

---

# Hemodialýza

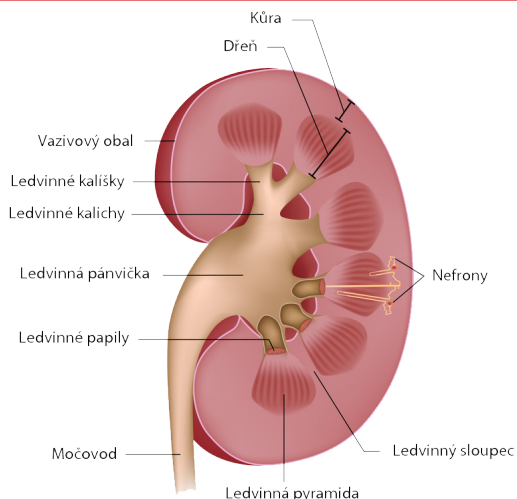
---

David Staněk, Radek Žikeš

---

# Ledviny a jejich stavba

- Párový orgán, volně umístěný pod břišní dutinou
- Anatomie ledviny:
  - Velikost 12 x 5 cm
  - Váha cca 150 g
  - Fazolovitý tvar
- Procesy v ledvině
  - dialýza
- Základní stavební jednotka:
  - Nefron



Ledviny jsou párovým orgánem, umístěné pod břišní dutinou. Hlavním úkolem je filtrace tekutin a odvod škodlivých látek pryč z těla. Ledviny jsou fazolovitého tvaru o váze cca 150 gramů a velikosti 12 cm x 5 cm.

Jsou umístěny ve střední části zad, těsně pod hrudním košem. Každá ledvina se skládá z malých, komplexních jednotek tzv. nefronů. Obě ledviny obsahují asi dva miliony nefronů.

# Nefron a jeho činnost

---

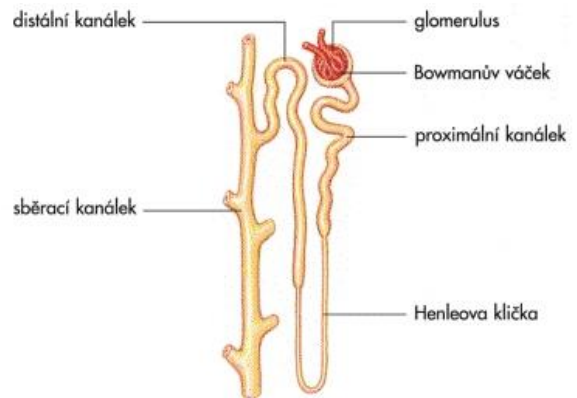
## 1. Glomerulární filtrace

- v kůře
- 200 l / den

## 2. Tubulární resorpce

- v dřeni ledviny
- nejvíce v Henleově kličce
- návrat vody, glukózy a minerálů do krve

- Všechny nefrony ústí do sběracího kanálku
  - vznik definitivní moči (2 l /den)



# Selhání ledvin

---

## Akutní

- Náhlé snížení funkčnosti
- Příčina:
  - jedy, vazokonstrikce, hypoxie
- Hromadění N-látek
- Vznik:
  - Poruchy vnitřního prostředí
  - Uremický syndrom
    - nauzea, zvracení, průjmy, psychické potíže, kóma

## Chronické

- Často asymptomatické
- Postupný pokles glomerulární filtrace až na 20%
- Rozvoj uremického syndromu
- Léčba:
  - odstranění příčin
  - hemodialýza

Selhání ledvin (neboli renální selhání) je stav kdy jedna, nebo obě ledviny nejsou schopny vylučovat odpadní látky z těla, čímž dochází k jejímu hromadění. Selhání ledvin dělíme na dva základní typy - akutní a chronické renální selhání.

# Hemodialýza

---

- Náhrada při selhání ledvin
  - odvod zplodin látkové výměny
  - odvod tekutin
- Rozdělení
  - Akutní, chronická, peritoneální
- Proces
  - 4 - 6 hodin

V případě, že dojde k selhání ledvin, musíme pacientovi zajistit potřebné funkce náhradní cestou. Proces, který umožní odstraňování zplodin látkové přeměny z organismu se nazývá hemodialýza.

Rozlišujeme tři druhy hemodialýzy - akutní, chronická, peritoneální. Zařízení, které umožňuje pacientovi odvádět odpad a přebytečnou vodu z těla je nazýván umělá ledvina.

Hemodialýza se ve většině případů provádí v nemocnicích, nebo specializovaných pracovištích za použití umělé ledviny s mimotělním oběhem. Proces dialýzy obvykle zabere 4 - 6 hodin a pacienti na něj musejí docházet cca třikrát týdně.

# Základní procesy

---

- Difúze
  - semipermeabilní membrána dialyzátoru
- Filtrace
  - rozpouštědlo → membrána
- Konvekce
  - přestup látek pomocí filtrace

Základem hemodialýzy jsou chemické děje difúze, filtrace a konvekce. Dialyzační proces umožňuje pohyb molekuly přes semipermeabilní membránu dialyzátoru. V dů-

sledku toho se některé odpadní produkty a elektrolyty v krvi budou pohybovat přes membránu ven do dialyzačního roztoku (difúze). Postup rozpouštědla (dialyzátu) přes membránu se nazývá filtrace. Konvekci se rozumí doprovodný přestup rozpuštěných látek spolu s rozpouštědlem vlivem filtrace.[5]

Během hemodialýzy zůstávají velké molekuly jako jsou krevní buňky a bílkoviny uvnitř membrány, ale menší molekuly, jako je močovina a kreatinin mohou projít přes malé otvory dialyzátorů do dialyzačního roztoku, a tím se dostat z těla ven.[5]

Umělá ledvina dokáže nahradit vylučovací a regulační funkce zdravého orgánu. Nedokáže ale nahradit endokrinní funkce jako je aktivace vitamínu D, aktivaci erythropoetinu atd..

# Proces dialýzy

---

- Vylučovací funkce
  - velké molekuly uvnitř
  - menší molekuly z těla ven
  - dokáže nahradit
- Endokrinní funkce
  - vitamín D
  - aktivaci erythropoetinu
  - nedokáže nahradit

Během hemodialýzy zůstávají velké molekuly jako jsou krevní buňky a bílkoviny uvnitř membrány, ale menší molekuly, jako je močovina a kreatinin mohou projít přes malé otvory dialyzátorů do dialyzačního roztoku, a tím se dostat z těla ven.[key-8]

Umělá ledvina dokáže nahradit vylučovací a regulační funkce zdravého orgánu. Nedokáže ale nahradit endokrinní funkce jako je aktivace vitamínu D, aktivaci erythropoetinu atd..

# Mimotělní hemodialýza

---

- Nejběžnější typ dialýzy
- Mimo tělo pacienta
  - rotační pumpy
- Hemodynamická rovnováha
  - senzory, alarmy
- Srážení krve
  - heparin

---

Nejběžnějším typem hemodialýzy je mimotělní, při které je pomocí rotačních pump krev odváděna z těla pacienta a zpět navracena čistá spolu s dialyzačním roztokem. V průběhu mimotělní dialýzy je nutné dodržení správných hemodynamických parametrů. Proti tvorbě trombů a srážení krve v průběhu filtračního procesu je pacientům podáván heparin.



# Dialyzátor

---

- Kapilára
  - semipermeabilní membrána
- Dříve
  - membrány živočišného původu
- Nyní
  - umělé membrány
    - Cuprophan



Základní funkční jednotkou umělé ledviny je dialyzátor, neboli kapilára. Vlastní dialýza a ultrafiltrace látek a vody z krve do dialyzačního roztoku probíhá přes semipermeabilní membránu. 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 (Cuprophan)

# Dialyzátor

---

- Uspořádání membrány
  - listy, trubičky
- Rozdělení dialyzátoru na dvě části
  - krevní
    - krev, laminární proudění
  - dialyzátová
    - dialyzační roztok, turbulentní

Membrána může být v dialyzátoru uspořádána buď ve formě listů, nebo velkého množství tenkých trubiček. Cílem je dosáhnout co největší plochy.

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 omývána 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.

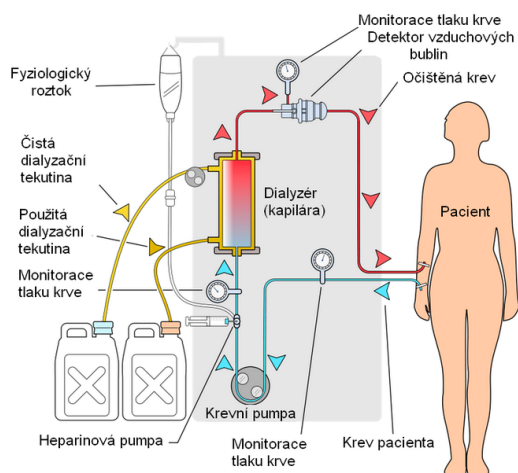
# Dialyzační obvod

---

- Topení
  - Odvzdušnění
  - Dávkování
  - Monitorování
  - Ultrafiltrace
  - Mimořádné události
-

# Schéma dialýzy

- Šipkami je naznačen směr toku krve
- Krev proudí zezdola nahoru
- Dialyzační tekutina proudí seshora dolů



Šipkami je naznačen směr toku krve, která v dialyzátoru proudí zezdola nahoru, kdežto dialyzační tekutina proudí seshora dolů (opačně), aby se udržel gradient potřebný pro průchod látek semipermeabilní membránou

# Peritoneální hemodialýza

---

- Velká difuzní a filtrační plochu peritonea
  - Pacient napouští a vypouští sám
    - až 4 krát denně
  - Tekutina zůstává cca 6 hodin
- 

Tato metoda využívá velkou difuzní a filtrační plochu peritonea. Tekutina se do břicha dostává peritoneálním katetrem, který je do břišní dutiny zaveden nastálo přes břišní stěnu pod úroveň pupku. Katetr se dá dobře skrýt pod oblečením, takže není vidět. Pacient může dialyzační roztok napouštět a vypouštět do břišní dutiny sám a to i několikrát denně (až 4 krát), nebo jednou denně (obvykle v noci). Tekutina je v peritoneální dutině ponechána obvykle 6 hodin. Použitý a znečištěný dialyzační roztok se vypouští ven a místo něj se napouští nový a čistý dialyzát (pokud pacient dialyzuje vícekrát denně).

## Přednosti této metody

---

- Alternativa pro mladé pacienty
    - více času, samostatné ovládání tekutin
  - Snížení léků a medikamentů
  - Nemusí být vhodná pro všechny pacienty
- 

Peritoneální dialýza je alternativou pro mladé pacienty, kteří díky ní nemusejí tolik omezovat svůj profesní a osobní život častými a dlouhými návštěvami v nemocnicích. Někteří lékaři se domnívají, že peritoneální dialýza má několik výhod ve srovnání s hemodialýzou. Při peritoneální dialýze může pacient jednodušeji ovládat tekutiny ve svém těle, což může snížit tlak na srdce a cévy. Další nespornou výhodou je, že pacienti s peritoneální dialýzou nemusí brát tolik léků a medikamentů.

Nicméně tato metoda nemusí být vhodná pro všechny pacienty. U pacientů, kteří jsou morbidně obézní, nebo jsou po několika předchozích břišních operacích, může být peritoneální dialýza obtížná nebo nemožná.

## Současná situace

---

- v ČR - 10 000 lidí na dialýze
  - každý pacient - 700 000 Kč / rok
  - snaha o snížení nákladů
    - domácí dialýza
    - zefektivnění transplantací
-

## Výhled do budoucna

---

- využití moderních technologií pro domácí dialýzu
  - snížení nákladů a vytížení nemocnic
  - problémy
    - finanční náklady na vývoj technologií
    - dlouhé klinické testování
-



\_\_\_\_\_

Literatura <http://www.dial-nefro.cz/wp-content/themes/dialnefro/images/ledvina.png>

Literatura Akutni selhání ledvin. [online]. 2014 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Akutni\\_selh%C3%A1n%C3%AD\\_ledvin](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Akutni_selh%C3%A1n%C3%AD_ledvin)

Literatura Chronické renálne selhání. [online]. 2014 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Chronické\\_renáln%C3%AD\\_selhání%C3%AD](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Chronické_renáln%C3%AD_selhání%C3%AD)

Literatura Principles of Hemodialysis. [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.bcrenalagency.ca/sites/default/files/documents/files/1-Principles-of-Hemodialysis.pdf>

Literatura Dialýza. [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/index.php/Dialýza>

Literatura [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Semipermeable\\_membrane.png](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Soubor:Semipermeable_membrane.png)

Literatura [http://img.medicaexpo.com/images\\_me/photo-a/dialysis-ultrafilters-69252-127439.jpg](http://img.medicaexpo.com/images_me/photo-a/dialysis-ultrafilters-69252-127439.jpg)

Literatura <http://www.google.com/patents/US3827561>

Literatura Dialysis Circuit Review. ASN Dialysis Curriculum [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.asn-online.org/education/distancelearning/curricula/dialysis/HemodialysisMachinesYoung.pdf>

Literatura <http://healthcare.analog.com/static/imported-files/images/microsites/healthcare/Dialysis-FINAL.png>

Literatura PERITONEAL DIALYSIS: WHAT YOU NEED TO KNOW. National Kidney Foundation [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://www.kidney.org/atoz/content/peritoneal.cfm>

Literatura <http://www.alamedacenter.com/images/cyclor-pict.jpg>

Literatura A Brief Overview of Peritoneal Dialysis. [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <https://www.davita.com/treatment-options/home-peritoneal-dialysis/what-is-peritoneal-disease/-a-brief-overview-of->

Literatura Directions of Hemodialysis. NICHOLAS A. HOENICH, Nathan W. Levin, Claudio Ronco. [online]. [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: [http://www.aami.org/publications/hh/status\\_hoenich.pdf](http://www.aami.org/publications/hh/status_hoenich.pdf)

---

# Hemodialýza

---

David Staněk, Radek Žikeš

---