

Hemodialýza

V případě, že ledviny nejsou schopny plnit své základní funkce (tj. dialyzační, resorpční a filtrační) ani za klidových podmínek, mluvíme o selhání ledvin. Dialýza je proces, při kterém dochází k odstraňování zplodin látkové přeměny (např. draslík, močovina, nadbytečné množství vody) zadržovaných v organismu právě při selhání ledvin.

Princip dialýzy

Hemodialýza

Zařízení, které umožňuje tento proces, je známé jako **umělá ledvina**. Toto moderní zařízení je velmi technicky náročné a jsou na něj kladeny vysoké nároky ohledně účinnosti, spolehlivosti, bezpečnosti i jednoduchosti obsluhování. Hemodialýza se provádí většinou v nemocnici nebo ve speciálních dialyzačních střediscích za pomoci všeobecných sester, domácí dialýza není v ČR moc častá, ale za asistence proškoleného člena rodiny se může provádět. Pacient většinou dochází na hemodialýzu cca třikrát do týdne na čtyři až šest hodin. Umělá ledvina je tvořena třemi základními částmi: **mimotělní** (extrakorporální) **oběh krve** nemocného, **dialyzátor** a **okruh zajišťující průtok dialyzačního roztoku**.

Mimotělní oběh krve

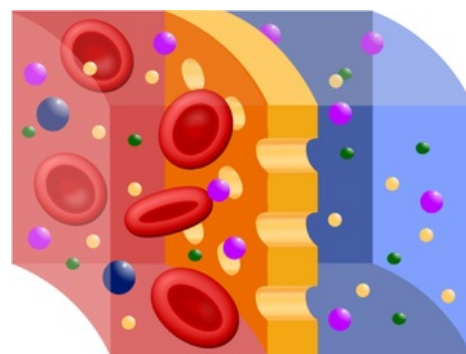
Tato část procesu je prováděna okruhem, který přečerpává žilní krev pacienta za pomoci rotačních pump přes dialyzátor za víceméně stejných hemodynamických podmínek jako v těle nemocného. Vzhledem k tomu, že krev zde přijde do kontaktu s jiným povrchem než je endotel cév, hrozí vznik trombů. Proto je většina pacientů **heparinizována** (kontraindikováni jsou pouze pacienti s krvácivými stavy). Součástí oběhu jsou také čidla, která kontrolují, aby v krvi nedocházelo ke vzniku vzduchových bublin, které by mohly být zdrojem embolizace.

Dialyzátor

Dialyzátor, neboli **kapilára**, je hlavní funkční jednotka umělé ledviny. Vlastní dialýza (fyzikálně je to děj, při kterém jsou od sebe oddělovány látky s různou velikostí a rozpustností) a ultrafiltrace látek a vody z krve do dialyzačního roztoku probíhá přes **semipermeabilní membránu** (viz obrázek). Jako filtry se při prvních pokusech používaly membrány živočišného původu (např. rybí měchýře, střeva), ale nyní se používají hlavně **umělé membrány**, např. z celofánu, esterů glukózy nebo z některého moderního plastu (Cuprophane), které bohužel mohou mít schopnost stimulovat imunitní systém pacienta (samozřejmě méně než původní materiály) – proto počet dialýz může zvyšovat riziko rejekce transplantátu v budoucnu. Membrána může být v dialyzátoru uspořádána buď ve formě listů, nebo velkého množství tenkých trubiček – cílem samozřejmě je, aby účinná plocha byla co největší. Membrána tak rozděluje dialyzátor na část krevní a dialyzátovou. Po jedné straně membrány krev protéká prouděním laminárním, při čemž se erytrocyty hromadí v ose toku a membrána je tak více omývá plazmou. Objemový průtok zde činí cca 200–300 ml/min. Na opačné straně membrány protéká dialyzační roztok v protisměru a to prouděním turbulentním, objemový průtok je zde cca 500 ml/min. Takto se dosáhne potřebného koncentračního spádu a tím i rychlé difuze toxických nízkomolekulárních látek z krve nemocného do dialyzátu. Dialyzátory bývají většinou na jedno použití, ale u téhož pacienta je možné ho po regeneraci použít vícekrát, k poklesu účinnosti takto nedochází (v současnosti se ale používají kapiláry jednorázové).

Dialyzátový obvod

Tento obvod zahrnuje jak přípravu roztoku, tak jeho průtok dialyzátorem. Dialyzát je připravován smíšením firemně nebo v lékárně připraveného koncentrovaného roztoku hydrogenuhličitanu sodného s upravenou vodou. Je velmi důležité, aby dialyzační roztok obsahoval elektrolyty přibližně ve stejné koncentraci, jaká se nachází v plazmě, a mít správné pH, aby nebyla narušena acidobazická rovnováha pacienta. Zároveň přidáním některých iontů, především K^+ a Ca^{2+} , (opět pomocí preformovaných firmou dodávaných roztoků) lze korigovat iontové dysbalance. Do dialyzátu může být přidána glukóza a to paradoxně u pacientů, kteří jsou diabetiky 1. typu, protože u nich hrozí



Semipermeabilní membrána, která od sebe v dialyzátoru odděluje krev a dialyzační tekutinu, které tedy **nejsou v přímém kontaktu**, přes membránu projdou pouze látky s malou velikostí molekuly.

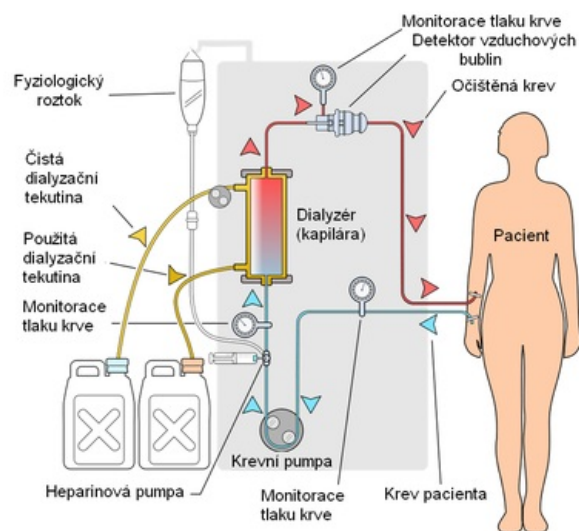


Schéma hemodialýzy, šipkami je naznačen směr toku krve, která v dialyzátoru proudí odspodu nahoru, kdežto dialyzační tekutina proudí shora dolů (opačně), aby se udržel gradient potřebný pro průchod látek semipermeabilní membránou.

během dialýzy hypoglykémie (vlivem samotné dialýzy, ale i dávkování inzulínu, které je sice pro pacienta normální, ale příjem glukózy je nižší). Během procesu je důležité kontrolovat a udržovat konstantní teplotu. Spotřeba dialyzátů při 4–6 hodinové hemodialýze je asi 150 litrů.

Typy dialýzy

Akutní hemodialýza

Akutní dialýza se používá **u náhlých stavů**, kde tělo pacienta není samo schopno očistit se od endogenních nebo exogenních toxických látek, objemu tekutiny nebo iontů. Mezi indikace k akutní dialýze patří tyto stavy:

- **akutní selhání ledvin** – například rychle progredující glomerulonefritida (RPGN),
- **hyperkalemie** > 6 mmol/l, kterou není možné zvládnout konzervativní terapií,
- **hyperkalcemie** > 3,5 mmol/l,
- **hyperurikemie** > 1000 μmol/l,
- nekorigovatelná **metabolická acidóza**, pH < 7,1,
- **hyperhydratace** se srdečním selháváním,
- **oligourie** trvající déle než 3 dny,
- **intoxikace** nízkomolekulárními látkami rozpustnými ve vodě, které po intoxikaci zůstávají ve volné formě v krevním řečišti – např. ethylenglykol (fridex – nemrznoucí směs), lithium. Další jedy lze eliminovat hemoperfuzí, tj. adsorbci na aktivní uhlí, která se provádí doplněním hemodialyzačního přístroje o hemoperfuzní patronu (např. jed muchomůrky zelené, paracetamol, některá antidepresiva).

Mezi obecně platné principy akutní dialýzy patří především zvážení, jestli není možné zvládnout některé tyto stavy konzervativní terapií (iontové rozvraty, poruchy vnitřního prostředí), protože dialýza je metoda, která **zatěžuje organismus** (kardiovaskulární, imunitní systém). U akutní dialýzy se jako vstup používá **centrální žilní katetr** (CŽK). Frekvence dialýzy dle potřeby.

Chronická hemodialýza

Chronická hemodialýza se používá u pacientů, kteří se obvykle přes chronickou insuficienci ledvin dobrali k renálnímu selhání (stádium 5 dle K/DOQI; zbytková diuréza s GFR < 15 mL/min/1.73m² nezávisle na hodnotě albuminurie), tudíž stavu, kdy ani při dodržení bazálních podmínek není jejich tělo schopno zbavit se přebytečných metabolitů, objemu tekutin a korigovat vnitřní prostředí (pH, ionty). Pacienti dochází na dialýzu obvykle 3 krát týdně, dialyzují se 4–6 hodin. Z cévních přístupů je preferován **arteriovenózní shunt** mezi *a. radialis* a *v. cephalica*: Pokud je kontraindikován (srdeční selhávání), používá se centrální žilní katetr do *v. jugularis*. Tato léčba je doživotní nebo do transplantace ledviny.

Indikace k dialýze (u diabetiků dříve)^[1]:

- **urea** > 30 mmol/l,
- **kreatinin** 600–800 μmol/l,
- **clearance kreatininu** < 0,25 ml/s.

Onemocnění, která vedou k hemodialýze jsou:

- **diabetická nefropatie**,
- **hypertenzní nefropatie**,
- **chronické glomerulonefritidy**,
- rychle progredující glomerulonefritida (RPGN) – když dosáhne ireverzibilních fibrotických změn,
- autosomálně dominantní polycystická choroba ledvin.

U pacientů, u nichž předpokládáme zahájení dialýzy, bychom měli především kontaktovat Koordinační středisko transplantací, případně kliniku transplantáčnické chirurgie IKEM, abychom zajistili možnost transplantace ledviny v co nejkratším čase. Dále bychom měli léčit anémii (erythropoetinem), kterou trpí většina pacientů s renálním selháním, a provést preventivní očkování proti hepatitidě B (jejíž rozvoj je důvodem odložení transplantace a zkrácení doby přežívání). Mezi akutní komplikace hemodialýzy patří **hypotenze** (z náhlé ztráty objemu cirkulující tekutiny), **křeče** (pokles Na⁺, K⁺, Ca²⁺), **arytmie** (náhle vzniklá hypokalemie) a **krvácení** v místě cévního přístupu (souvisí s heparinizací). Mezi chronické komplikace hemodialýzy patří **kardiovaskulární komplikace** (ICHS, infarkt myokardu, CMP, hypertenze, které jsou u dialyzovaných pacientů častější než u běžné populace), **infekce** (hepatitida B a hepatitida C), **amyloidóza** (beta₂-mikroglobulin).

Komplikace u chronické dialýzy

- Srdeční selhání
- infekce
- anémie



Pacient na dialýze

Odkazy

Související články

- Cévní přístupy pro dialýzu
- Peritoneální dialýza
- Transplantace ledvin

Reference

1. ČEŠKA, Richard, et al. *Interna*. 1. vydání. Praha : Triton, 2010. 855 s. s. 558. ISBN 978-80-7387-423-0.

Použitá literatura

- BENEŠ, Jiří, Pravoslav STRÁNSKÝ a František VÍTEK. *Základy lékařské biofyziky*. 2. vydání. Praha : Karolinum, 2007. 201 s. ISBN 978-80-246-1386-4.
- HRAZDIRA, Ivo a Vojtěch MORNSTEJN. *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.