



Dialýza

Lenka Ondrášková, Ústav patologické fyziologie LF UP

Tvorba a ověření e-learningového prostředí pro integraci výuky preklinických a klinických předmětů na LF UP a FZV UP v Olomouci

Reg. č.: CZ.1.07/2.2.00/15.0313

Metody náhrady ledvinových funkcí

- **Co je to dialýza**
- Hemodialýza je jednou z metod náhrady ledvinových funkcí. Dovoluje očistu krve při nefunkčnosti ledvin.
- **Akutní metody** náhrady ledvinových funkcí
 - Kontinuální
 - Kontinuální venovenózní hemodialýza (CVVHD)
 - Kontinuální venovenózní hemodiafiltrace (CVVHDF)
 - Kontinuální venovenózní hemofiltrace (CVVH)
 - Smíšené
 - Prodloužená nízkoučinná dialýza (SLED)
 - Pomalá kontinuální ultrafiltrace (SCUF)
 - Intermittentní izolovaná ultrafiltrace (IIUF)
- **Chronické metody** náhrady ledvinových funkcí
 - Hemodialýza
 - Peritoneální dialýza

Indikace náhrady ledvinových funkcí

- **Indikací náhrady ledvinových funkcí** je přítomnost alespoň jednoho z následujících kritérií:
- **Absolutní indikace dialýzy:**
 - Hyperkalémie $> 6,5$ mmol/l;
 - Hyperhydratace se srdečním selháním;
 - Těžká metabolická acidóza ($\text{pH} < 7,1$);
 - Klinicky vyjádřená uremickoé orgánové poškození (encefalopatie, neuropatie, myopatie, perikarditida, krvácení, apod.);
 - Intoxikace dialyzovatelným jedem.
- **Nutná dialýza:**
 - Oligo- až anurie trvající déle než 3 dny;
 - Hyperazotémie (kreatinin > 500 $\mu\text{mol/l}$ anebo urea $> 30-35$ mmol/l);
 - Hyperurikémie těžkého stupně ($> 500-1000$ $\mu\text{mol/l}$);
 - Hyperkalcémie $> 3,5-4$ mmol/l;
 - Nekorigovatelná hyper-, hyponatrémie

Klinická klasifikace funkce ledvin

- Podle hodnot glomerulární filtrace se určuje 5 stupňů poškození ledvin (CKD; *chronic kidney disease*)
 - **CKD I:** Glomerulární filtrace $> 1,5$ ml/s (normální, nesnížená glomerulární filtrace);
 - **CKD II:** Glomerulární filtrace $1,0–1,49$ ml/s (lehká ledvinová nedostatečnost);
 - **CKD III:** Glomerulární filtrace $0,5–0,99$ ml/s (středně těžká ledvinová nedostatečnost);
 - **CKD IV:** Glomerulární filtrace $0,25–0,49$ ml/s (těžká ledvinová nedostatečnost)
 - **CKD V:** Glomerulární filtrace $< 0,25$ ml/s (ledvinové selhání). Při těchto hodnotách se již objevují různé příznaky selhávání ledvin – uremie, nekontrolovatelný stav tekutin, problémový krevní tlak, kolísání a snižování stavu výživy atd.
- Pokud hodnoty glomerulární filtrace klesnou pod $0,17$ ml/s, doporučuje se zahájit dialýzu, u hodnot pod $0,10$ ml/s se zahajuje dialýza neprodleně.
- Pozor!: Glomerulární filtrace se mění i s věkem pacienta. Posouzení ledvinové funkce by proto mělo vždy být rozhodnutím nefrologa.



Hemodialýza



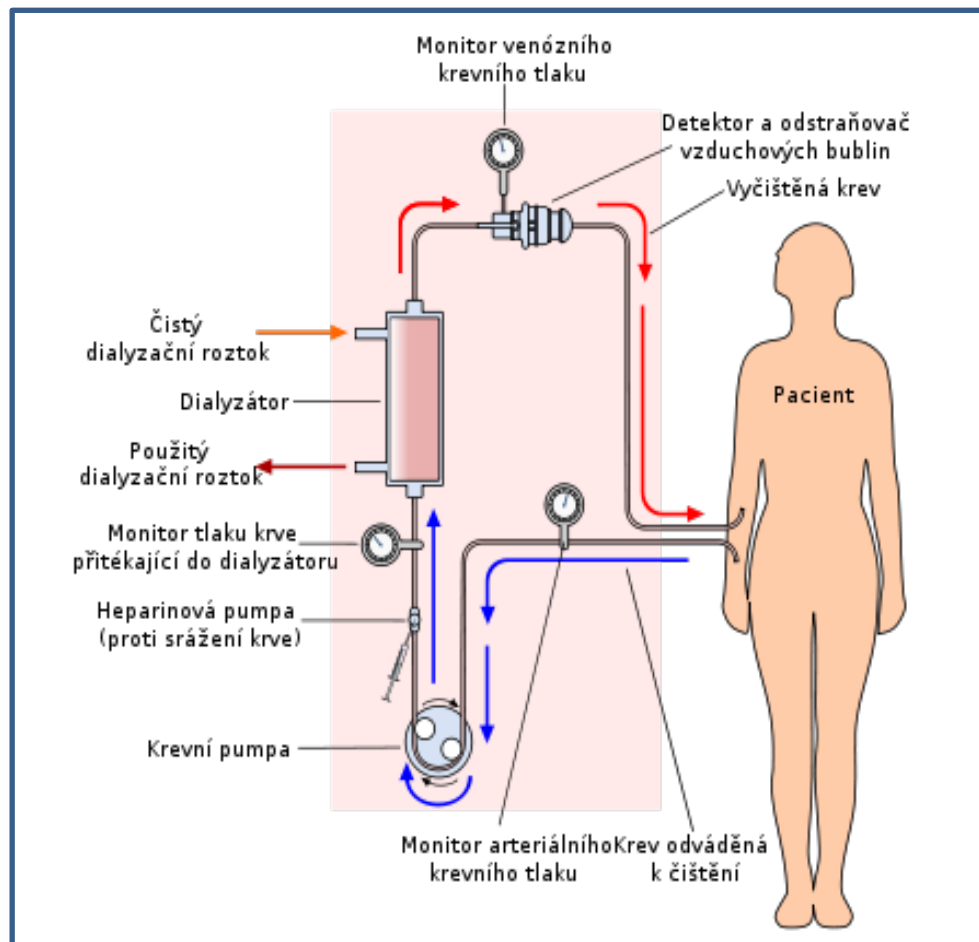
Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

Hemodialýza

- **Princip hemodialýzy**

- Z cévy pacienta je krev odváděná do hemodialyzátoru, kde dochází jednak k ultrafiltraci (odstranění přebytečné vody a v ní obsažených látek), jednak k absorpci. Poté se očištěná krev vrací zpět do cév pacienta (viz schéma).

Schéma hemodialýzy



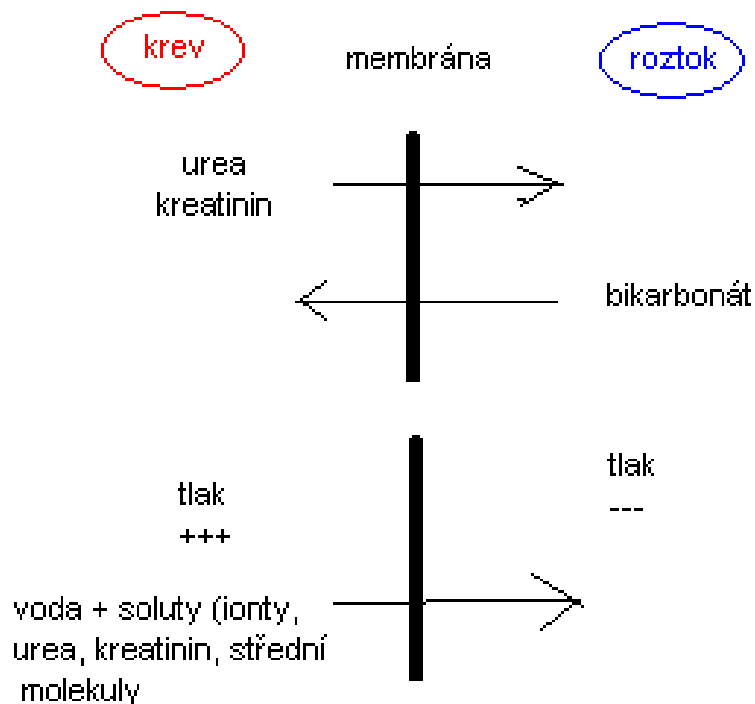
Zdroj: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemodialýza>

Jiné schéma: <http://uvahealth.com/services/kidney-care/conditions-treatments/14804>

Hemodialýza

- Základní děje při dialýze
 - Difúze – pasivní pohyb částic ve směru koncentračního gradientu
 - Filtrace – pohyb částic ve směru tlakového gradientu
 - TMP = transmembránový tlak
 - Adsorpce na membránu (proteiny)

Znázornění difúze a filtrace při hemodialýze



<http://nefr.lf1.cuni.cz/file/2740/Hemodialýza.ppt> (Převzato se souhlasem autorky)

Popis hemodialýzy

- Krev proudí po jedné straně (krevní oddíl) semipermeabilní membrány („molekulární síto“).
- Dialyzační roztok proudí po druhé straně dialyzační membrány (oddíl dialyzačního roztoku). Dialyzační roztok je sterilní roztok solutů (glukózy) a iontů, jejichž koncentrace přibližně odpovídají přirozené koncentraci v krvi. Díky tomu je jejich koncentrační spád téměř nulový, takže tělo o tyto látky není během dialýzy ochuzováno. Do dialyzační tekutiny přecházejí zplodiny anebo toxiny.
- Přes póry semipermeabilní membrány prostupuje voda a nízkomolekulární složky, zatímco velké molekuly, jako např. bílkoviny, přes membránu neprocházejí.

Funkce oddílů dialyzačního přístroje

- **Krevní kompartment**

- Krevní pumpa zajišťující průtok krve (250-300 ml/min),
- Monitorování tlaku krve, příměsi bublin vzduchu

- **Kompartiment dialyzačního roztoku**

- On-line příprava dialyzačního roztoku z bezsolutové vody a koncentrovaného roztoku
- Průtok (500 ml/min)
- Monitorování tlaku, přítomnosti krve v dialyzačním roztoku při ruptuře dialyzační membrány



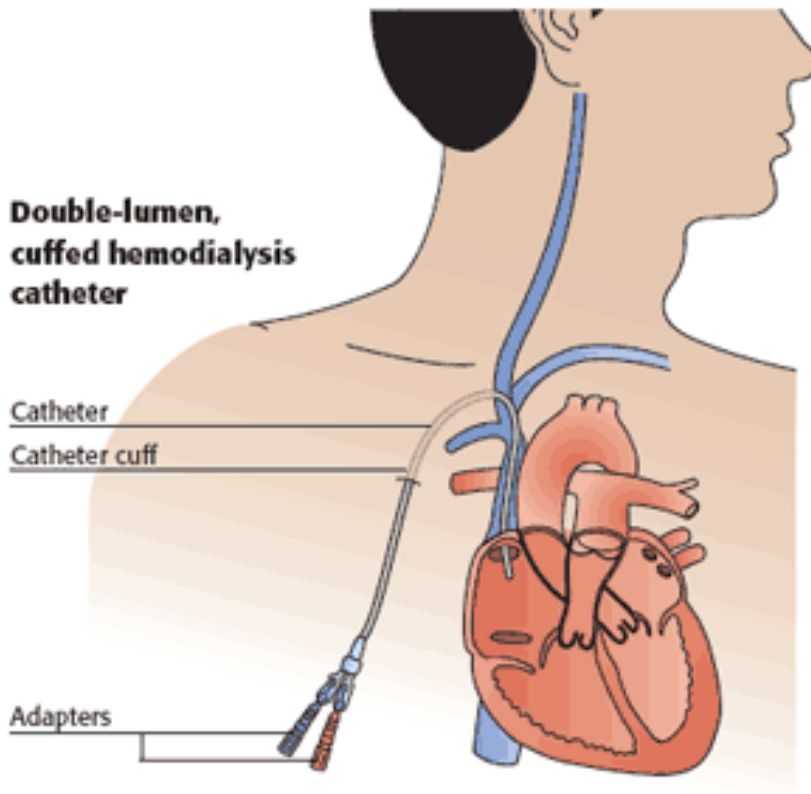
Základní typy hemodialýzy



Akutní hemodialýza

- **Akutní hemodialýza**
 - U náhlých stavů
 - Frekvence dialýzy dle potřeby
 - Dočasný (akutní) cévní přístup pro hemodialýzu se provádí zavedením dvopucestného dialyzačního katétru **do centrální žíly** (nejlépe pravá *a. jugularis interna*) (**veno-venózní hemodialýza**)

Dvoucestná dialyzační kanyla zavedená cestou *vena subclavia* pro venovenózní dialýzu



Zdroj:

<http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/TipsandArticlesonDeviceSafety/ucm064634.htm>

Dvoucestná dialyzační kanyla zavedená cestou *vena subclavia* pro venovenózní dialýzu

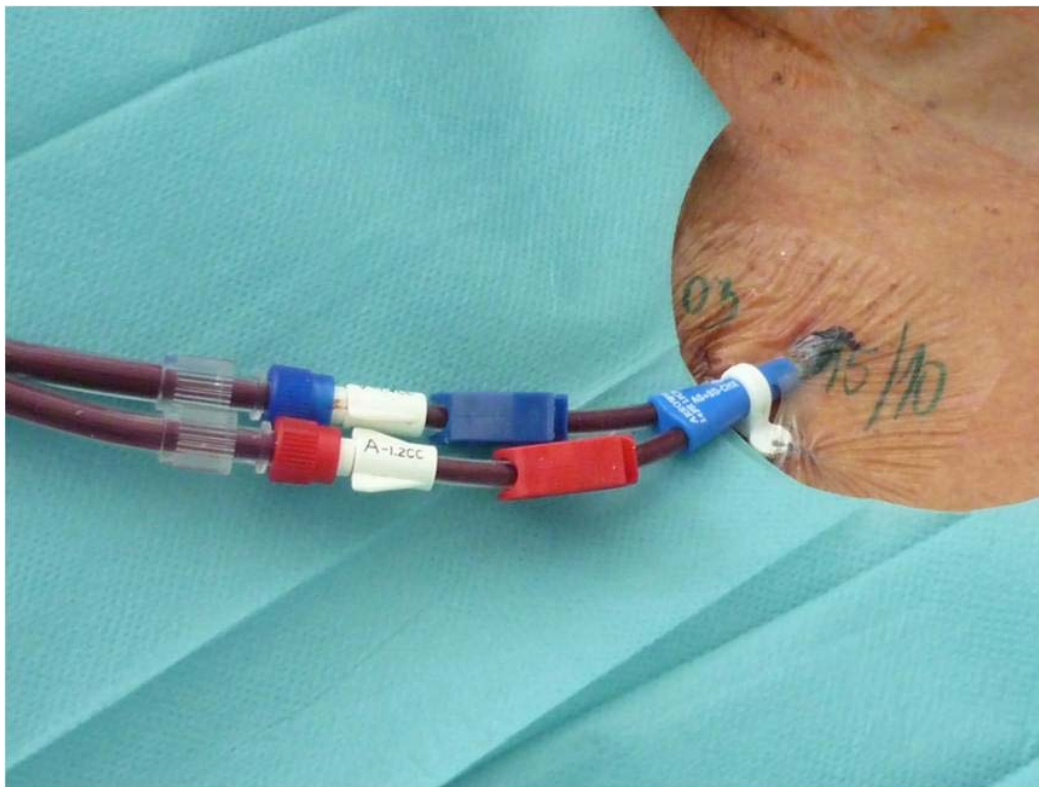


Foto laskavě poskytl
R. Uvízl, Klinika
anestezie, resuscitace a
intenzivní medicíny LF
UP a FN v Olomouci

Dialyzační přístroj AQUARIUS pro kontinuální veno-venózní dialýzu



Foto laskavě poskytl
R. Uvízl, Klinika
anestezie, resuscitace a
intenzivní medicíny LF
UP a FN v Olomouci

Parametry nastavované při kontinuální veno-venózní dialýze

- Typ kontinuální terapie
 - CVVH; CVVHD; CVVHDF;
- Průtok krve dialyzačním okruhem;
- Typ dialyzačního roztoku;
- Průtok dialyzačního roztoku;
- Množství substitučního roztoku;
- Rychlost stahování tekutin;
- Antikoagulace;
- Teplota krve v dialyzačním okruhu.

Parametry nastavované při kontinuální veno-venózní dialýze

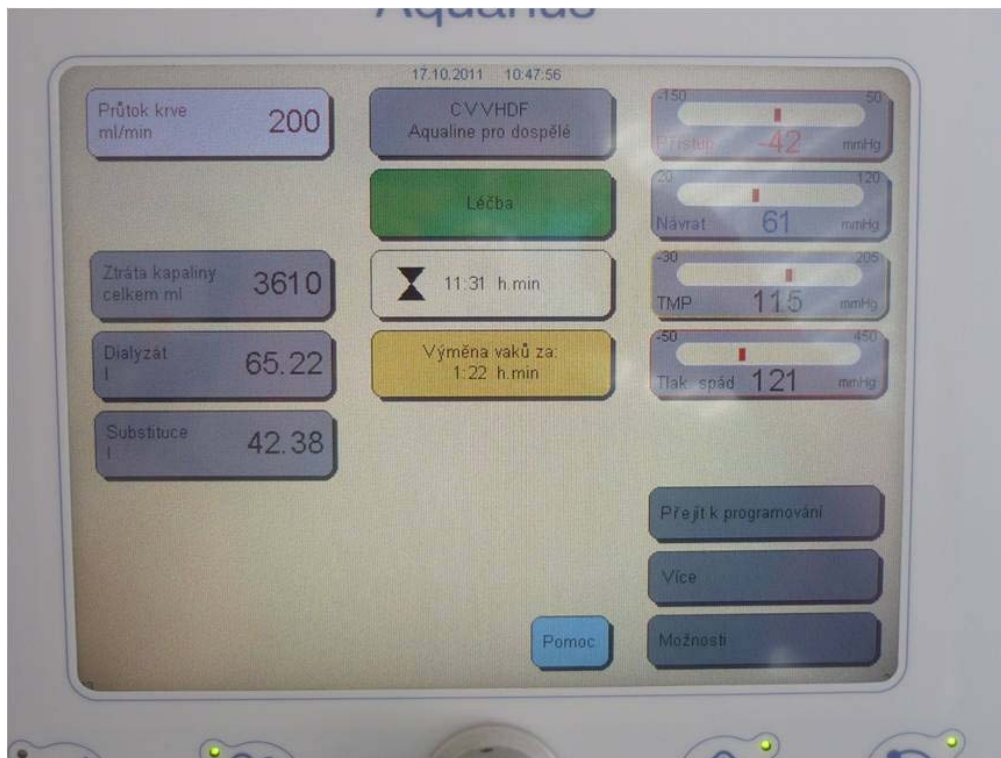


Foto laskavě poskytl
R. Uvízl, Klinika anestezie,
resuscitace a intenzivní
medicíny LF UP a FN v
Olomouci

Chronická hemodialýza

- U renálního selhání (stadium dle K/DOQI)
 - Pacienti docházejí na dialýzu 3krát týdně
 - Trvání dialýzy obvykle 4-6 hodin
 - Zavedená **arterio-venózní** anastomóza vydrží až několik let, aplikaci dialyzačních jehel je možné zahájit za 3-6 týdnů po cévní operaci
 - Doživotní léčba nebo do transplantace ledvin

Chronická hemodialýza

- Trvalé, chirurgicky vytvořené přístupy pro kontinuální hemodialýzu jsou
 - Arteriovenózní pístěle (zkratky, přímé spojení artérie a vény „end-to side“);
 - Štěpy (spojení artérie a vény umělohmotnou spojkou)
 - viz následující schéma.
- Místa přístupů
 - Mezi *a. radialis* a *v. cephalica* (viz následující schéma)
 - Alternativou je *a. brachialis* - *v. basilaris*, při kontraindikaci (srdeční selhání) se používá centrální žilní katetr do *v. jugularis*
- Zavedená anastomóza vydrží až několik let, aplikaci dialyzačních jehel je možné zahájit za 3 – 6 týdnů po cévní operaci

Cévní přístup *a. radialis* a *v. cephalica*



Zdroj:

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hemodial%C3%BDza>



Onemocnění nejčastěji vedoucí k hemodialýze

- Diabetická nefropatie
- Hypertenzní nefropatie
- Chronické glomerulonefritidy
- Rychle progredující glomerulonefritida (RPGN)
 - Když dosáhne ireverzibilních fibrotických změn



Akutní komplikace hemodialýzy

- Hypotenze (z náhle ztráty objemu cirkulující tekutiny)
- Křeče (pokles Na^+ , K^+ , Ca^{2+})
- Arytmie (náhle vzniklá arytmie)
- Krvácení (souvisí s heparinizací; heparin se podává k prevenci vzniku trombu v místě cévního přístupu)
- Hemolýza (nevhodným roztokem, kontaminace, vysoká teplota roztoku, špatně seřízená pumpa)
- Alergie
- Vzduchová embolie
- Syndrom prvního užití („*first use syndrome*“) – citlivost na sterilizační činidlo etylenoxid
 - Typ A – za 5-30 min po zahájení bronchokonstrikce, vasomotorická rýma
 - Typ B – > 60 min po zahájení procedury – mírnější průběh

Chronické komplikace hemodialýzy

- Kardiovaskulární komplikace
 - Infarkt myokardu, ICHS
 - Hypertenze
 - CMP (cévní mozkové příhody)
- Hypertrofie levé komory (vyskytuje se u více jak 50 % dialyzovaných)
- Infekce (hepatitida B a C)
- Anémie (nedostatek erytropoetinu produkovaného v peritubulárních buňkách, deficit železa, malnutricie, krevní ztráty)
- Dialyzační amyloidóza (retence beta-2-mikroglobulinu)
- Renální osteopatie (↑ hladina fosforu a PTH v séru, ↓kalcitriolu v buňkách prox. tubulů)

Antikoagulační prevence v mimotělním oddílu

- Nefrakcionovaný heparin
 - Standardní
 - Těsná heparinizace
 - Bez heparinu (proplachy mimotělního oběhu fyziologickým roztokem)
 - Regionální heparinizace (aplikace protaminsulfátu do návratového setu)
- Nízkomolekulární hepariny
- Citrátová antikoagulace
- Prostaglandiny





Peritoneální dialýza



Peritoneální dialýza

- Využití difúzní a filtrační plochy peritonea
- Katétr zaveden nastálo přes břišní stěnu pod úrovní pupku
- Pacient provádí sám v domácím prostředí (viz obr.)
- Pacient dialyzační roztok napouští a vypouští sám (až 4 krát denně, nebo přes noc)
- Tekutina v peritoneální dutině obvykle ponechána 6 hodin
- Kontrola u lékaře jednou za 4-6 týdnů
- Dieta méně striktní než u hemodialýzy

Peritoneální dialýza

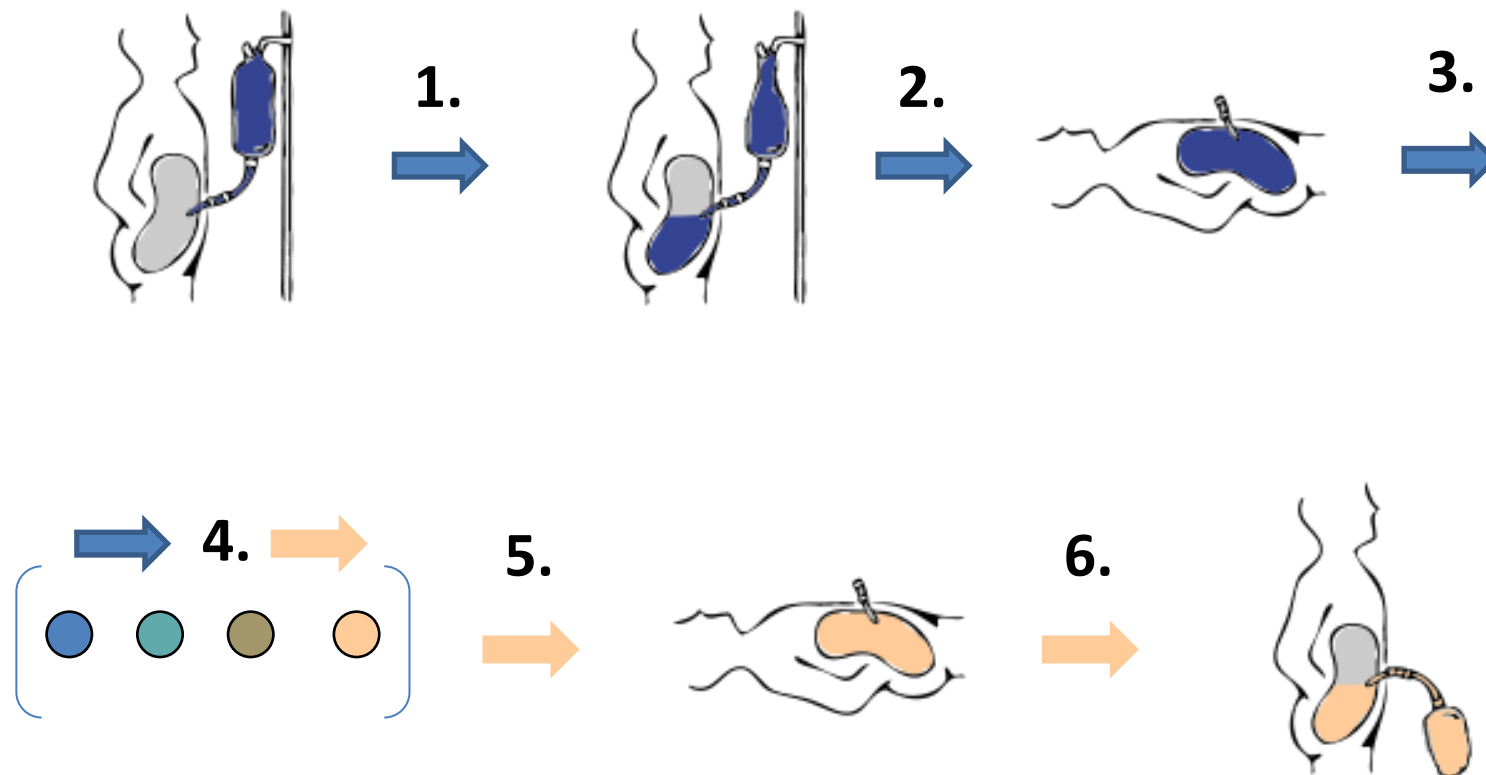
- **Kontraindikace**

- Srůsty pobřišnice, kýla, stomie, aktivní střevní onemocnění (Crohnova choroba), ascites, nespolupráce pacienta

- **Komplikace**

- Omezení koupání kvůli vývodu katétru → infekce
- Infekce (nejčastěji stafylokoková) –záněty pobřišnice
- Časem může dojít ke ztluštění peritone → převod na hemodialýzu

Schéma peritoneální dialýzy



Zdroj: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Dial%C3%Bdza>

Jiné schéma: <http://www.nefrolsestry.cz/wp-content/uploads/pd.jpg>



Hemodialýza a příjem tekutin



Hemodialýza a příjem tekutin

- **Výpočet** = množství vyloučené moči za 24 hodin + 500 ml
- Pokud pacient nemočí vůbec (což je u dialyzovaných pacientů časté), smí přijmout jen tolik tekutin, kolik je schopen odstranit jinými cestami než ledvinami (stolicí, kůží, plícemi), tedy kolem **500 – 600 ml** vody denně.
- Při překročení této hranice je hromadění tekutin příčinou váhového přírůstku, hrozí nadměrné zavodnění a objemové přetížení
- Do tekutin se také počítají polévky a voda v tuhé stravě
- **Klinické projevy**
 - Vyšší tělesná hmotnost
 - Nateklé nohy a obličej
 - Zvýšený krevní tlak
 - Dýchací obtíže, hlavně v leže

Sůl u hemodialyzovaných

- Sůl
- Výměna soli (sodných iontů) a vody spolu těsně souvisí
- Ledviny představují v tomto směru hlavní regulační orgán
→ vznik otoků, vysokého krevního tlaku a další komplikace

Fosforečnany a ionty draslíku u hemodialyzovaných

- **Fosforečnany**

- Ledviny ztrácejí schopnost udržet v těle množství vápníku a fosforu v rovnováze
- Vysoké hladiny fosforu mohou vést k ukládání vápníku a fosforu v srdci, kůži, kloubech a cévách

- **Draslík**

- Ledviny jsou hlavním orgánem pro vylučování draslíku z těla
- U dialyzovaných se hromadí v intervalech mezi dialýzami
→ zvýšení hladiny draslíku v krvi → porucha srdečního rytmu



Hypertenze během chronické dialyzační léčby



Hypertenze během chronické dialyzační léčby

- Prevalence arteriální hypertenze u pacientů s hemodialýzou je 50 – 80 %, při peritoneální dialýze 30 -50 %.
- Definice hypertenze u hemodialyzovaných není jednoduchá. Před zahájením dialyzačního výkonu je jeho hodnota vyšší následkem hypervolémie nebo nahromadění vazoaktivních látek. Po skončení výkonu je tomu naopak je pro nižší neúplné doplnění plazmatického objemu.
- Nejvíc přijatelným je měřit TK za 30 minut od skončení hemodialyzačního výkonu.
- Retence sodíku a vody je převažujícím faktorem. Hypervolémie se zvýšením srdečního výdeje se podílí na vzniku a udržování hypertenze u 85 – 95 % dialýzou léčených osob.

Klinické formy hypertenze odvozené od chování TK v průběhu hemodialýzy

- Hypertenze volum-dependentní (50 %)
- Hypertenze volum-independentní – TK během hemodialýzy neklesá (35 %) anebo paradoxně ještě roste (15 %)

Intrahemodialyzační hypertenze

- U většiny pacientů dochází v průběhu hemodialýzy k poklesu krevního tlaku.
- Přibližně u 10 – 15 % pacientů může v průběhu nebo ke konci hemodialýzy naopak dojít k jeho zvýšení. Tento jev je znám pod názvem **intradialyzační hypertenze**.
- Intradialyzační hypertenze je definována jako průměrné zvýšení systolického krevního tlaku při hemodialýze o 10 mm Hg u více než 4 ze 6 posledních procedur.
 - Nejčastější příčinou bývá **hyperhydratace** a nerespektování **suché hmotnosti** (tělesná hmotnost, při níž pacient nemá známky převodnění ani nedostatečné hydratace, se zjišťuje u každého pacienta individuálně a slouží k orientaci o potřebě odstraňování tekutiny při dialýze)
 - Méně častá příčina je nadměrná aktivace nervových anebo humorálních **vazokonstrikčních** vlivů v průběhu dialýzy.

Léčba hypertenze u hemodialyzovaných

- **Nezbytná je účinná kontrola objemu extracelulární tekutiny (až u 85 %)**
 - Vyžaduje omezení příjmu kuchyňské soli a tekutin v období mezi dialýzami a cílené odstraňování přebytečné vody.
- **Farmakologická léčba (15-30 %)**
 - Základní skupiny antihypertenziv:
 - Diuretika-nejsou účinná u jedinců a anurií
 - Antagonisté angiotenzinu II, ACEI
 - Beta-blokátory - jsou indikována u pacientů s ICHS
 - Blokátory kalciových kanálů

Léčba hypertenze u hemodialyzovaných

- Změnou dosud prováděné hemoelimační léčby
 - Zvýšení celkové dialyzační doby
 - Modifikace standardní dialyzační léčby
 - Převedení na intrakorporální dialýzu (dána vyrovnanější kontrolou intravaskulárního objemu a důslednějším dodržováním suché hmotnosti)

Situace v ČR

- V České republice žije přibližně 3750 lidí s transplantovanou ledvinou
- Dialýzou se léčí asi 6 000 obyvatel
- Většina z nich je léčena hemodialýzou (92 %) a jen malá část, přibližně 8 %, je léčena peritoneální dialýzou
- V Nizozemsku např. využívá peritoneální dialýzu až 20 % pacientů, ve Velké Británii 36 %, ve Skandinávii 22 – 38 %.

Situace v ČR

- V České republice bylo k 31. 12. 2010 evidováno 97 hemodialyzačních středisek s celkem 1 190 dialyzačními lůžky. Jejich činnost zajišťovalo 206 lékařů. Počet provedených výkonů vzrostl proti předchozímu roku o 4,8 % na 783 tisíc, z čehož 57 % tvořily hemodialýzy a 43 % hemodiafiltrace.
- V hemodialyzačních střediscích se v daném roce léčilo 11 233 pacientů.
- Pacienti nad 65 let tvoří 55 % a pacienti ve věku 20–64 let 45 % léčených osob. Pouze 12 pacientů léčených pravidelně hemodialýzou bylo ve věku do 19 let.

Zdroje a literatura k dalšímu studiu

- www.allkidney.com; www.transplant.cz; www.kidneytimes.com;
<http://www.dialyza.sk>; <http://www.lf2.cuni.cz>; <http://www.wikipedia.org>;
<http://www.zdn.cz>; <http://www.cskb.cz>; <http://www.domaci-dialyza.cz>;
<http://www.nefrologie.eu>
- Viklický O. a spol.: Doporučené postupy a algoritmy v nefrologii. Grada, 2010.
http://books.google.ca/books?id=vPzBzgrJuaEC&pg=PA98&lpg=PA98&dq=cvvh&source=bl&ots=2WwhNaeiw9&sig=9H_Jr5Fz6lNS6_bGi8HZkDxgNuo&hl=cs&sa=X&ei=KLCXT6qRJMqYUuyZkdK&ved=0CFQQ6AEwCA#v=onepage&q=cvvh&f=false
- Tesař V., Schück O.: Klinická nefrologie. Grada, 2006.
http://books.google.ca/books?id=Tw5_6n_C7JIC&pg=PA551&lpg=PA551&dq=cvvh&source=bl&ots=96Wp2Y/LtA&sig=C UWGhJoEehVfU17gf6nYlyHwKxw&hl=cs&sa=X&ei=KLCXT6qRJMqYUuyZkdK&ved=0CDOQ6AEwAw#v=onepage&q=cvvh&f=false
- BENEŠ, Jiří – STRÁNSKÝ, Pravoslav – VÍTEK, František. Základy lékařské biofyziky. 2. vydání. Praha : Karolinum, 2007. 201 s. ISBN 978-80-246-1386-4.
- HRAZDIRA, Ivo – MORNSTEJN, Vojtěch. Lékařská biofyzika a přístrojová technika. 1. vydání. Brno : Neptun, 2001. ISBN 80-902896-1-4.
- ČEŠKA, Richard, et al. Interna. 1. vydání. Praha : Triton, 2010. 855 s. s. 558-560. ISBN 978-80-7387-423-0.
- TEPLAN, Vladimír. Praktická nefrologie. 2., zcela přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2006. ISBN 80-247-1122-2. ,str.184.
- Magdaléna Mokrejšová, Hemodialýza(prezentace),
<http://nefr.lf1.cuni.cz/file/2740/Hemodialyza.ppt> .
- Činnost hemodialyzačních středisek v České republice v roce 2010. ÚZIS [online]. 2011-06-14, roč. 11, č. 22 [cit. 2012-04-18]. Dostupné z:
<http://www.uzis.cz/category/tematicke-rady/zdravotnicka-statistika/hemodialyza>.