljujem se mentorici prof.dr.sc. Nikolini Bašić Jukić što mi je pružila veliku čast da izradim ovaj diplomski rad pod njezin vodstvom. Hvala Vam na ukazanom povjerenju, strpljivosti i razumijevanju te na svim savjetima koje ste mi dali tijekom izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se svim kolegama sa Zavoda za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju na pomoći, savjetima i podršci koji su uvelike olakšali ove godine studija i izradu diplomskog rada.

Zahvaljujem se svojim prijateljima, što ste uvijek tu uz mene i zajedno sa mnom se veselite mojim uspjesima.

Isto tako, veliko hvala mojoj obitelji, roditeljima i bratu, koji su kao i u svakom važnom segmentu mog života, bili uz mene i pružali mi podršku. Bez vašeg truda, pomoći i pružene ljubavi, ne bih bila na ovom mjestu. Ono što činimo za života, odjekuje u vječnost. Hvala Vam!

## 10. LITERATURA

1. Rački S. Kronična bubrežna bolest i nadomještanje bubrežne funkcije. *Acta Med Croatica*. 2019;73:235-6.
2. Kes P. Hemodijaliza: prošlost i sadašnjost. *Medicus* [Internet]. 2001 [pristupljeno 29.08.2022.];10(2\_Maligni tumori):269-282. Dostupno na: <https://hr-cak.srce.hr/19794>
3. Hrvatski zavod za javno zdravstvo. Simpozij: 50 godina dijalize u KBC Zagreb. [Internet]. 2022 [pristupljeno 15.08.2022.]. Dostupno na: <https://www.hzjz.hr/priopcenja-mediji/simpozij-50-godina-dijalize-u-kbc-zagreb/>
4. Stavropoulou A, Grammatikopoulou MG, Rovithis M, Kyriakidi K, Pylarinou A, Markaki AG. Through the Patients' Eyes: The Experience of End-Stage Renal Disease Patients Concerning the Provided Nursing Care. *Healthcare (Basel)*. 2017;5(3):36. doi: 10.3390/healthcare5030036. PMID: 28754014; PMCID: PMC5618164.
5. Vidrih S, Colić M, Devčić B, Poje B. Uloga medicinske sestre u nefrološkoj skrbi. *Medicina fluminensis*. 2010;46(4):448-57.
6. Saha M, Allon M. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hemodialysis Emergencies. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(2):357-369. doi: 10.2215/CJN.05260516. PMID: 27831511; PMCID: PMC5293333.
7. Delić D. Povijest dijalize. *Cybermed* [Internet]. 2019 [pristupljeno 29.08.2022.]. Dostupno na: [https://www.cybermed.hr/centri\\_a\\_z/dijaliza/povijest\\_dijalize](https://www.cybermed.hr/centri_a_z/dijaliza/povijest_dijalize)
8. Knežević T. Povijest nefrologije. Hrvatsko društvo za nefrologiju, dijalizu i transplantaciju Hrvatskog liječničkog zbora [Internet]. [pristupljeno 20.08.2022.]. Dostupno na: <https://www.hdndt.org/hdndt/povijest-nefrologije.pdf>
9. Pintarić S. Uloga medicinske sestre na odjelu hemodijalize. *Izvor*. 2019;15:10-2.
10. Canaud B, Stephens MP, Nikam M, Etter M, Collins A. Multitargeted interventions to reduce dialysis-induced systemic stress. *Clin Kidney J*. 2021;14(Suppl 4):72-84. doi: 10.1093/ckj/sfab192. PMID: 34987787; PMCID: PMC8711765.

11. Maleta I, Vujičić B, Mesaroš Devčić I, Ćuruvija D, Rački S. Pristupi krvotoku za hemodijalizu. *Medicina fluminensis*. 2010;45(4):403-12.
12. Jurinec B. Vrste dijalize. U: Jurinec B, ur. *Sestrinska skrb u jedinici za dijalizu*. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.21-34.
13. Zakon o zdravstvenoj zaštiti. Pravilnik o uvjetima u pogledu prostora, radnika i medicinsko-tehničke opreme za obavljanje kronične dijalize. *Narodne novine* br. 121/03 [Internet] 2003. [pristupljeno 20.08.2022.]. Dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003\\_09\\_152\\_2195.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2003_09_152_2195.html)
14. Ali M, Ejaz A, Iram H, Solangi SA, Junejo AM, Solangi SA. Frequency of Intradialytic Complications in Patients of End-Stage Renal Disease on Maintenance Hemodialysis. *Cureus*. 2021;13(1):e12641. doi: 10.7759/cureus.12641. PMID: 33585127; PMCID: PMC7872874.
15. Voroneanu L, Covic A. Arrhythmias in hemodialysis patients. *J Nephrol*. 2009;22(6):716-25. PMID: 19967650.
16. Reeves PB, Mc Causland FR. Mechanisms, Clinical Implications, and Treatment of Intradialytic Hypotension. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2018;13(8):1297-1303. doi: 10.2215/CJN.12141017. Epub 2018 Feb 26. PMID: 29483138; PMCID: PMC6086712.
17. Assimon MM, Flythe JE. Definicije intradijalitičke hipotenzije. *Semin Dial*. 2017;30(6):464–72.
18. Shoji T, Tsubakihara Y, Fujii M, Imai E. Hemodialysis-associated hypotension as an independent risk factor for two-year mortality in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2004;66:1212-20.
19. Santos S.F, Peixoto A.J, Perazella M.A. How should we manage adverse intradialytic blood pressure changes?. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2012;19:158-65
20. Sands J.J, Usvyat L.A, Sullivan T et al. Intradialytic hypotension: frequency, sources of variation and correlation with clinical outcome. *Hemodial Int*. 2014;18:415-22.
21. Devčić B, Jelić I, Rački S. Menadžment bolesnika na hemodijalizi korištenjem jednostavnih informatičkih programa. *Acta Medica Croatica* 2014;68:43-8.

22. Daugirdas JT. Measuring Intradialytic Hypotension to Improve Quality of Care. *J Am Soc Nephrol*. 2015;26(3):512–4.
23. Sars B, van der Sande FM, Kooman JP. Intradialytic Hypotension: Mechanisms and Outcome. *Blood Purif*. 2020;49(1-2):158-167. doi: 10.1159/000503776. Epub 2019 Dec 18. PMID: 31851975; PMCID: PMC7114908.
24. Lin CJ, Chen CY, Wu PC, Pan CF, Shih HM, Huang MY, Chou LH, Tang JS, Wu CJ. Intelligent system to predict intradialytic hypotension in chronic hemodialysis. *J Formos Med Assoc*. 2018;117(10):888-893. doi: 10.1016/j.jfma.2018.05.023. Epub 2018 Jun 22. Erratum in: *J Formos Med Assoc*. 2019 May;118(5):955-956. PMID: 29941330.
25. Van Buren PN, Inrig JK. Mechanisms and Treatment of Intradialytic Hypertension. *Blood Purif*. 2016;41(1-3):188-93. doi: 10.1159/000441313. Epub 2016 Jan 15. PMID: 26765312; PMCID: PMC4854275
26. Georgianos PI, Agarwal R. Systolic and diastolic hypertension among patients on hemodialysis: Musings on volume overload, arterial stiffness, and erythropoietin. *Semin Dial*. 2019;32(6):507-512. doi: 10.1111/sdi.12837. Epub 2019 Aug 28. PMID: 31463996; PMCID: PMC6848756.
27. Van Buren PN, Inrig JK. Hypertension and hemodialysis: pathophysiology and outcomes in adult and pediatric populations. *Pediatr Nephrol*. 2012 Mar;27(3):339-50. doi: 10.1007/s00467-011-1775-3. Epub 2011 Feb 1. PMID: 21286758; PMCID: PMC3204338.
28. Jurić I. Akutne Komplikacije Hemodijalize. In: Bašić-Jukić N, editor. *Hemodijaliza*. Zagreb: Medicinska naklada; 2018:247–59.
29. Georgianos PI, Agarwal R. Blood pressure control in conventional hemodialysis. *Semin Dial*. 2018 Nov;31(6):557-562. doi: 10.1111/sdi.12741. Epub 2018 Aug 6. PMID: 30084190; PMCID: PMC6218270.
30. Ahmadmehrabi S, Tang WHW. Hemodialysis-induced cardiovascular disease. *Semin Dial*. 2018 May;31(3):258-267. doi: 10.1111/sdi.12694. Epub 2018 Apr 6. PMID: 29624739; PMCID: PMC6023623.



31. Petrović D, et al. Kardiomiopatija povezana sa hemodijalizom: etiopatogeneza, dijagnostika i lečenje. *Timok medical gazette*; 2015;40(1):20-7.
32. Oguma S, Ando I, Hirose T, Totsune K, Sekino H, Sato H, et al. Biotin ameliorates muscle cramps of hemodialysis patients: A prospective trial. *Tohoku J Exp Med* 2012;227:217-23
33. Beladi Mousavi SS, Zeraati A, Moradi S, Mousavi MB. The effect of gabapentin on muscle cramps during hemodialysis: A double-blind clinical trial. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2015 Nov;26(6):1142-8. doi: 10.4103/1319-2442.168588. PMID: 26586051.
34. Mohmadi K, Shahgholian N, Valiani M, Mardanparvar H. The effect of acupuncture on muscle cramps in patients undergoing hemodialysis. *Iran J Nurs Midwifery Res.* 2016 Nov-Dec;21(6):557-561. doi: 10.4103/1735-9066.197684. PMID: 28194192; PMCID: PMC5301059.
35. Takahashi A. The pathophysiology of leg cramping during dialysis and the use of carnitine in its treatment. *Physiol Rep.* 2021 Nov;9(21):e15114. doi: 10.14814/phy2.15114. PMID: 34762357; PMCID: PMC8582296.
36. Chang CT, Wu CH, Yang CW, Huang JY, Wu Ms. Creatine monohydrate treatment alleviates muscle cramps associated with haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2002;17:1978-81.
37. Özkan G, Ulusoy S. Acute Complications of Hemodialysis. In: Penido MG, editor. *Technical Problems in Patients on Hemodialysis* [Internet]. Rijeka: IntechOpen; 2011. Available from: <https://doi.org/10.5772/22623>
38. Kho SS, Chan SK, Phui VE, Tie ST. Acute chest pain and breathlessness in a haemodialysis patient. *Breathe (Sheff).* 2019 Jun;15(2):e62-e68. doi: 10.1183/20734735.0352-2018. PMID: 31777566; PMCID: PMC6876146.
39. Kapa S, Qian Q. 84-year-old woman with hemodialysis-associated shortness of breath. *Mayo Clin Proc.* 2009 Feb;84(2):187-90; quiz 187-9. doi: 10.1016/S0025-6196(11)60827-6. PMID: 19181653; PMCID: PMC2664590.
40. Meyring-Wösten A, Zhang H, Ye X, Fuertinger DH, Chan L, Kappel F, Artemyev M, Ginsberg N, Wang Y, Thijssen S, Kotanko P. Intradialytic Hypoxemia and Clinical Outcomes in Patients on Hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016 Apr 7;11(4):616-25. doi: 10.2215/CJN.08510815. Epub 2016 Mar 2. PMID: 26936946; PMCID: PMC4822673.

41. Dias GF, Tozoni SS, Bohnen G, Grobe N, Rodrigues SD, Meireles T, Nakao LS, Pecoits-Filho R, Kotanko P, Moreno-Amaral AN. Uremia and Inadequate Oxygen Supply Induce Eryptosis and Intracellular Hypoxia in Red Blood Cells. *Cell Physiol Biochem*. 2021 Jul 14;55(4):449-459. doi: 10.33594/000000396. PMID: 34259420.
42. Canaud B, Kooman JP, Selby NM, Taal MW, Francis S, Maierhofer A, Kopperschmidt P, Collins A, Kotanko P. Dialysis-Induced Cardiovascular and Multiorgan Morbidity. *Kidney Int Rep*. 2020 Sep 9;5(11):1856-1869. doi: 10.1016/j.ekir.2020.08.031. PMID: 33163709; PMCID: PMC7609914.
43. Campos I, Chan L, Zhang H, Deziel S, Vaughn C, Meyring-Wösten A, Kotanko P. Intradialytic Hypoxemia in Chronic Hemodialysis Patients. *Blood Purif*. 2016;41(1-3):177-87. doi: 10.1159/000441271. Epub 2016 Jan 15. PMID: 26765143; PMCID: PMC6109968.
44. Canaud B, Stephens MP, Nikam M, Etter M, Collins A. Multitargeted interventions to reduce dialysis-induced systemic stress. *Clin Kidney J*. 2021 Dec 27;14(Suppl 4):i72-i84. doi: 10.1093/ckj/sfab192. PMID: 34987787; PMCID: PMC8711765.
45. Sanada H, Yamaguchi K, Miyake T. Dialysis Disequilibrium Syndrome in a Patient With Acute Kidney Injury on Chronic Kidney Disease. *Cureus*. 2021 Jun 12;13(6):e15608. doi: 10.7759/cureus.15608. PMID: 34131551; PMCID: PMC8196242.
46. Bagshaw SM, Peets AD, Hameed M, Boiteau PJ, Laupland KB, Doig CJ. Dialysis Disequilibrium Syndrome: brain death following hemodialysis for metabolic acidosis and acute renal failure--a case report. *BMC Nephrol*. 2004 Aug 19;5:9
47. Zepeda-Orozco D, Quigley R. Dialysis disequilibrium syndrome. *Pediatr Nephrol*. 2012 Dec;27(12):2205-11
48. Mistry K. Dialysis disequilibrium syndrome prevention and management. *Int J Nephrol Renovasc Dis*. 2019 Apr 30;12:69-77. doi: 10.2147/IJNRD.S165925. PMID: 31118737; PMCID: PMC6503314.
49. Saha M, Allon M. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hemodialysis Emergencies. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017 Feb 7;12(2):357-369. doi: 10.2215/CJN.05260516. Epub 2016 Nov 9. PMID: 27831511; PMCID: PMC5293333

50. Trinh-Trang-Tan MM, Cartron JP, Bankir L. Molecular basis for the dialysis disequilibrium syndrome: altered aquaporin and urea transporter expression in the brain. *Nephrol Dial Transplant*. 2005 Sep;20(9):1984-8
51. Bhandari B, Komanduri S. Dialysis Disequilibrium Syndrome. 2021 Jun 7. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 Jan–. PMID: 32644444.
52. Ali M, Bakhsh U. A vanishing complication of haemodialysis: Dialysis disequilibrium syndrome. *J Intensive Care Soc*. 2020 Feb;21(1):92-95. doi: 10.1177/1751143718798585. Epub 2018 Sep 11. PMID: 32284724; PMCID: PMC7137157.
53. Gozubatik-Celik G, Uluduz D, Goksan B, Akkaya N, Sohtaoglu M, Uygunoglu U, Kircelli F, Sezen A, Saip S, Karaali Savrun F, Siva A. Hemodialysis-related headache and how to prevent it. *Eur J Neurol*. 2019 Jan;26(1):100-105. doi: 10.1111/ene.13777. Epub 2018 Oct 11. PMID: 30102816.
54. Đurić M, et al. Hemodijalizne glavobolje. *Vojnosanitetski pregled*. 2007; 64(5): 319–323
55. Headache Classification Subcommittee of the International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders: 2nd edition. *Cephalalgia*. 2004;24 Suppl 1:9-160. doi: 10.1111/j.1468-2982.2003.00824.x. PMID: 14979299.
56. Sousa Melo E, Carrilho Aguiar F, Sampaio Rocha-Filho PA. Dialysis Headache: A Narrative Review. *Headache*. 2017 Jan;57(1):161-164. doi: 10.1111/head.12875. Epub 2016 Jun 28. PMID: 27349210.
57. Hassanian-Moghaddam H, Bahrami-Motlagh H, Zamani N, Fazeli SA, Behnam B. Intracranial Hemorrhage in Methanol Toxicity: Challenging the Probable Heparin Effect during Hemodialysis. *J Res Pharm Pract*. 2017 Jul-Sep;6(3):186-189. doi: 10.4103/jrpp.JRPP\_17\_39. PMID: 29026846; PMCID: PMC5632941.
58. Esteras R, Martín-Navarro J, Ledesma G, Fernández-Prado R, Carreño G, Cintra M, Cidraque I, Sanz I, Tarragón B, Alexandru S, Milla M, Astudillo E, Sánchez E, Mas S, Tejeiro RD, Ortiz A, Sánchez R, González-Parra E. Incidence of Hypersensitivity Reactions During Hemodialysis. *Kidney Blood Press Res*. 2018;43(5):1472-1478. doi: 10.1159/000493662. Epub 2018 Sep 20. PMID: 30235456

59. Daugirdas JT, Ing TS. First-use reactions during hemodialysis: a definition of subtypes. *Kidney Int Suppl.* 1988 Mar;24:S37-43. PMID: 2966256.
60. Ebo DG, Bosmans JL, Couttenye MM, Stevens WJ. Haemodialysis-associated anaphylactic and anaphylactoid reactions. *Allergy.* 2006 Feb;61(2):211-20. doi: 10.1111/j.1398-9995.2006.00982.x. PMID: 16409199.
61. Martin-Navarro J, Esteras R, Castillo E, Carriazo S, Fernández-Prado R, Gracia-Iguacel C, Mas Fontao S, Ortíz A, González-Parra E. Reactions to Synthetic Membranes Dialyzers: Is there an Increase in Incidence? *Kidney Blood Press Res.* 2019;44(5):907-914. doi: 10.1159/000501035. Epub 2019 Sep 10. PMID: 31505506.
62. Greinacher A. CLINICAL PRACTICE. Heparin-Induced Thrombocytopenia. *N Engl J Med.* 2015 Jul 16;373(3):252-61. doi: 10.1056/NEJMcp1411910. PMID: 26176382.
63. Hoenich NA, Ronco C, Levin R. The importance of water quality and haemodialysis fluid composition. *Blood Purif.* 2006;24(1):11-8. doi: 10.1159/000089430. PMID: 16361834.
64. Lawson JH, Niklason LE, Roy-Chaudhury P. Challenges and novel therapies for vascular access in haemodialysis. *Nat Rev Nephrol.* 2020 Oct;16(10):586-602. doi: 10.1038/s41581-020-0333-2. Epub 2020 Aug 24. PMID: 32839580; PMCID: PMC8108319.
65. Lok CE, Foley R. Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013 Jul;8(7):1213-9. doi: 10.2215/CJN.01690213. PMID: 23824198.
66. Lok CE, Mokrzycki MH. Prevention and management of catheter-related infection in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2011 Mar;79(6):587-598. doi: 10.1038/ki.2010.471. Epub 2010 Dec 22. PMID: 21178979.
67. Axley B, Speranza-Reid J, Williams H: Venous needle dislodgement in patients on hemodialysis. *Nephrol Nurs J.* 2012;39:435–445.
68. Polaschegg HD. Venous needle dislodgement: the pitfalls of venous pressure measurement and possible alternatives, a review. *J Ren Care.* 2010 Mar;36(1):41-8. doi: 10.1111/j.1755-6686.2010.00142.x. PMID: 20214708.
69. Gill JR, Storck K, Kelly S. Fatal exsanguination from hemodialysis vascular access sites. *Forensic Sci Med Pathol.* 2012 Sep;8(3):259-62. doi: 10.1007/s12024-011-9303-0. Epub 2011 Dec 13. PMID: 22160736.

70. Georgiadis GS, Lazarides MK, Panagoutsos SA, Kantartzki KM, Lambidis CD, Staramos DN, Vargemezis VA. Surgical revision of complicated false and true vascular access-related aneurysms. *J Vasc Surg.* 2008 Jun;47(6):1284-1291. doi: 10.1016/j.jvs.2008.01.051. PMID: 18514844.
71. Saeed F, Kousar N, Sinnakirouchenan R, Ramalingam VS, Johnson PB, Holley JL. Blood Loss through AV Fistula: A Case Report and Literature Review. *Int J Nephrol.* 2011;2011:350870. doi: 10.4061/2011/350870. Epub 2011 May 30. PMID: 21716705; PMCID: PMC3118665.
72. Barak M, Nakhoul F, Katz Y. Pathophysiology and clinical implications of microbubbles during hemodialysis. *Semin Dial.* 2008 May-Jun;21(3):232-8. doi: 10.1111/j.1525-139X.2008.00424.x. Epub 2008 Mar 18. PMID: 18363602.
73. Polaschegg HD. Hemodialysis machine air detectors need not detect microbubbles. *Artif Organs.* 2007 Dec;31(12):911-2; author reply 913-4. doi: 10.1111/j.1525-1594.2007.00510.x. PMID: 18039272.
74. Halliday P, Anderson DN, Davidson AI, Page JG. Management of cerebral air embolism secondary to a disconnected central venous catheter. *Br J Surg.* 1994 Jan;81(1):71. doi: 10.1002/bjs.1800810123. PMID: 8313127.
75. Forsberg U, Jonsson P, Stegmayr C, Jonsson F, Nilsson B, Nilsson Ekdahl K, Stegmayr B. A high blood level in the venous chamber and a wet-stored dialyzer help to reduce exposure for microemboli during hemodialysis. *Hemodial Int.* 2013 Oct;17(4):612-7. doi: 10.1111/hdi.12052. Epub 2013 Apr 29. PMID: 23627921.
76. Saha M, Allon M. Diagnosis, Treatment, and Prevention of Hemodialysis Emergencies. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2017 Feb 7;12(2):357-369. doi: 10.2215/CJN.05260516. Epub 2016 Nov 9. PMID: 27831511; PMCID: PMC5293333.
77. Toung TJ, Rossberg MI, Hutchins GM. Volume of air in a lethal venous air embolism. *Anesthesiology.* 2001 Feb;94(2):360-1. doi: 10.1097/00000542-200102000-00031. Erratum in: *Anesthesiology* 2001 Apr;94(4):723. PMID: 11176104.
78. Muth CM, Shank ES. Gas embolism. *N Engl J Med.* 2000 Feb 17;342(7):476-82. doi: 10.1056/NEJM200002173420706. PMID: 10675429.

79. Pisoni RL, Wikström B, Elder SJ, Akizawa T, Asano Y, Keen ML, Saran R, Mendelssohn DC, Young EW, Port FK. Pruritus in haemodialysis patients: International results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Nephrol Dial Transplant*. 2006 Dec;21(12):3495-505. doi: 10.1093/ndt/gfl461. Epub 2006 Sep 12. PMID: 16968725.
80. Combs SA, Teixeira JP, Germain MJ. Pruritus in Kidney Disease. *Semin Nephrol*. 2015 Jul;35(4):383-91. doi: 10.1016/j.semnephrol.2015.06.009. PMID: 26355256; PMCID: PMC5497472.
81. Akhyani M, Ganji MR, Samadi N, Khamesan B, Daneshpazhooh M. Pruritus in hemodialysis patients. *BMC Dermatol*. 2005 Jun 24;5:7. doi: 10.1186/1471-5945-5-7. PMID: 15975150; PMCID: PMC1184066.
82. Mettang T, Pauli-Magnus C: The pathophysiological puzzle of uremic pruritus- Insights and speculation from therapeutic and epidemiological studies. *Perit Dial Int* 2000;20:493–494.
83. Bolanos CG, Pham NM, Mair RD, Meyer TW, Sirich TL. Metabolomic analysis of uremic pruritus in patients on hemodialysis. *PLoS One*. 2021 Feb 12;16(2):e0246765. doi: 10.1371/journal.pone.0246765. PMID: 33577623; PMCID: PMC7880487.
84. Al-Said J, Pagaduan AC. Infection-free hemodialysis: can it be achieved? *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2009 Jul;20(4):677-80. PMID: 19587520.
85. Pastan S, Soucie M, McClellan WM. Vascular access and increased risk of death among hemodialysis patients. *Kidney Int* 2002;62:620-6
86. Allon M, Depner TA, Radeva M, et al. Impact of dialysis dose and membrane on infection-related hospitalization and death: Result of the HEMO Study. *J Am Soc Nephrol* 2003;14:1863-70
87. Tharmaraj D, Kerr G P: Haemolysis in haemodialysis. *Nephrology*. 2017;22(11). 838-847

## 11. ŽIVOTOPIS

### OSOBNI PODACI

Ime i prezime: Petra Paušić

Datum rođenja: 30.07.1996.

E-mail: [petraa.966@gmail.com](mailto:petraa.966@gmail.com)

### OBRAZOVANJE

Škola za medicinske sestre Mlinarska, Mlinarska cesta 34, 10000 Zagreb – medicinska sestra opće njege, 2011-2016.

Zdravstveno veleučilište Zagreb, Mlinarska cesta 38, 10000 Zagreb – stručna prvostupnica (baccalaurea) sestrinstva, 2016-2019.

Sveučilišni diplomski studij sestrinstva, Šalata ul. 2, 10000 Zagreb – magistra sestrinstva, 2020-2022.

### RADNO ISKUSTVO

ERASMUS+ PROGRAM – stručna praksa u „Am Rosental“ u Leipzigu, 2015.

Rad preko student servisa – pomoć osobama s invaliditetom u SN „Stjepan Radić“, 2019.

Klinika za unutarnje bolesti, Zavod za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju, KBC Zagreb – zaposlena na odjelu za dijalizu od 02.09.2019.

### POSEBNA ZNANJA I VJEŠTINE

Vozačka dozvola B kategorije

Završena kulturološka i jezična priprema njemačkog jezika u sklopu projekta „MEDITRAIN“ unutar ERASMUS+ PROGRAMA, 2015.