

# Prednosti i nedostatci hemodijafiltracije

---

Pereško Jakovčić, Katarina

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:105:570381>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-05**



Repository / Repozitorij:

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



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

**Katarina Pereško Jakovčić**

**Prednosti i nedostaci hemodijafiltracije**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2022.**

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

**Katarina Pereško Jakovčić**

**Prednosti i nedostaci hemodijafiltracije**

**DIPLOMSKI RAD**

**Zagreb, 2022.**

Ovaj diplomski rad je izrađen u Zavodu za nefrologiju, dijalizu i transplantaciju, KBC Zagreb - pod vodstvom Prof. dr. sc. Bašić-Jukić Nikoline, dr. med. i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2021/2022.

## **Kratice – popis i značenje**

HDF – hemodijafiltracija

HD – hemodijaliza

HF – hemofiltracija

IHD – intermitentna hemodijaliza

KBB – kronična bubrežna bolest

ABB – akutna bubrežna bolest

AZB – akutno zatajenje bubrega

PD – peritonealna dijaliza

ADH – antidiuretski hormon

GF - glomerularna filtracija

CT - kompjuterizirana tomografija

UZV – ultrazvuk

UF – ultrafiltracija

CVK – centralni venski kateter

AV - arteriovenski

TMP- transmembranski pritisak

OL-HDF- on-line hemodijaliza

## Sadržaj

Sažetak.....	
Summary .....	
1. UVOD .....	1
2. POVIJESNI PREGLED.....	2
3. ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA MOKRAĆNOG SUSTAVA.....	5
3.1. Osnovni pojmovi u poremećaju izlučivanja mokraće .....	10
4. BOLEST BUBREGA .....	11
4.1. Akutna bubrežna bolest (ABB) .....	11
4.2. Kronična bubrežna bolest (KBB) .....	12
5. DEFINICIJA I VRSTE DIJALIZE .....	15
5.1. Krvožilni pristup .....	18
6. HEMODIJAFILTRACIJA .....	19
6.1. Modaliteti hemodijafiltracije .....	21
6.1.1. Predilucijska HDF .....	21
6.1.2. Postdilucijska HDF .....	22
6.1.3. Mild- dilucijska HDF .....	22
6.1.4. Miješano-dilucijska HDF .....	23
6.1.5. Ostali modaliteti hemodijafiltracije .....	23
6.2. PREDNOSTI I NEDOSTACI HEMODIJAFILTRACIJE .....	24
7. ZAKLJUČAK.....	27
ZAHVALE .....	28
8. LITERATURA .....	29
Popis slika .....	31
ŽIVOTOPIS .....	33

# Sažetak

**Naslov rada:** Prednosti i nedostaci hemodijafiltracije

**Autor rada:** Katarina Pereško Jakovčić

Broj oboljelih od kronične bubrežne bolesti (KBB) u svijetu je u stalnom porastu. Statistički podaci govore kako 10% populacije odrasle dobi boluje od kronične bubrežne bolesti u svijetu, a predviđa se da će brojka rasti za gotovo duplo u narednih pet do deset godina. Bubrežnu funkciju u toj populaciji bolesnika možemo nadomjestiti hemodijalizom, peritonejskom dijalizom ili transplantacijom bubrega. Od akutnog zatajenja bubrega (AZB) najčešće obole pacijenti na bolničkom liječenju, najviše sa pridruženom bolesti (dijabetes, metabolički poremećaji). Pri određenom stadiju gubitka bubrežne funkcije neophodno je započeti s nadomještanjem bubrežne funkcije. Moguće indikacije uključuju neravnotežu elektrolita i gomilanja otpadnih proizvoda dušičnog metabolizma, što dovodi do poremećaja funkcija svih sustava organa. Kako bi se bolje razumjeli poremećaji bubrežnog sustava, potrebno je razumjeti sustav anatomije i fiziologije istog. Hemodijafiltracija (HDF) predstavlja kombinirani postupak hemofiltracije (HF) i hemodijalize (HD). Predstavlja značajan iskorak u kvaliteti liječenja bubrežnih bolesnika doprinoseći smanjivanju njihovog pobolijevanja i smrtnosti. Glavni nedostatak metode je cijena liječenja.

**Ključne riječi:** anatomija bubrežnog sustava, povijest, bubrežna bolest, dijaliza, hemodijafiltracija

# Summary

**Graduation thesis title:** Advantages and disadvantages of hemodiafiltration

**Author:** Katarina Pereško Jakovčić

Considering the number of people suffering from chronic kidney disease (CKD) worldwide. Statistics show that 10% of the adult population suffers from chronic kidney disease worldwide, and it is predicted that the figure will grow by almost two times in the next five to ten years.

Kidney function may be replaced by hemodialysis, peritoneal dialysis or renal transplantation. Acute kidney failure (AKI) is most often caused by patients undergoing hospital treatment, mostly with associated diseases (diabetes, metabolic disorders). Patients in a particular stage of kidney failure need replacement of renal function. The reasons are electrolyte imbalances and accumulation of waste product of nitrogen metabolism, which lead to disturbances in the functions of all organ systems due to increased blood pressure with associated circulatory system diseases, anemia, fat metabolism disorders, and insufficient nutrition.

Hemodiafiltration (HDF) is a combined procedure of hemofiltration (HF) and hemodialysis (HD). It represents significant progress in renal replacement therapy, which improves the survival of patients with kidney failure. Major advantages are improvement of survival and quality of different parameters, as well as decreased risk for development of different intradialytic complications. The major disadvantage is the cost of treatment.

**Key words:** anatomy of the renal system, history, kidney disease, dialysis, hemodiafiltration



# 1. UVOD

Mokraćni sustav je zadužen za nekoliko funkcija kojima se održava ravnoteža tjelesnih tekućina i tvari. Odstranjuje štetne tvari iz organizma. Vitamin D se aktivira u bubrezima te doprinosi regulaciji elektrolita kalcija i fosfata; eritropoetin kojeg luče bubrezi ima vrlo važan utjecaj na stvaranje eritrocita. Isto tako, bubrezi vrše endokrinološke, egzokrine i metaboličke funkcije kojima se održavaju referentne vrijednosti sastava tjelesnih tekućina.

Gubitak bubrežne funkcije, ili čak i njihovo narušavanje, vode ka poremećaju izlučivanja mokraće/vode iz organizma, posljedica su poremećaji na razini elektrolita u organizmu, poremećaji acidobazne ravnoteže, anemija i uremija. Ukoliko se postavi sumnja na oštećenje bubrežne funkcije, od iznimne je važnosti postaviti dijagnozu na vrijeme kako bi se mogla odabrati optimalna metoda liječenja. Prevencija razvoja bubrežnih bolesti je vrlo važna obzirom da svako akutno oštećenje bubrega u određenim uvjetima može napredovati prema kroničnom zatajivanju bubrežne funkcije.

Važno je imati na umu da su bolesnici s potencijalnim ili već nastalim bubrežnim oboljenjima u samom početku vrlo komplicirani i potencijalno životno ugroženi pa im treba pristupiti sa određenom dozom opreza od sestrinskog dijela zbrinjavanja, liječničkog i terapijskog multidisciplinarnog tijeka liječenja.

Kroz povijesni se prate brojni pokušaji kojima se pokušalo „očistiti krv“ od otpadnih produkata, a bio je to vrlo zahtjevan, mukotrpan i dugotrajan proces koji je ipak doveo do razvoja metoda dijalize, hemodijalize i naposljetku hemodijafiltracije.

## 2. POVIJESNI PREGLED

Današnji postupci hemodijalize temelje se na vrijednim spoznajama povijesnih razdoblja koja su dala svoje doprinose. Začetci hemodijalize konkretnim bilješkama prate se od doba Hipokrata koji je smatrao kako bubrezi podliježu toksičnim tvarima, a prije toga od starih Egipćana koji su nastojali pronaći način za uklanjanje toksina iz krvi (1). Thomas Graham (1805. - 1869.) je bio britanski znanstvenik pri Kraljevskom londonskom sveučilištu. Smatra ga se prvim začetnikom dijalize, a koji je prvi i utjelovio isti naziv - proučavajući koloide i kristaloide – njihovu propusnost - došao je do zaključka da se kroz pergamentnu strukturu mogu propuštati kristaloidi no ne i koloidi. Početkom 60ih godina 19. stoljeća zaključio je da se putem urina može eliminirati ureja te da će se takva metoda u budućnosti moći realizirati moderniziranim tehnološkim postignućima (2). Postupci koji se koriste u medicini današnjice temelje se na zakonu difuzije, što možemo zahvaliti Grahamu (1).



Slika 1. Thomas Graham. Preuzeto sa: [Thomas Graham | Škotski kemičar | Britannica](#)

U ranijim 20im godinama prošlog stoljeća, znanstvenici su vršili pokušaje dijalize na životinjama u svrhu eksperimenta, a najvažnije je bilo da ne dođe do komplikacija poput embolije ili infekcije. Da je moguće napraviti dijalizu na čovjeku pokazao je liječnik iz Njemačke Georg Haas (1886. - 1971.) koristeći sredstvo protiv zgrušavanja krvi hirudin, kojeg je kasnije, zamijenio heparin. Obzirom da se hirudin, kao rafinirani sastojak nije mogao koristiti duže od 15 minuta, toliko je trajao i sam proces dijalize (1). Daljnji

napredak u Haasom istraživanju je obustavljen jer nije naišao na odobravanje medicinske struke u provođenju istog (2).

Prva uspješna dijaliza zabilježena je u Drugom svjetskom ratu (1945.) za što je zaslužan liječnik nizozemskog porijekla Willem Kolff (1911. - 2009.) koji je napravio umjetni bubreg kao bubanj sa cjevčicama koje su bile omotane u celofan kroz koje je tekla krv. Umjetni bubreg se nalazio u tekućini u kojoj je bio dijalizator. Krv se uzimala iz arterije, a vraćala natrag u venu putem metalnih cijevi. Taj je Kolffov postupak doživio oko 15ak neuspjeha prije nego što je uspješno primijenjen na pacijentici koja je bila u sedmom desetljeću života, a bolovala od je od KBB. Život joj je produžen za više od pola desetljeća, a na kraju nije umrla od bubrežne bolesti već drugog uzroka (2). Kolff je, usavršavajući dijalizator, kasnije donio vrijedno sredstvo za liječenje ABB u bolesnika u korejskom ratu.



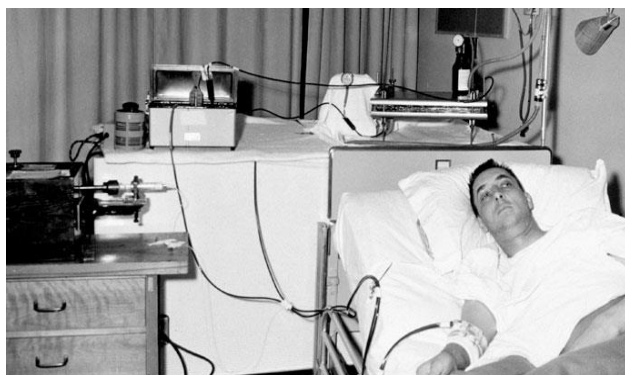
Slika 2. Willem Kolff i dijalizator. Preuzeto sa: [Otac dijalize \(ihatedialysis.com\)](http://ihatedialysis.com)

Metodu hemodiafiltracije (HDF) prvi su puta 1967. godine primijenili Henderson i suradnici. Ova metoda je 1978. godine uvedena kao alternativa hemodijalizi i hemofiltraciji. Nadomjesna tekućina bila je dostupna u sterilnim plastičnim vrećama. Osamdesetih godina 20. stoljeća se bazirala na laktatu, kasnije, postupno su ih zamijenile otopine zasnovane na bikarbonatu, što je znatno poboljšalo ispravljanje acidoze (1).

Hemodijafiltracija se u samim počecima prvo izvodila kod odraslih, a početkom 1980-ih godina počela je njena primjena i kod djece (17).

Napredak tehnike uveliko je riješio problem ograničenja primjene hemodijafiltracije, a iz inicijalne tehnike hemodijafiltracije su razvijeni drugi modaliteti kao što su bezacetatna hemodijafiltracija te high-flux hemodijafiltracija (16).

Stanja poput akutnog i kroničnog zatajenja bubrega su, ako se ne liječe, smrtonosne bolesti. U starorimsko vrijeme, te kasnije, u Srednjem vijeku, terapija za trovanje krvi urinom (danas se to stanje zove uremija) koristile su se metode poput toplih kupelji, terapija znojenja, puštanja krvi i davanja klistira (eneme) (4). Clyde Shields, po struci je mehaničar, bio je jedan od mnogobrojnih bolesnika sa završnim stadijem kronične bubrežne bolesti. U ožujku 1960. godine uključen je u program hemodijalize pod vodstvom Schribnera čiji su suradnici D. Dillard (dječju kirurg). Skeggs – Leonardov dijalizator je prvi proveo hemodijafiltraciju koja je trajala 76 sati, a protok krvi je trajao 100-130 mililitara u minuti kontinuirano. Ovaj proces se smatra najvažnijim općenito u liječenju bubrežnih bolesnika (4).

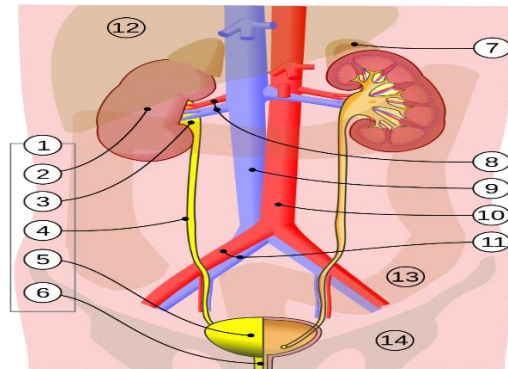


**Slika 3.** Prvi pacijent na dijalizi liječi se 1960. Preuzeto sa: [Manevrirajuća smrt - Časopis Kolumni Ožujak 2010 - Časopis Alumni Sveučilišta Washington](#)

Uz razvoj suvremene medicine vežu se imena Jerko Zec koji je prvi započeo sa postupcima hemodijalize na području Republike Hrvatske, odnosno opisao ga u doktorskoj disertaciji. Time je proveo edukaciju nefrologa u Hrvatskoj na aktivnoj razini razvijajući tako dostupnost modernih postupaka dijalize i u ostalim dijelovima zemlje (1).

### 3. ANATOMIJA I FIZIOLOGIJA MOKRAĆNOG SUSTAVA

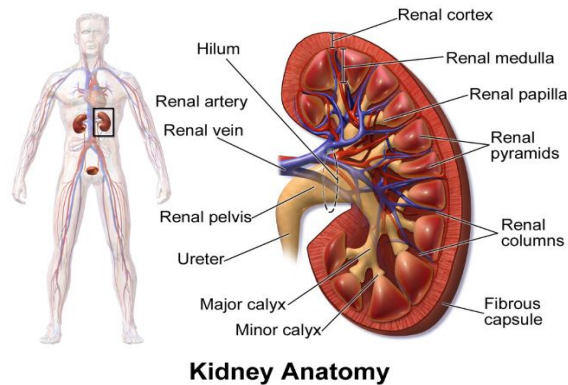
Mokraćni sustav pripada organizmu kao onaj dio u kojemu dolazi do stvaranja mokraće, transportiranja te na kraju izlučivanja mokraće (urina). Postoji još mnogo organa u tijelu koji izlučuju otpadne produkte ( pluća, koža, crijeva , bubrezi).



**Slika 4.** Skica mokraćnog sustava: 1. mokraćni sustav 2. bubrež 3. bubrežna zdjelica 4. mokraćovod 5. mokraćni mjehur 6. mokraćna cijev 7. nadbubrežna žlijezda 8. bubrežna arterija i vena 9. donja šuplja vena 10. trbušna aorta 11. zajednička bočna arterija i vena 12. jetra 13. debelo crijevo 14. zdjelica.

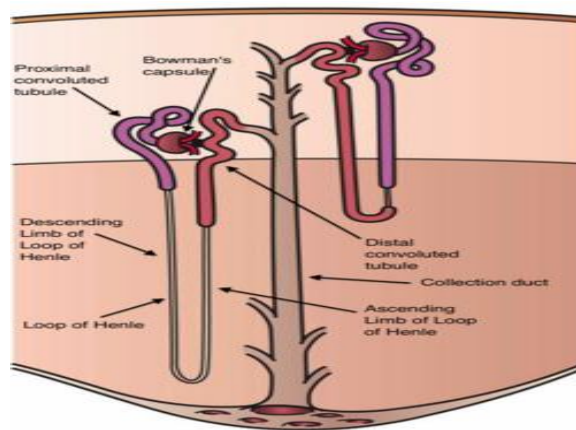
Mokraćni aparat je smješten ekstrapertonealno u trbušnoj šupljini , odnosno iza potrbušnice kojom su mokraćni organi prekriveni (3).

Bubrež (lat. ren) je parni organ mokraćnog sustava koji se smjestio na stražnjoj strani abdomena u visini dvanaestog rebra. Dužine je 12 do 15 cm, a težine oko 150 grama. Ima oblik graha. Izvana je prekriven sa dvije opne (lat. capsula fibrosa renis i capsula adiposa renis). Na uzdužnom presjeku bubrega vidljiva je njegova unutarnja građa. Sastoji se od sljedećih dijelova: parenhim, kompaktni vanjski dio i srednji šuplji dio. Kompaktni dio se sastoji od kore (lat. cortex) te sredine bubrega. Ovi sustavi šupljina su smješteni uz hilus bubrega i na njih se nastavlja mokraćovod (lat. ureter) koji čini poveznicu bubrega u mokraćni mjehur. Najvjerodostojniji prikaz daje se slikovnom metodom.



**Slika 5.** Anatomija bubrega. Preuzeto sa: [Blausen 0592 KidneyAnatomy 01 - Bubreg - Wikipedia](#)

Osnovna građevna jedinica bubrega je nefron koji se sastoji od glomerula, a oko glomerula se nastavlja niz mnogih cjevčica koje nazivamo tubuli (mokraćni kanalići).



**Slika 6.** Građa nefrona. Preuzeto sa: [Nefron - Wikipedia](#)

Početni dio nefrona se sastoji od glomerula (klupko kapilara) koji daju „zrnati“ izgled bubregu i smješteni su u korteksu bubrega, dok su tubuli djelomično smješteni u korteksu, a dijelom u meduli bubrega (formiraju piramidni izgled). Bowmanova kapsula zajedno s glomerulom čini Malphigijevo tjelešce. Početni dio bubrežnog kanalića je uvijen te se nastavlja na glomerul; slijede uzlazni i silazni krak Henleove petlje, a završni dio se ulijeva u sabirnu cijev. U svakom bubregu ima oko milijun glomerula i važno je naglasiti da je uništavanje glomerula ireverzibilni proces. Mokraćni kanalići koji strše u sustav bubrežnih čašica ulijevaju mokraću u iste te se putem mokraćovoda urin transportira u mokraćni mjehur, a iz njega van iz tijela (3). Histološki, bubreg je formiran od četiri osnovne skupine

koje su zavisne u funkcioniranju jedna o drugoj: krvožilni elementi, mokraćni elementi, limfni i živčani elementi. Krvotok bubrega se dijeli na funkcionalni krvotok kojem je primarna zadaća stvaranje mokraće te na hranidbeni krvotok kojem je zadatak nutritivno opskrbljivanje samog bubrega. Glomeruli imaju odvodnu i dovodnu arteriju (lat. a. afferens et a. efferens) (5). Skupina limfnih elemenata bubrega građena je od limfnih žila koje stvorenu i sakupljenu limfu dovode - uz arterije – do hilusa bubrega, a zatim u veće limfne ogranke kojima putuje u paraaortalne limfne žlijezde. Što se tiče živčanog sustava, bubreg inervira simpatikus i nervus vagus putem pleksusa bubrežne arterije (5).

Mokraćovod je također paran organ koji polazi iz hilusa bubrega i predstavlja cjevčicu dugačku oko 25 cm koja se spušta prema dolje i medijalno, ulazeći u mokraćni mjehur s gornje i lateralne strane. Sastoji se od tri dijela po duljini, počevši od najduljeg prema najkraćem – pars abdominalis, pars pelvina i pars intramuralis. Na mjestu ulaska mokraćovoda u mokraćni mjehur nalazi se valvula vesicouretralis koja sprječava vraćanje mokraće natrag u mokraćovod prilikom stezanja stijenke mjehura odnosno mikcije (nagon na mokrenje).

Mokraćni mjehur (lat. vesica urinalis) je neparni organ šuplje unutrašnjosti. Veličine je šake, građen od pet slojeva. Služi kao deponij za skupljanje mokraće koja se potom kroz mokraćnu cijev (lat. urethra) eliminira iz organizma. Sadrži oko 500 ml urina iako kapacitet može varirati. Pod utjecajem je autonomnog živčanog sustava – djelomično pod utjecajem naše volje.

Vanjska mokraćna cijev je tanka cjevčica koja izlazi iz mokraćnog mjehura i eliminira urin. Kod muškaraca je dugačka od oko 15-22 cm, a kod žena 3-4 cm.

Mokraća (urin) je produkt rada bubrega. U zdravom organizmu je bistra i žuta, ima svoju specifičnu težinu čije su normalne vrijednosti od 1.002 do 1.030. Slanog je okusa i ima lagani miris amonijaka. Što se tiče sastava, ima anorganske i organske supstance, a najviše vode (95%). U njoj su otopljene anorganske soli natrija, kalija, kalcija, fosfora, amonijak, kloridi, karbonati i sulfati. U sebi ima mokraćne boje – urobilinogen i urobilin. Najznačajnije je izlučivanje organske soli u mokraći odnosno mokraćevine (ureja). U

mokraći se mogu naći izlučeni vitamini, hormoni te različite otpadne tvari poput onih od lijekova. pH mokraće iznosi 4.8 – 7.4 – prosječni pH je, dakle 6.0. (5).

Ureja nastaje raspadom dušikovih tvari u organizmu i to Krebs-Henseleitovim ciklusom u jetri kada dolazi do razgradnje proteina iz amonijaka i CO<sub>2</sub>. Kreatin je sadržan u 98 posto mišićne mase, a sudjeluje kod kontrakcija istih te se iz urina izlučuje kao kreatinin. Kreatinin je u vrijednostima proporcionalan mišićnoj masi, a tako ovisi o dobi, spolu i tjelesnoj težini. Mokraćna kiselina se nalazi kao produkt razgradnje nukleinskih kiselina.

Fiziologija bubrega govori o stvaranju, transportu i izlučivanju mokraće. Krv koja dolazi u glomerularne kapilare (unutar kojih tlak iznosi 60-80 mmHg) putem aferentne arterije isfiltrira u Bowmanovu čahuru oko 90% sastavnih dijelova plazme i sastojaka koji su u njoj otopljeni. Takav filtrat se naziva primarna mokraća koja potom teče u tubule konkorti I. reda i u Henleovu petlju gdje se vrši resorpcija vode i potrebnih tvari u krvne kapilare koje su nastavci eferentne arterije. U tubule konkorti II. reda utječu tvari koje su u potpunosti nepotrebne organizmu, a i zbog svoje veličine se ne mogu filtrirati kroz glomerul. Tako nastaje sekundarna, „dovršena“ mokraća koja se potom izlučuje iz organizma. Razlika je, dakle, između primarne i sekundarne mokraće u tome što je primarna gotovo identična sastavu plazme, a sekundarna je posve drugačijeg sastava i ima svoju specifičnu težinu (5)(opisano ranije).

Glomerularna filtracija (GF) određuje se veličinom protoka plazme kroz bubrege, propustljivošću površinom glomerularne membrane te pritiskom na eferentne i aferentne kapilare. Metoda koja se koristi za određivanje GF je klirens endogenog kreatinina (2).

Smatra se kako bubrege kroz 24 sata protekne i do 1500 litara krvi iz koje se isfiltrira oko 150 litara mokraće (primarne) no samo se oko 1500 mililitara izluči iz organizma kao sekundarna mokraća. Na proces stvaranja i izlučivanja mokraće utječu mnogobrojni faktori, prvenstveno hormon hipofize – antidiuretski hormon i neki hormoni nadbubrežne žlijezde (aldosteron). Najvažniji nadglednik cijelog procesa je hipotalamus. „Pogon“ koji se odvija ovisi o veličini filtracijskog, resorpcijskog i sekrecijskog polja, tlaku u bubrežnim kanalčićima, tlaku krvi, sastavu krvi, temperaturi tijela, temperaturi okoline (znojenje), količini unesene vode u organizam, psihičkoj napetosti te fizičkom zamoru (3).



Opisani fiziološki proces je sekretorne naravi no bilo bi pogrešno smatrati bubrege samo takvim organima. Bubrezi su organi od vitalnog značaja i onaj njihov rad koji nije vidljiv je zapravo najvažniji:

- ✓ održavaju konstantu volumena izvanstanične tekućine
- ✓ održavaju referentne intervale koncentracije elektrolita
- ✓ održavaju osmolarnu koncentraciju krvi
- ✓ održavaju acidobaznu ravnotežu (koncentracije H-iona)
- ✓ održavaju krvni tlak
- ✓ izlučuju suvišnu vodu iz organizma
- ✓ izlučuju suvišne i nepotrebne tvari iz tijela
- ✓ izlučuju produkte metabolizma bjelančevina
- ✓ sudjeluju u procesu eritropoeze
- ✓ izlučuju renin (supstrat važan za održavanje krvnog pritiska) i eritropoetin (hormon bubrega koji je važan za eritropoezu) u krv

Renin se izlučuje u krv gdje djeluje na jedan od supstrata plazme, stvarajući zajedno decapeptid koji je nazvan angiotenzin I koji je biološki neaktivan no u aktivaciji sa enzimom konvertinom postaje biološki aktivan pa tako nastaje angiotenzin II. Angiotenzin II vrši utjecaj na glatku muskulaturu stijenki krvnih žila te na taj način povećava krvni tlak.

Funkcije angiotenzina su:

- utjecaj na glatku muskulaturu arterija, uključujući i miokard – pojačavajući kontrakciju
- djelovanje na tubule u bubregu kada direktno utječe na pojačanu resorpciju iona natrija iz primarne mokraće natrag u krv
- utjecaj na koru nadbubrežne žlijezde na način da pojačava izlučivanje aldosterona koji isto tako ima funkciju zadržavanja natrijevih iona u krvi
- djelovanje na središnji živčani sustav – konkretno hipofizu – iz čijeg se stražnjeg režnja izlučuje antidiuretski hormon (ADH) koji je zadužen za smanjivanje diureze u bubregu
- utjecaj na vegetativni živčani sustav pojačanjem djelovanja na glatku muskulaturu krvnih žila (3).

Eritropoetin je produkt bubrega koji se oslobađa u krv te tako potiče obnavljanje eritrocita. No smatra se kako eritropoetin u bubrezima nastaje kao jedan ferment, a drugi dio eritropoetina se ipak stvara u krvi aktivacijom supstrata u plazmi (6).

Funkcija mokraćnog sustava je sveobuhvatna kada govorimo o vitalnom funkcioniranju organizma, a može se sažeti na: izlučivanje suvišne vode, izlučivanje konačnih produkata proteina, izlučivanje soli, toksina i svih štetnih produkata. Mokraćni sustav sudjeluje, dakle, u prometu vode i soli u tijelu te utječe na kemijske reakcije u krvi, direktno i indirektno na povećanje i/ili smanjenje krvnog pritiska te na eritropoezu.

### **3.1. Osnovni pojmovi u poremećaju izlučivanja mokraće**

U narušenom radu mokraćnog sustava može doći do različitih oblika poremećaja u lučenju mokraće. Kako bismo dalje u radu bolje razumjeli koncept težih oboljenja bubrega, donosi se objašnjenje nekih osnovnih pojmova poremećaja u mokraćnom sustavu te u diurezi – količina izlučene mokraće kroz 24 sata:

- Anurija – nemogućnost stvaranja mokraće u bubregu – diureza je manja od 100 mililitara/24h ili je uopće nema
- Poliurija - pojačano lučenje mokraće – više od 2500 mililitara/24h
- Polakisurija - učestalo mokrenje manjih količina mokraće
- Oligurija – smanjena produkcija mokraće – manje od 500 mililitara /24h
- Hematurija – prisutnost krvi u urinu
- Proteinurija – prisutnost povećane količine bjelančevina u urinu
- Retencija urina – stanje u kojem se mokraća zadržava u mokraćnom mjehuru zbog nemogućnosti otjecanja iz tijela
- Uremija – otrovanje krvi raspadnim produktima iz urina, prije svega urejom; razvoj metaboličke acidoze; stanje koje dovodi do sigurnog smrtnog ishoda ukoliko se ne liječi. Javlja se kao posljednja faza akutnog ili kroničnog bubrežnog zatajenja (7).

Bez oba bubrega život nije moguć, bez jednog je bubrega život moguć no uz strogo pridržavanje terapijskih i dijetetskih mjera te zdravog načina života.

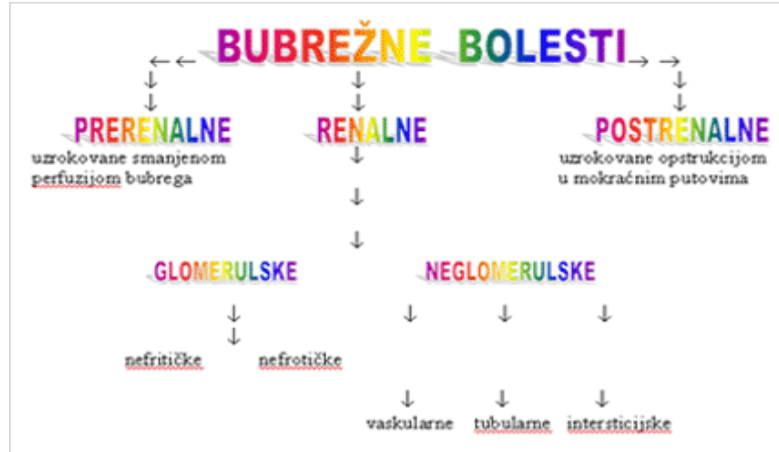
## 4. BOLEST BUBREGA

### 4.1. Akutna bubrežna bolest (ABB)

Smanjena ili oštećena funkcija bubrega koju prati naglo smanjenje ili potpuni gubitak ekskretorne mogućnosti i porast koncentracije dušika (azotemija), a traje nekoliko dana ili sati naziva se akutnim bubrežnim zatajenjem.

Uzroci ove bolesti mogu biti:

- prerenalni koji se očituju hipotenzijom, krvarenjem, proljevom, povraćanjem te dehidracijom;
- renalni uzroci koji nastaju kao posljedica unošenja toksičnih tvari i otrova – lijekovi koji oštećuju bubrege, soli teških metala, konzumacija otrovnih gljiva i slično;
- postrenalni uzroci koji znače primarna oboljenja drugih zdravstveno-patoloških naravi poput malignih bolesti, prirođenih greški, nefrolitijaze (9).



Slika 7. Prikaz uzroka ABB. Preuzeto sa: [prenblog.com](http://prenblog.com)

Što se tiče kliničke slike, nema karakterističnih simptoma od ranije navedenih, uz eventualno još promjene u psihičkom stanju, svrbež, osjećaj nestašice zraka, a smanjena diureza zabilježena je u oko 70 posto pacijenata sa posljedičnim razvojem edema (generaliziranih ili lokalnih), respiratornih smetnji te eventualno nevoljnim trzajevima mišića (10).

Dijagnoza se temelji na kliničkom pregledu pacijenta – pregled, laboratorijski nalazi, dijagnostičke pretrage poput CT-a, UZV te eventualno biopsiji bubrega.

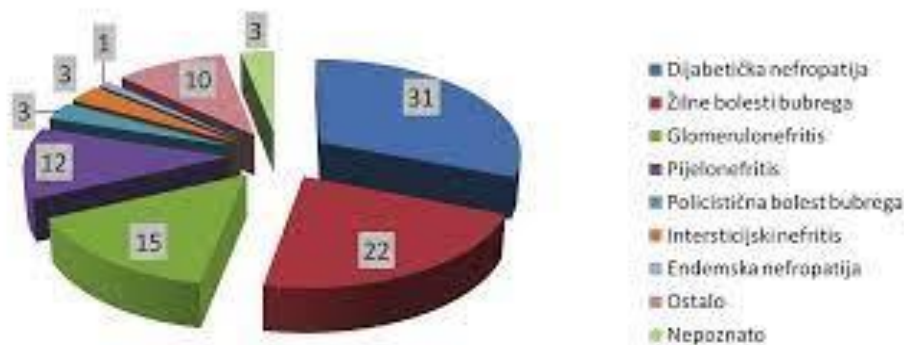
Budući da mnoga stanja mogu biti uzrokom AZB, u liječenju je presudan uzrok zbog kojeg je do ove bolesti došlo. Metode liječenja obično uključuju praćenje unosa i iznosa tekućine koji mora biti strogo reguliran, po laboratorijskim nalazima korekciju elektrolita u krvi. Jedna od teških, životno ugrožavajućih komplikacija je i hiperkalemija – povećana koncentracija kalija u krvi pa je potrebna i kontrola rada srčanog ritma obzirom da povećane vrijednosti kalija mogu izazvati zastoj srca – kao i preniske vrijednosti istog. Višak kalija je, između ostalog, moguće iz krvi odstraniti i dijalizom. Ukoliko je kod pacijenta došlo do metaboličke acidoze uslijed AZB, ista se može liječiti primjenom natrijhidrogenkarbonata, ukoliko rezultati nisu zadovoljavajući, može se također primijeniti dijaliza. Zadržavanje uremičnih otrova u krvi može dovesti i do koagulopatije koja se može manifestirati krvarenjem iz probavne cijevi, epistaksom (krvarenje iz nosa) te rana ukoliko ih pacijent ima, a dijaliza je kod ovog stanja također mogućnost izbora (10).

Kod akutne bubrežne bolesti moguće je nastupanje multiplog organskog zatajenja pa je u tom slučaju nužno pristupiti dijalizi. Najčešće se kod AZB koristi intermitentna hemodijaliza (IHD) o kojoj će više riječi biti kasnije u radu.

#### **4.2. Kronična bubrežna bolest (KBB)**

Ukoliko se naruši funkcija bubrega na način da dolazi do značajno smanjene glomerularne filtracije, patoloških nalaza kod pretraga bubrega i urina te takvo stanje traje duže od tri mjeseca, govorimo o kroničnoj bubrežnoj bolesti.

Smatra se da je postotak oboljenja od kronične bubrežne bolesti u Europi oko 10%. Gotovo polovina pacijenata ima bolest trećeg i četvrtog stadija, od toga oko 20 posto pacijenata je starije od 65 godina života, a oko 30 posto je zakoračilo u deveto desetljeće života. Ljudi oboljeli od KBB imaju više od 80% rizika za veću smrtnost od ostalih te , nažalost, 100% veću smrtnost od oboljenja od kardiovaskularnih bolesti nego ostali pacijenti (1).



**Slika 8.** Uzroci KBB. Preuzeto sa: [94516 \(srce.hr\)](http://94516.srce.hr)

Kronično bubrežno zatajenje razvija se kroz određeni period, a najvažniji faktori rizika na nastanak ove bolesti su:

- Čimbenici pojavnosti: predijabetes, dijabetes, metabolički sindrom, esencijalna hipertenzija, genetski čimbenici, autoimune bolesti i nasljedne bolesti
- Čimbenici za razvoj osjetljivosti kronične bubrežne bolesti: pozitivna obiteljska anamneza na kroničnu bubrežnu bolest, niska porođajna težina, smanjena bubrežna masa, starija životna dob, spol ( žene u omjeru 1:4, muškarci u omjeru 1:5), proteinurija, albuminurija, neregulirana, sekundarna i rezistentna hipertenzija u bolesnika sa šećernom bolesti i bez nje, kardiovaskularni rizik, poremećen metabolizam masti, pušenje, povećana koncentracija fosfata u krvi, malnutricija , nefropatija koja je uzrokovana davanjem kontrastnog sredstva prilikom primjene dijagnostičkih metoda
- Čimbenici pogoršanja bubrežnog zatajenja

Stadiji bolesti se razlikuju obzirom na veličinu GF pa su određeni sljedećim parametrima:

1. Bubrežno oštećenje sa normalnom GF (ml/min/1.73m<sup>3</sup>) >90
2. Bubrežno oštećenje uz slabo smanjenu GF – 89-60
3. Umjereno smanjena GF – 59-30
4. Teško smanjena GF – 29-15
5. Bubrežno zatajenje – GF <15 ili se pacijent dijalizira (11).

Prema neprofitnoj organizaciji za poboljšanje liječenja bolesti bubrega (KDIGO) (1), liječenje dijalizom nije preporučljivo započinjati u ranijim fazama bolesti nego kada su nastupili simptomi poput poremećaja acidobazne ravnoteže i elektrolita, disbalansa razine tekućine u organizmu, poremećaja krvnog tlaka, malnutricije koja se ne može popraviti konvencionalnim metodama liječenja i pogoršanje psiholoških funkcija. Za sada još nema jasno povučene granice kod koje bi se trebalo početi sa dijalizom odnosno nadomještanjem bubrežne funkcije no smatra se kako trebalo pristupiti tome postupku s rezervom – uzimajući u obzir procjenu kvalitete pacijentova života pa je zapravo početak dijalize individualan. Sa istom treba svakako započeti ukoliko je GF 7 ml/min ili manja (1).

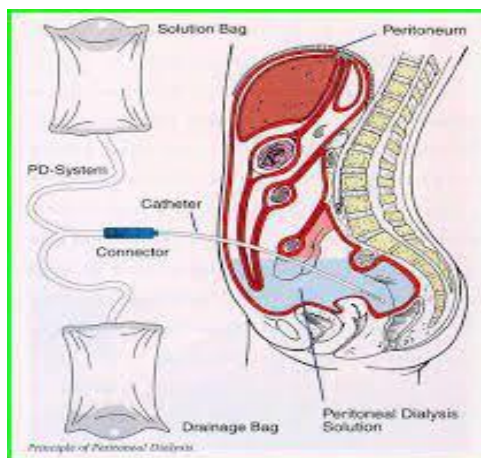
Kako je medicina napredovala, tako su i uspjesi liječenja faktora rizika za obolijevanja KBB poput primarnih bolesti – dijabetesa i hipertenzije postali mnogo bolji pa se samim time smanjio i broj pacijenata koji trebaju nadomjestak bubrežne funkcije.

Prehrana bolesnika koji boluju od bubrežnih bolesti je specifično i široko područje sa određenim, preporučenim smjernicama dnevnog unosa nutrijenata, svakako sa smanjenim udjelom soli u prehrani.

## 5. DEFINICIJA I VRSTE DIJALIZE

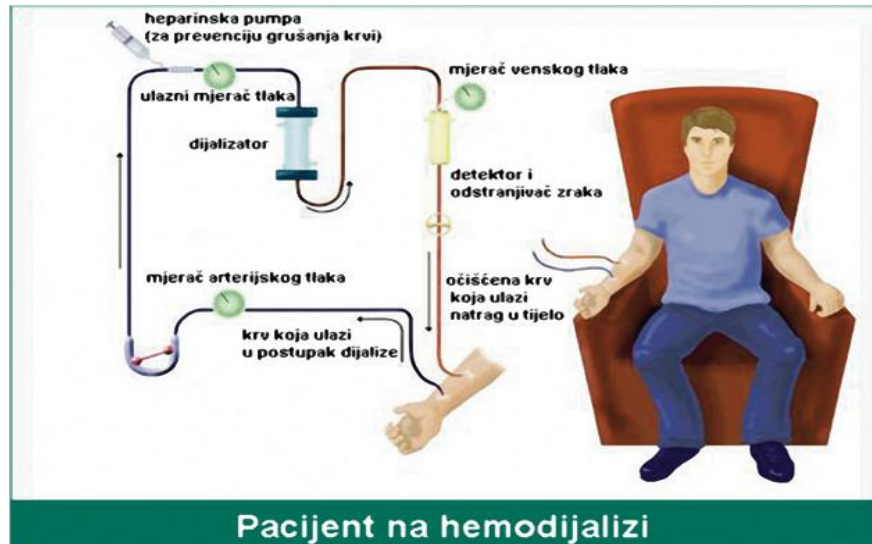
Dijaliza je metoda koja se koristi u medicini, a podrazumijeva razmjenu čestica između dvije otopine koje su međusobno odijeljene polupropusnom membranom. Vrlo je učinkovita u procesu uklanjanja toksičnih i otpadnih tvari koje mokraćni sustav nije uspio eliminirati izvan tijela: mokraćne kiseline, soli, ureje i kreatinina, a također uklanja višak nakupljene vode u organizmu te na taj način osigurava korekciju elektrolita i acido-bazne ravnoteže (12).

Postupak može biti izvantjelesni – ekstrakorporalna dijaliza ili se može obavljati u integritetu organizma kada se govori o peritonealnoj dijalizi kod koje se tvari iz krvi filtriraju kroz peritoneum u slobodnu trbušnu šupljinu.



**Slika 9.** Peritonealna dijaliza. Preuzeto sa: <http://www.ss-medicinske-vrapce-zg.skole.hr/nastavni-materijali/Peritonejska%20i%20transplantacija.pdf>

Termin hemodijaliza potječe od grčkih riječi haima (krv) i dialysis (rastavljanje, razdvajanje) (1). To je postupak kojim se odvodi krv iz tijela u izvantjelesnu cirkulaciju – dijalizator – a ta se krv pročišćena vraća natrag pacijentu. Indikacije za HD su terminalni stadij kronične bolesti bubrega, akutno oštećenje bubrega ( ne nužno) te trovanje. Kontraindikacija za HD jest hemodinamski nestabilan pacijent.



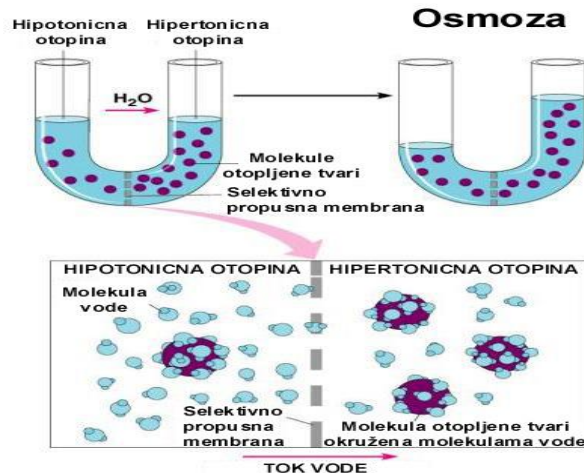
**Slika 10.** Ekstrakorporalna hemodijaliza. Preuzeto sa: [Kronično zatajenje bubrega | vasezdravlje.com](http://Kronično_zatajenje_bubrega_|_vasezdravlje.com)

Postoji nekoliko vrsta hemodijalize, a to su niskoprotočna (low flux) odnosno konvencionalna (standardna) hemodijaliza, visokoprotočna (high flux) hemodijaliza te visokoučinkovita hemodijaliza. Kod niskoprotočne hemodijalize membrana dijalizatora je visoko propusna te tako vrlo male molekule lako prolaze u oba smjera kroz membranu, a što ovisi o koncentracijskom gradijentu te se onemogućuje prijenos srednjih ili većih molekula, kao ni znatniji prijenos vode, a konvektivni prijenos je zanemariv. Visokoprotočna hemodijaliza može se prikazati kao hemodijafiltracija, ali bez infuzije tekućine. Danas se visokoprotočna hemodijaliza primjenjuje u 2/3 pacijenata diljem svijeta. Visokoučinkovita hemodijaliza zahtjeva uporabu membrana velike površine, bikarbonatnu dijalizu te brzi protok krvi. Definirana je visokom klirensom ureje (1).

Postupak hemodijalize omogućen je sljedećim procesima:

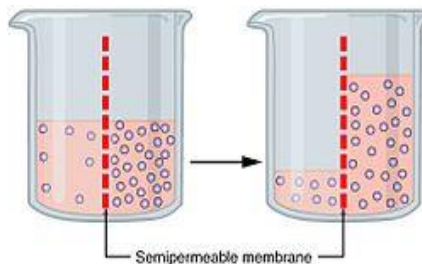
- osmoza – kretanje otapala kroz polupropusnu membranu s područja manje koncentracije u područje veće koncentracije otopljenih tvari;





**Slika 11.** Osmoza. Preuzeto sa: [Odgovori na postavljena pitanja iz biologije \(unizg.hr\)](http://odgovori.na.postavljena.pitanja.iz.biologije.unizg.hr)

- difuzija – spontano kretanje otopljenih tvari kroz polupropusnu membranu zbog koncentracijskog gradijenta iz područja veće koncentracije u područje manje koncentracije dok se koncentracije ne izjednače. Na taj način dolazi do eliminacije otpadnih tvari, a koje imaju molekularnu masu 5000 daltona – ureja, fosfor, kreatinin, natrij. Proces difuzije je određen veličinom molekula, protokom krvne pumpe, protokom otopine dijalizatora, karakteristikama dijalizatora i koncentracijskim gradijentom;

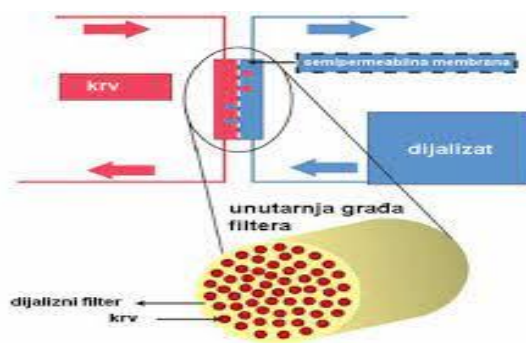


**Slika 12.** Difuzija. Preuzeto sa: [Difuzija – Wikipedia \(wikipedia.org\)](http://difuzija-wikipedia-wikipedia.org)

- ultrafiltracija (UF) je proces protoka vode i otopljenih tvari iz područja s krvi u područje s otopinom za HD pod utjecajem tlaka te na taj način eliminira višak tekućine iz organizma;
- konvekcija – proces prijenosa otopljenih tvari kroz polupropusnu membranu sa protokom vode niz gradijent tlaka. Ovim postupkom se odstranjuju iz krvi bolesnika

molekule veće mase (500 do 1500 daltona) kao što su proteini, vitamin B12, ugljikohidrati)

Postupkom hemodijalize krv pacijenta prolazi kroz kapilare filtra (dijalizatora) oko kojih cirkulira otopina za HD. Ovdje ne dolazi do miješanja krvi i otopine dijalizatora jer se te dvije tekućine kreću u suprotnim smjerovima, a dijeli ih polupropusna membrana pa na taj način dolazi do razlike u koncentraciji molekula sa svake strane membrane – stvara se koncentracijski gradijent. Uloga polupropusne membrane je završena kada otpadni produkti iz krvi i višak tekućine prijeđu u otopinu dijalizatora te ta kolekcija bude ispražnjena u kanalizacijski odvod.



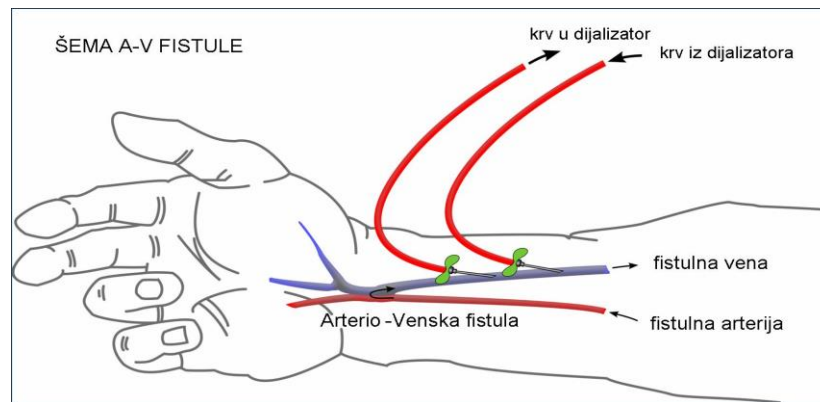
**Slika 13.** Prikaz funkcije dijalizatora. Preuzeto sa: [Što je dijaliza? / Dijaliza / Centri A-Z - Cybermed.hr](http://Što_je_dijaliza?/Dijaliza/Centri_A-Z_-_Cybermed.hr)

## 5.1. Krvožilni pristup

Kako bi se pristupilo hemodijalizi, potrebno je osigurati krvožilni pristup. Kod AZB može se koristiti CVK (centralni venski kateter) jugularnim pristupom ili putem vene subclavie ili femoralnim putem. Kod bolesnika koji boluju od KZB ugrađuje se trajna arteriovenska fistula (direktna ili indirektna) ili CVK u slučaju kada drugačiji krvožilni pristup nije moguć zbog dotrajalosti krvnih žila. Centralni venski kateteri su učinkoviti nakon 24 mjeseca hemodijalize oko 50 posto.

Direktna AV fistula se ugrađuje potkožno u prostor između arterije radialis i vene cephalice podlaktično, ali se može postaviti i na druge vene kod lakatnog pregiba i proksimalno od karpalnog zgloba. Postavljanje ovakve, direktne fistule je najoptimalnija metoda jer ostaju funkcionalne više od 70 posto čak i nakon 36 mjeseci (15).

Indirektna AV fistula ugrađuje se kao umjetni materijal - politetraflueten (EPTFE) – po principu umjetno napravljenog dijela koji oponaša krvnu žilu na spoju arterije i vene, a mjesta za odabir ugradnje iste su obično noga, podklaktica ili nadlaktica (15). Rok trajanja u 36 mjeseci im je nešto manji od 30 posto.



**Slika 14.** Arterio-venska fistula. Preuzeto sa: [AV fistula | Dijaliza \(wordpress.com\)](http://AVfistula.com)

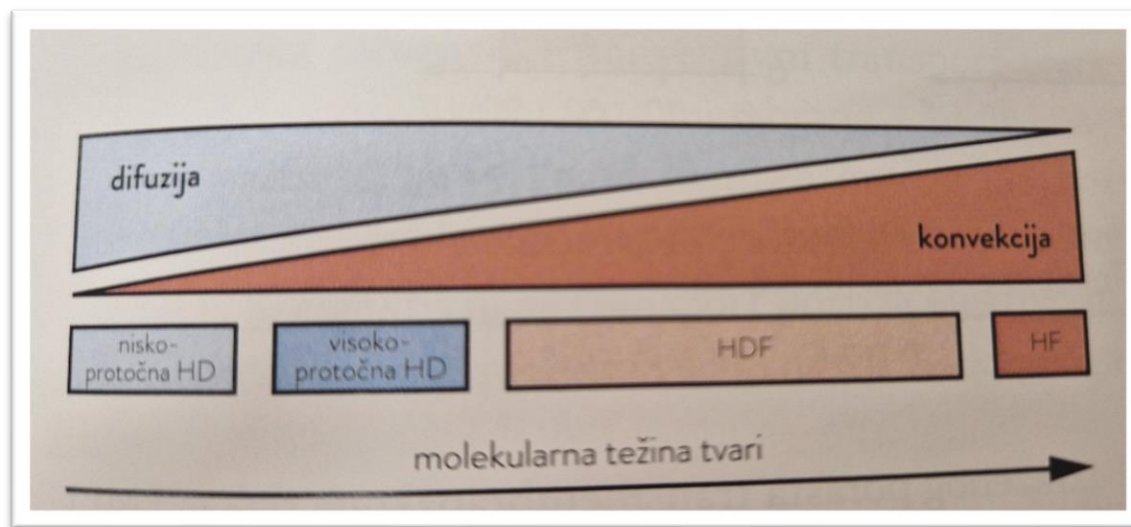
## 6. HEMODIJAFILTRACIJA

Hemodijafiltracija je hemodijalizna procedura koja kombinira principe hemodijalize i hemofiltracije, odnosno difuzijske i konvektivne transportne mehanizme kako bi omogućila bolje odstranjenje molekula srednje i velike molekulske težine, a time i bolju iskoristivost karakteristika visokoprotočnih membrana. Svime navedenim dobiva se i bolja terapijska učinkovitost (18).

Hemofiltracija se zasniva na konvekciji odnosno pokretač je sila gradijent tlaka prije nego koncentracijski gradijent, a stopa odstranjenja tvari razmjerna je primijenjenom pritisku (1).

Kod hemodijafiltracije difuzijski transport zahtijeva protok dijalizata u smjeru suprotnom od smjera krvi kroz dijalizator. Konvektivni transport zahtijeva ultrafiltraciju tekućine u količini većoj od željenog gubitka. Kako bi se nadoknadio gubitak tekućine zbog prekomjerne ultrafiltracije potrebna je nadomjesna tekućina radi održavanja volumnog statusa. Ravnoteža tekućine održava se infuzijom nadomjesne tekućine ispred ili iza filtra,

a nešto rjeđe unutar filtera za dijalizu. S povećanjem molekularne težine tvari raste i relativni doprinos konvekcije u njihovom odstranjivanju. Ovu metodu su prvi puta primijenili Henderson i suradnici 1967. godine. Zbog nepostojanja odgovarajućih membrana i problema održavanja ravnoteže tekućine zbog nepreciznih volumetrijskih kontrolnih sustava vrlo je bilo teško provoditi istu. Kako je tehnologija napredovala tako je i razvijen niz inačica ove metode.



**Slika 15.** Omjer difuzije i konvekcije u pojedinoj metodi dijalize. Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

Kod primjene klasične HDF potrebno je otprilike oko 9 litara nadomjesne tekućine u postdilucijskom modalitetu. Kako bi se mogla postići odgovarajuća stopa gradijenta transmembranskog tlaka i ultrafiltracije ona zahtjeva protok krvi veći od 300 ml/min. Od opreme je potrebna crpka za reinfuzat, vage za mjerenje reinfuzata te sustav za kontrolu ultrafiltracije. Ova metoda ograničena je novčanim sredstvima zbog visoke cijene nadomjesne tekućine. Primjenjuje se u Italiji gdje se bolesnicima u postdilucijskom modu primjenjuje otopina bez pufera te se naziva biofiltracija bez acetata. Kod HDF-a difuzija i konvekcija događaju se istodobno, međutim one se interferiraju te njihova učinkovitost nije jednostavan zbroj učinkovitosti svake od metoda. Difuzija smanjuje koncentraciju malih molekula, ostavljajući manje za odstranjivanje konvekcijom, dok konvekcija smanjuje protok krvi pa time pokreće silu za difuziju.

Kod primjene visokovolumne HDF potrebno je 15 ili više litara reinfuzata u jednom postupku (1).

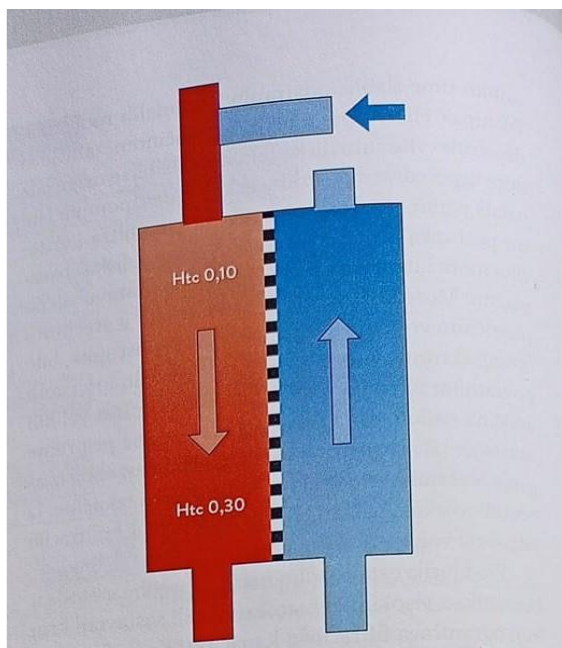
## 6.1. Modaliteti hemodijafiltracije

Pojam hemodijafiltracija obuhvaća niz različitih postupaka koji kombiniraju konvektivni i difuzijski prijenos kako bi se tijekom postupka postiglo odstranjenje tvari.

Prema mjestu dodavanja nadomjesne tekućine hemodijafiltracija se dijeli na četiri modaliteta, a to su postdilucijska HDF, predilucijska HDF, mid-dilucijska HDF te HDF s miješanom dilucijom.

### 6.1.1. Predilucijska HDF

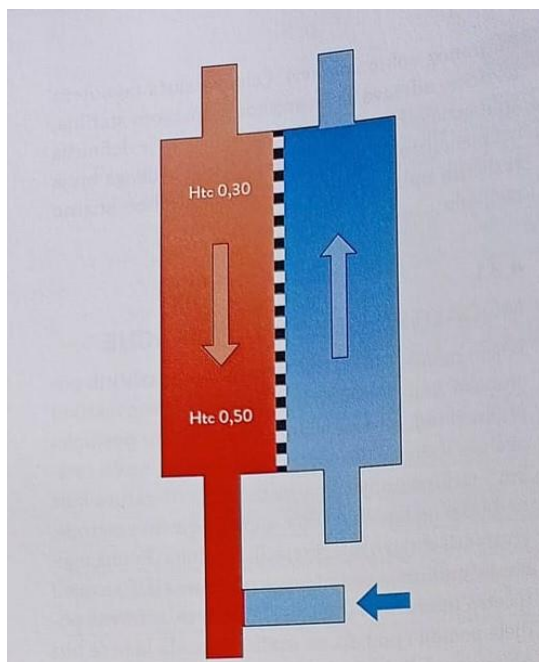
Kod primjene predilucijske HDF nadomjesna tekućina se infundira prije filtera odnosno infuzija nadomjesne tekućine je praćena ultrafiltracijom. Ona omogućuje veće stope ultrafiltracije i filtracije, ali je smanjena učinkovitost difuzije i konvekcije zbog smanjene koncentracije otopljenih tvari u krvnom odjeljku.



**Slika 16.** Predilucijska hemofiltracija. Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

### 6.1.2. Postdilucijska HDF

Kod primjene postdilucijske HDF nadomjesna tekućina se infundira iza dijalizatora tj. najčešće u vensku kapaljku odnosno ultrafiltracija je praćena infuzijom nadomjesne tekućine. Ona je najučinkovitija metoda kada su u pitanju odstranjenja tvari.



**Slika 17.** Postdilucijska hemodijafiltracija. Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

### 6.1.3. Mild- dilucijska HDF

Kod primjene mild-dilucijske HDF nadomjesna tekućina se infundira u određenom dijelu niz tijek krvi što se postiže uporabom posebnih sustava i dijalizatora. Prvi dio je postdilucijski modalitet, a drugi predilucijski modalitet.

#### **6.1.4. Miješano-dilucijska HDF**

Kod primjene ovog modula nadomjesna tekućina se infundira ispred i iza dijalizatora u istom ili različitom omjeru. To se čini kako bi se postigao maksimalni klirens i izbjegavanje visokog transmembranskog pritiska i hemokonzentracije.

#### **6.1.5. Ostali modaliteti hemodijafiltracije**

Postoje i drugi modaliteti hemodijafiltracije kao što su on-line hemodijafiltracija, unaprijeđena interna filtracija, Push/pull hemodijafiltracija, biofiltracija bez acetata, visokovolumna hemodijafiltracija, dvostruka visokoprotlačna demodijafiltracija.

On-line hemodijafiltracija (OL-HDF) zapravo podrazumijeva primjenu multifunkcionalnog aparata koji može raditi HD, HF ili HDF te ima opciju samostalne pripreme nadomjesne tekućine kontinuirano tokom cijelog postupka (1).

Kod unaprijeđene interne filtracije dijalizat dobiven filtracijom se koristi kao supstitucijska tekućina, a ravnotežu tekućina održava aparat na hemodijalizu.

Push/pull hemodijafiltracija odnosno povuci-potegni HDF podrazumijeva naizmjenično ponavljanje filtracije i povratne filtracije tijekom hemodijalize preko visoko protočne membrane. Prednost je ta što je gubitak albumina manji nego kod konvencionalne HDF, te se smanjuje potreba za eritropoetinom, a ova metoda je učinkovita i pri odstranjivanju beta 2 mikroglobulina i mioglobulina.

Biofiltracija bez acetata je postupak pri kojem je acetat potpuno odstranjen iz nadomjesne tekućine i dijalizata.

Visokovolumna hemodijafiltracija je inačica klasičnog oblika hemodijafiltracije, ali uz uporabu 15 ili više litara tekućine.

Dvostruka visokoprotlačna hemodijafiltracija upotrebljava dva visokoprotlačna dijalizatora u seriji. Vrlo je visoke učinkovitosti tako da je dovoljno i samo oko 2 sata postupka da bi se postigao odgovarajući učinak (1).

## 6.2. PREDNOSTI I NEDOSTACI HEMODIJAFILTRACIJE

Kao i svaka druga metoda ili postupak i HDF ima svoje prednosti i nedostatke. Također pojedine metode hemodijafiltracije imaju, kako svoje probleme, tako i specifičnosti (1).

### Predilucijska HDF

- PREDNOSTI:
  - manja oštećenja kapilara i membrane
  - postojan hematokrit
  - smanjenje onkotskog tlaka i viskoznosti
  
- NEDOSTACI:
  - smanjenje klirensa molekula
  - postoji veća potreba za nadomjesnom tekućinom

### Postdilucijska HDF

- PREDNOSTI:
  - potrebna je manja uporaba nadomjesne tekućine
  - postiže se odličan klirens molekula
  
- NEDOSTACI:
  - pri visokim stopama ultrafiltracije uzrokuje odlaganje proteina plazme na površini membrane te zgrušavanje krvi unutar kapilara dijalizatora odnosno dolazi do potencijalnog zgrušavanja krvi u izvantjelesnom optičaju
  - smanjena hidraulična propusnost membrane
  - povećan stres za membranu što posljedično dovodi do mogućnosti gubitka albumina.



## **Mild dilucijska HDF**

- PREDNOSTI
  - učinkovito odstranjenje srednje velikih uremijskih toksina
- NEDOSTACI
  - ako se primjenjuju uobičajeni filteri može doći do porasta transmembranskog pritiska u postdilucijskom segmentu.

## **Miješano-dilucijska HDF**

- PREDNOSTI
  - izbjegavaju se problemi predilucijske i postdilucijske HDF
- NEDOSTACI
  - potrebna je specifična oprema kao što je specifičan sustav za dijalizu, dvije infuzijske pumpe te specifični software

Još jedna od prednosti primjene HDF-a je to što se ne odstranjuju se vitamin B<sub>12</sub> i folat. HDF omogućuje bolji klirens fosfora zahvaljujući konvektivnom transportu (1).

Rezultati pojedinih istraživanja prikazuju da bolesnici na HDF-u imaju bolje nutritivne parametre od onih koji su na HD. Također, neke studije upućuju na poboljšanje kontrole krvnog tlaka i hemodinamske stabilnosti kod pacijenata na HDF-u u odnosu na one koji su na HD, međutim postoji naznaka da je boljitak HDF-a u smislu poboljšanja hemodinamske stabilnosti posljedica povećanih gubitaka toplinske energije unutar izvantjelesnog optjecaja. Nekoliko istraživanja pokazalo je i smanjivanje rezistencije na eritropoetin kod bolesnika koji se liječe HDF-om te uslijed toga lakša korekcija anemije (1).

Još neke od prednosti hemodijafiltracije koje su istraživane u brojnim studijama su smanjenje učestalosti hipotenzivnih epizoda, smanjenje mučnina, grčeva, povraćanja i glavobolja. Primijećen je i smanjeni umor pacijenata na HDF-u u odnosu na pacijente na HD i to posebno kod pacijenata starije životne dobi, osoba koje boluju od kardiovaskularnih bolesti te dijabetičara. Pokazalo se i da primjena HDF-a kod

hipertoničara pridonosi boljem očuvanju rezidualne bubrežne funkcije naspram pacijenata na HD-u.

Jedno od veoma bitnih pitanja je i smanjenje smrtnosti kod pacijenata na dijalizi. Velike kohortne studije pokazale su da se smrtnost smanjuje za oko 35% kod bolesnika koji su liječeni HDF-om u odnosu na one koji su liječeni HD-om, međutim male perspektivne studije nisu otkrile značajne razlike u smanjenu smrtnosti (19).

Kod pacijenata kod kojih se primjenjuje on-line HDF može se utjecati na stanje pothranjenosti kao jednog od pokretača PUA sindroma (sindrom pothranjenosti, upale i ateroskleroze), a jedan od mehanizama je poboljšanje klirensa slobodnog serumskog leptina čija je koncentracija u krvi povišena kod bolesnika s kroničnom bubrežnom insuficijencijom. Također analizom serumskog CRP-a uočen je značajno niži nivo kod bolesnika liječenih on-line HDF-om (19).

Jedan od bitnih nedostataka HDF-a je rizik od neželjenog odstranjivanja korisnih tvari. Kod HDF-a dolazi do odstranjenja albumina i vitamina C, ali također može doći i do mehaničkog oštećenja krvnih stanica. Najozbiljniji potencijalni problem metoda koje rabe povratnu filtraciju je pitanje mikrobiološke kvalitete vode. Prilikom primjene HDF metode dolazimo i do financijske prepreke jer je cijena liječenja viša od cijene standardne hemodijalite (1).

## 7. ZAKLJUČAK

U cijelome svijetu zabilježen je sve veći porast broja osoba, posebno onih starije životne dobi, kojima je potrebno liječenje dijalizom. Također, sve je veći broj takvih osoba koje uz kroničnu bubrežnu bolest imaju i druge komorbiditete kao što su arterijska hipertenzija, dijabetes melitus, anemija, pothranjenost. Iako je posljednjih godina zabilježen značajan napredak u razvoju hemodijaliznih postupaka, smrtnost i pobol bolesnika koji se liječe hemodijalizom je i dalje zabrinjavajući. Obzirom na to da se hemodijaliza smatra zlatnim standardom u produljivanju životnog vijeka potrebno je neprekidno poboljšavanje i usavršavanje metoda i modaliteta nadomjesnog bubrežnog liječenja te tehnologije koja pridonosi istom. Možemo zaključiti i da HDF ima svoje prednosti, ali nedostatke koji se razlikuju ovisno o modulu HDF-a koji se primjenjuje stoga je potrebno razvijati tehnologiju i istraživati postupke kojima bi se još više unaprijedio i produžio život osobama koji su uključeni u postupke dijaliznog liječenja te se uklonili nedostaci dosadašnjeg liječenja.

## ZAHVALE

Zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Nikolini Bašić Jukić na mentorstvu, pomoći, strpljivosti i stručnom vođenju kroz proces izrade diplomskog rada.

Zahvaljujem se i svojoj obitelji koja mi je bila velika pomoć i podrška tijekom cijelog studiranja.

Posebnu zahvalu upućujem suprugu koji me poticao i bodrio u trenucima umora i iscrpljenosti uslijed smjenskog rada i studiranja.

Također se želim zahvaliti i svojim kolegama sa odjela za dijalizu te kolegama sa interventne gastroenterologije koji su mi pružali moralnu potporu te mi rado izlazili u susret prilikom potrebe za mijenjanjem radnih smjena tijekom studiranja.

## 8. LITERATURA

1. Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.
2. Kes, P., Rački, S., Bašić Jukić, N. Dijaliza. Modul: Akutna ozljeda bubrega, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Hrvatsko društvo za nefrologiju, dijalizu i transplantaciju hrvatskog liječničkog Zbora, Zagreb, 2013.
3. Wallace, M. A., Anatomija i fiziologija bubrega. Dostupno na: [PubMed \(nih.gov\)](#)
4. Devčić, B. Bubrežna bolest i nadomještanje bubrežne funkcije odraslih. Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet, 2014. Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:058403>
5. Krmpotić – Nemanić, J., Marušić, A. Anatomija čovjeka, udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2007.
6. Coronado, D. J., Marti – Carvajal, A. J., Ariza Garcia, A., Corodelo Ceballos, J. Rano ili odgođeno davanje eritropoetina za liječenje anemije završnog stadija bubrežnih bolesti. Dostupno na: [Rano ili odgođeno davanje eritropoetina za liječenje anemije završnog stadija bubrežnih bolesti | Cochrane](#)
7. Meyer, W. T., Hostetter, H. T. Uremija, Pregledni članak, 2008. Dostupno na: [Uremia - PubMed \(nih.gov\)](#)
8. Čala, S. Kronična bubrežna bolest i arterijska hipertenzija. Klinika za unutarnje bolesti Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, KB Sestre Milosrdnice, Medicus 2007. VOL.16,No.2, 219-225.
9. Prskalo, M., Rački, V., Dorčić, G., Devčić, B., Rački, S. Continuous renal replacement therapy in elderly patients with acute kidney injury. Izvorni znanstveni članak. Dostupno na: [CONTINUOUS RENAL REPLACEMENT THERAPY IN ELDERLY PATIENTS WITH ACUTE KIDNEY INJURY \(srce.hr\)](#)
10. Kes, P., Bašić Jukić, N. Dijaliza. Modul: Akutno zatajenje bubrega. Sveučilište u Zagrebu – Medicinski fakultet, Zavod za dijalizu, KBC Zagreb, 2008.
11. Rački, S. Suvremeni pristup kroničnoj bubrežnoj bolesti – 45 godina riječkog iskustva Modern approach to chronic kidney disease – 45 years of Rijeka

- experience. *Medicina fluminensis* 2010, Vol. 46, No. 4, p. 344-351. Dostupno na: [94516 \(srce.hr\)](#)
12. Kolff, W. J. Hemodijaliza u liječenju bubrežnih bolesti. PMID: 4566484  
DOI: [10.1146/annurev.me.23.020172.001541](#). Dostupno na: [Hemodijaliza u liječenju bubrežnih bolesti - PubMed](#)
13. Delić, D. Vrste dijalize. 2019. Dostupno na: [Vrste dijaliza / Dijaliza / Centri A-Z - Cybermed.hr](#)
14. Burkart, J., Teitelbaum, I. Peritonealna dijaliza. Američki časopis za bolesti bubrega (ajkd.org) Svezak 42, br. 5. Dostupno na: [Vrste dijaliza / Dijaliza / Centri A-Z - Cybermed.hr](#)
15. Kes, P. Hemodijaliza: prošlost I sadašnjost. Zavod za nefrologiju I dijalizu, Klinika za unutarnje bolesti, KB Sestre Milosrdnice. Dostupno na: [31003 \(srce.hr\)](#)
16. Ledebro I. *On-line hemodiafiltration: technique and therapy*. *Adv Ren Replac Ther* 1999; 6(2):195-208.
17. Fischbach, M., Fothergill, H., Zaloszyk, A., Laure Seuge, L. Hemodijafiltracija: dodavanje konvektivnog toka hemodijalizi, 2012. Dostupno na: [Hemodijafiltracija: dodavanje konvektivnog toka hemodijalizi - PubMed \(nih.gov\)](#)
18. Mesaroš Devčić, I., Bubić, I., Rački, S., Online hemodijafiltracija – novi standard u liječenju hemodijalizom. Dostupno na: [94544 \(srce.hr\)](#)
19. Ronco, C. Hemodijafiltracija: Tehnički i klinički problem Zavod za nefrologiju, dijalizu i transplantaciju, Međunarodni institut za istraživanje bubrega Vicenza (IRRIV), bolnica San Bortolo, Vicenza, Italija Dostupno na: [Hemodijafiltracija: Tehnička i klinička pitanja - FullText - Pročišćavanje krvi 2015, Svezak 40, Supl. 1 - Izdavači Karger\)](#)

## Popis slika

Slika 1. Thomas Graham. Preuzeto sa: [Thomas Graham | Škotski kemičar | Britannica](#)

Slika 2. Willem Kolff i dijalizator. Preuzeto sa: [Otac dijalize \(ihatedialysis.com\)](#)

Slika 3. Prvi pacijent na dijalizi liječi se 1960. Preuzeto sa: [Manevrirajuća smrt - Časopis Kolumni Ožujak 2010 - Časopis Alumni Sveučilišta Washington](#)

Slika 4. Skica mokraćnog sustava: 1. mokraćni sustav 2. bubreg 3. bubrežna zdjelica 4. mokraćovod 5. mokraćni mjehur 6. mokraćna cijev 7. nadbubrežna žlijezda 8. bubrežna arterija i vena 9. donja šuplja vena 10. trbušna aorta 11. zajednička bočna arterija i vena 12. jetra 13. debelo crijevo 14. zdjelica.

Slika 5. Anatomija bubrega. Preuzeto sa: [Blausen 0592 KidneyAnatomy 01 - Bubreg - Wikipedia](#)

Slika 6. Građa nefrona. Preuzeto sa: [Nefron - Wikipedia](#)

Slika 7. Prikaz uzroka ABB. Preuzeto sa: [CANNABIS OIL \(prenblog.com\)](#)

Slika 8. Uzroci KBB. Preuzeto sa: [94516 \(srce.hr\)](#)

Slika 9. Peritonealna dijaliza. Preuzeto sa: <http://www.ss-medicinske-vrapce-zg.skole.hr/nastavni-materijali/Peritonejska%20i%20transplantacija.pdf>

Slika 10. Ekstrakorporalna hemodijaliza. Preuzeto sa: [Kronično zatajenje bubrega | vasezdravlje.com](#)

Slika 11. Osmoza. Preuzeto sa: [Odgovori na postavljena pitanja iz biologije \(unizg.hr\)](#)

Slika 12. Difuzija. Preuzeto sa: [Difuzija – Wikipedija \(wikipedia.org\)](#)

Slika 13. Prikaz funkcije dijalizatora. Preuzeto sa: [Što je dijaliza? / Dijaliza / Centri A-Z - Cybermed.hr](#)

Slika 14. Arterio-venska fistula. Preuzeto sa: [AV fistula | Dijaliza \(wordpress.com\)](#)

Slika 15. Omjer difuzije i konvekcije u pojedinoj metodi dijalize. Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

Slika 16. Predilucijska hemofiltracija Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.

Slika 17. Postdilucijska hemodijafiltracija. Preuzeto iz: Bašić Jukić, N. i suradnici. Hemodijaliza. Sveučilišni udžbenik, Medicinska naklada, Zagreb, 2018.



# ŽIVOTOPIS

## 1. OSOBNI PODATCI

Ime i prezime: Katarina Pereško Jakovčić

Datum i mjesto rođenja : 25.11.1996.

Adresa: Tičarnica 15, 47000 Karlovac

E-mail: katarinaperesko1996@gmail.com

## 2. ŠKOLOVANJE

Medicinska škola Karlovac- smjer Fizioterapeut, završena 2015. godine

Preddiplomski stručni studij sestrinstva – Fakultet zdravstvenih studija u Rijeci, završen 2018. godine

## 3. RADNO ISKUSTVO

2018. Klinika za internu medicinu- Zavod za nefrologiju, dijalizu i transplantaciju bubrega, Odjel za dijalizu, KBC Rijeka

2020. Klinika za unutarnje bolesti, Zavod za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju, Odjel za dijalizu, KBC Zagreb

2021. Klinika za unutarnje bolesti, Zavod za gastroenterologiju i hepatologiju, Odjel za intervencijsku gastroenterologiju, KBC Zagreb