

# **ÚVOD DO PŘEDMĚTU**

**MIIN0332c - Intenzivní ošetrovatelská péče v interních oborech II**

**14. 09. 2021**

# VYUČUJÍCÍ:

**Mgr. Jiřina Večeřová**

Ústav zdravotních věd

LF MU Brno

Tel. 723 939 320

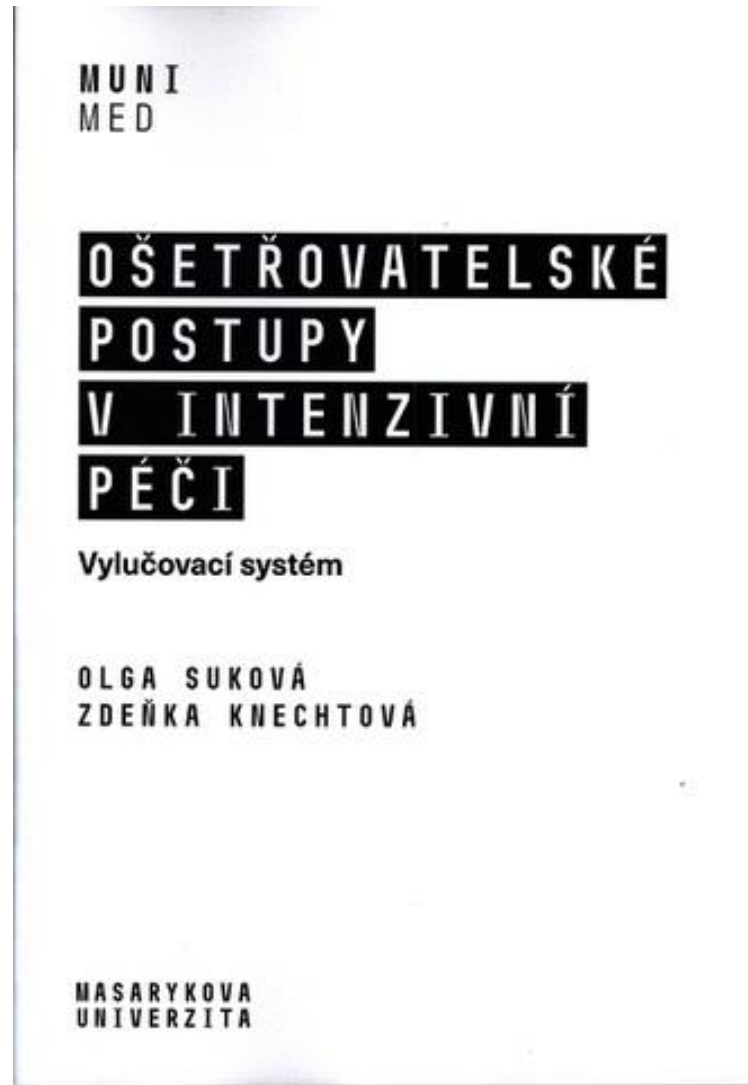
[j.vecerova@med.muni.cz](mailto:j.vecerova@med.muni.cz)

# Ukončení předmětu

## Zápočet

- **Závěrečný test v ISu (úspěšnost min. 75%)**
- **Zpracování dílčích témat**
  - **Akutní selhání ledvin**
  - **Chronické selhání ledvin**
  - **Akutní jadrní selhání, hepatorenální syndrom**
  - **Akutní stavy v endokrinologii**
  - **Diabetes mellitus a jeho komplikace**
  - **Specifická ošetrovatelské péče o chronicky dialyzovaného pacienta včetně peritoneální dialýzy.**
  - **Specifická ošetrovatelská péče u extrakorporálních eliminačních metod**
  - **Specifická ošetrovatelské péče o akutně (intermitentně a kontinuálně) dialyzovaného pacienta**

# Doporučená literatura



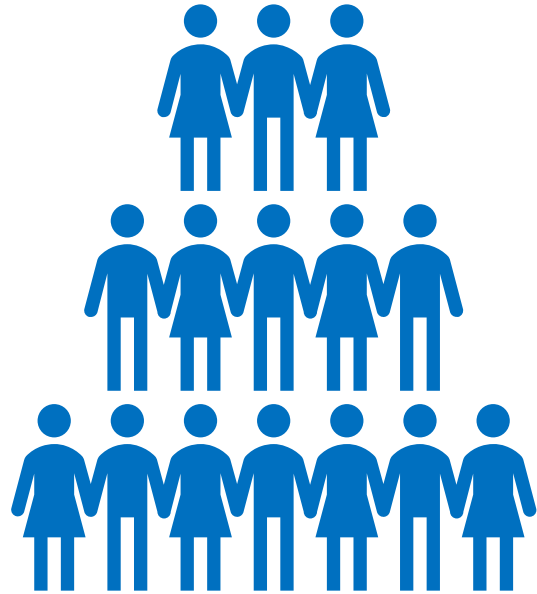
# Doporučená literatura

- KALLENBACH, Judith Z. *Review of hemodialysis for nurses and dialysis personnel*. Ninth edition. St. Louis: Mosby, 2016. x, 419. ISBN 9780323299947. [info](#)
- CHYTILOVÁ, Eva. *Cévní přístupy pro hemodialýzu*. První vydání. Praha: Mladá fronta, 2015. 190 stran. ISBN 9788020436573. [info](#)
- KIESLICHOVÁ, Eva. *Dárci orgánů*. Praha: Maxdorf, 2015. 334 stran. ISBN 9788073454517. [info](#)
- ŠVELLA, Kamil, [Pavel ŠEVČÍK](#), [Martin DOLEČEK](#), M. HÁJEK, Jitka HILLOVÁ MANNOVÁ, Yvona KALOUDOVÁ, [Roman KRAUS](#), Petr KRIFTA, [Darja KRUSOVÁ](#), K. MURIOVÁ, [Marta NEDBÁLKOVÁ](#), Pavel NOHEL, Igor SAS, [Dagmar SEIDLOVÁ](#), [Vladimír SOŠKA](#), [Jan SVOJANOVSKÝ](#), [Petr VĚZDA](#) a [Václav ZVONÍČEK](#). *Akutní intoxikace a léková poškození v intenzivní medicíně*. 2. doplněné vydání. Praha: Grada, 2011. 328 s. ISBN 978-80-247-3146-9. [info](#)
- *Continuous renal replacement therapy*. Edited by John A. Kellum - R. Bellomo - Claudio Ronco. Oxford: Oxford University Press, 2010. xix, 265. ISBN 9780195392784. [info](#)
- NOVÁK, Ivan a Martin MATĚJOVIČ. *Akutní selhání ledvin a eliminační techniky v intenzivní péči*. Edited by Vladimír Černý. Praha: Maxdorf, 2008. 147 s. ISBN 9788073451622. [info](#)
- JANOUŠEK, Libor a Peter BALÁŽ. *Hemodialyzační arteriovenózní přístupy*. 1. vydání. Praha: Grada, 2008. 153 s. ISBN 9788024725475. [info](#)
- LACHMANOVÁ, Jana. *Vše o hemodialýze pro sestry*. 1. vydání. Praha: Galén, 2008. 130 s. ISBN 9788072625529. [info](#)
- ZAMRAZIL, Václav a Terezie PELIKÁNOVÁ. *Akutní stavy v endokrinologii a diabetologii*. 1. vyd. Praha: Galén, 2007. 177 s. ISBN 9788072624782. [info](#)
- BEDNÁŘOVÁ, Vladimíra a Sylvie SULKOVÁ. *Peritoneální dialýza*. 2. rozš. vyd. Praha: Maxdorf, 2007. 334 s. ISBN 9788073450052. [info](#)
- DÍTĚ, Petr. *Akutní stavy v gastroenterologii*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005. xvi, 314. ISBN 8072623052. [info](#)
- ČERNÝ, Vladimír. *Sepse v intenzivní péči*. 2005. vyd. : Maxdorf s.r.o., 2005. 212 s. ISBN 80-7345-054-2. [info](#)
- SULKOVÁ, Sylvie. *Hemodialýza*. Praha: Maxdorf, 2000. 693 s. ISBN 8085912228. [info](#)
- MAJOR, Marek a Lukáš SVOBODA. *Náhrada funkce ledvin - hemodialýza, peritoneální dialýza, transplantace*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2000. 38 s. ISBN 8072541277. [info](#)
- LACHMANOVÁ, Jana. *Očistovací metody krve*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 125 s. ISBN 8071697494. [info](#)

**M U N I**  
**M E D**

# **Úvod do eliminačních metod**

# Základní informace



Počet dialyzovaných  
cca 7000 osob ročně

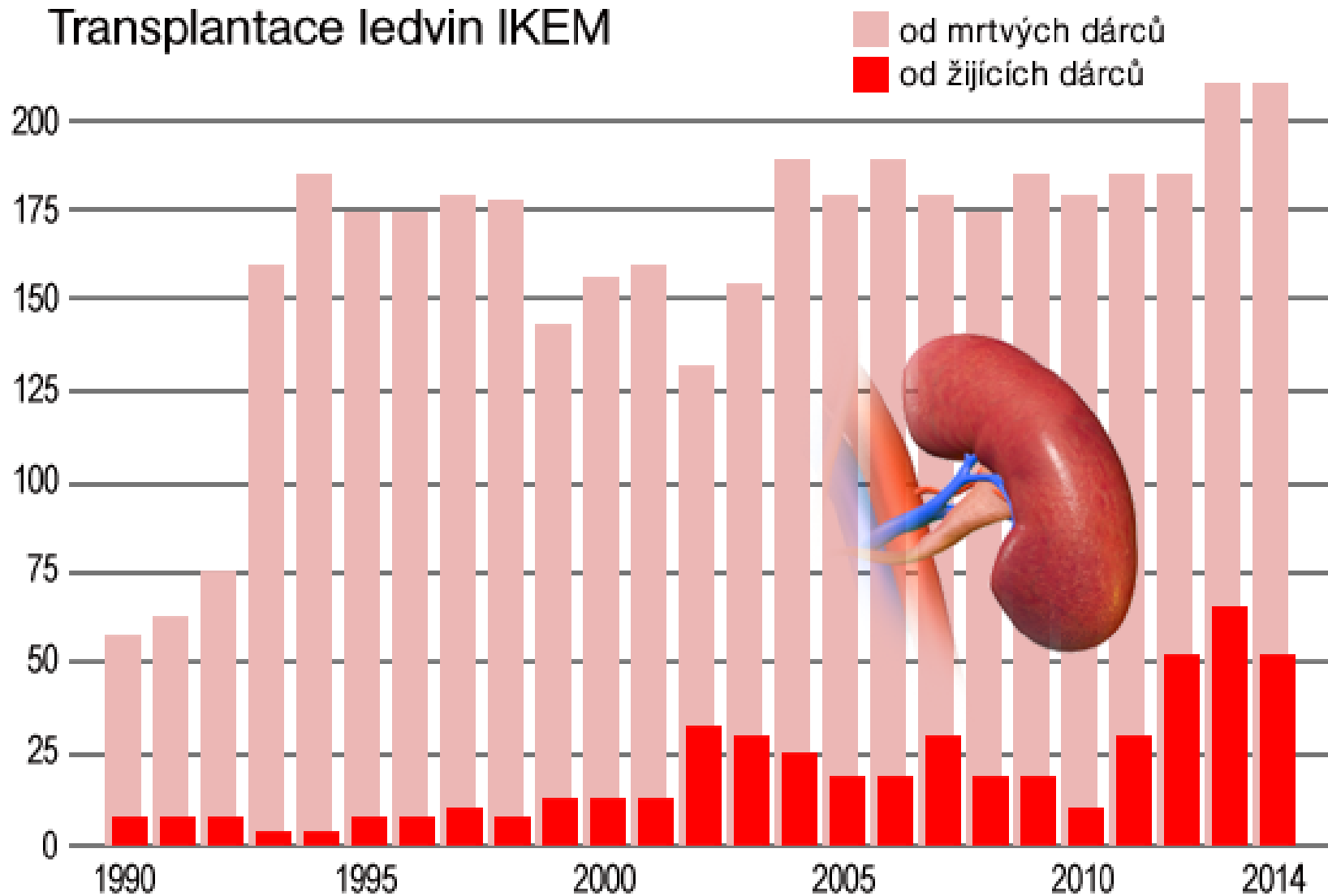


Počet dialyzačních výkonů za  
rok 960 000

## Nejčastější diagnózy:

- Diabetes mellitus II.
- Obezita
- Hypertenze
- Aterosleróza

## Transplantace ledvin IKEM





# Úvodní opakovací test

# 1. Močovod

a. odvádí moč z močového měchýře

b. je párový

c. má stěnu výhradně z příčně pruhovaného svalstva

## 2. Ledviny má většina populace uloženy

- a. v oblasti bederní páteře
- b. v oblasti kosti křížové
- c. v oblasti hrudní páteře

### 3. Běžně udávaná délka ženské močové trubice činí cca

a. 2 cm

b. 5 cm

c. 20 cm

## 4. Moč

- a. vzniká z vypité tekutiny vedené z žaludku do ledvin
- b. vzniká z obsahu krevního řečiště v ledvinách
- c. vzniká odpařováním hemoglobinu z krve tekoucí do ledvin

## 5. Močovina, látka často v moči nacházená, je vyráběna

a. v ledvinách

b. v močovém měchýři

c. v játrech

## 6. Ledviny se rozhodně nepodílejí na

- a. detoxikaci organismu
- b. vylučování hormonů a látek jim podobných
- c. trávení

## 7. Primární moči je zpravidla vytvářeno množství (za den)

- a. 2 - 3 l
- b. 180 - 200 l
- c. 1400 - 2300 l



## 8. Proces mikce je regulován především z

- a. mezimozku
- b. mozečku
- c. prodloužené míchy

## 9. Mezi struktury nefronu nemůžeme zařadit

- a. sběrací kanálek (tubulus colligens)
- b. Henleovu kličku
- c. perikaryon

# 10. Vasopresin, hormon z hypothalamu skladovaný v neurohypofýze

- a. zahušťuje moč
- b. vyvolává polyurii (= zvýšené vylučování vody)
- c. nemá vliv na zvýšení/snížení tlaku krve

**MUNI**  
**MED**

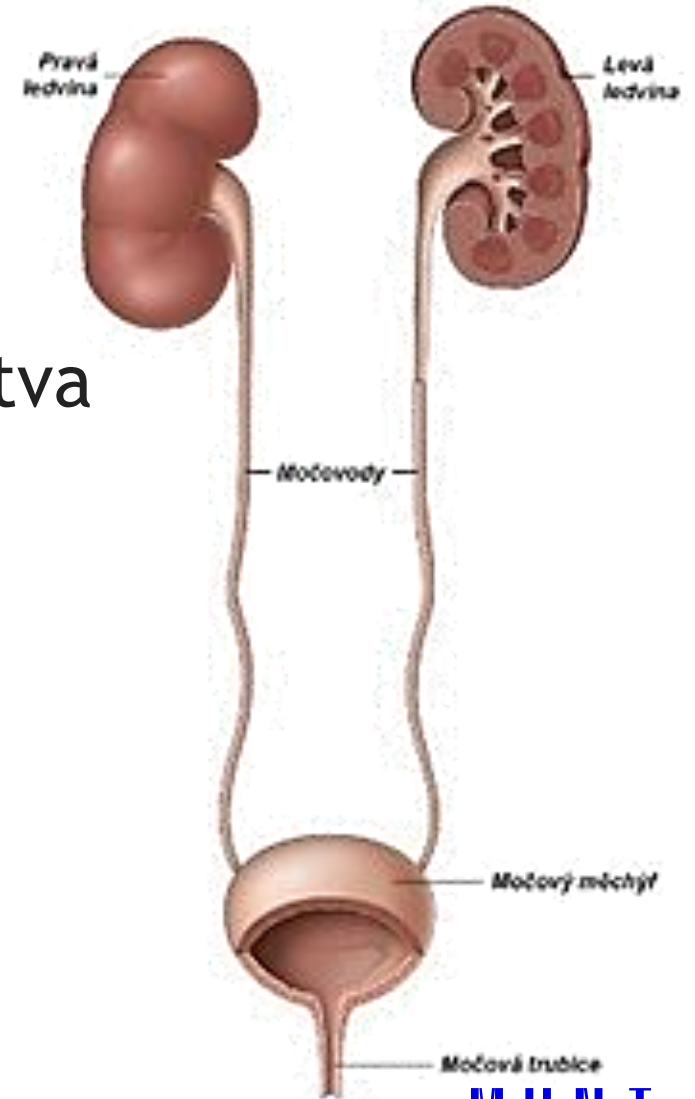
# **Test řešení**

# 1. Močovod

a. odvádí moč z močového měchýře

b. je párový orgán

c. má stěnu výhradně z příčně pruhovaného svalstva



© 2011 J. J. Powell, Elsevier, Inc. 978-0-7032-9120-0

## 2. Ledviny má většina populace uloženy

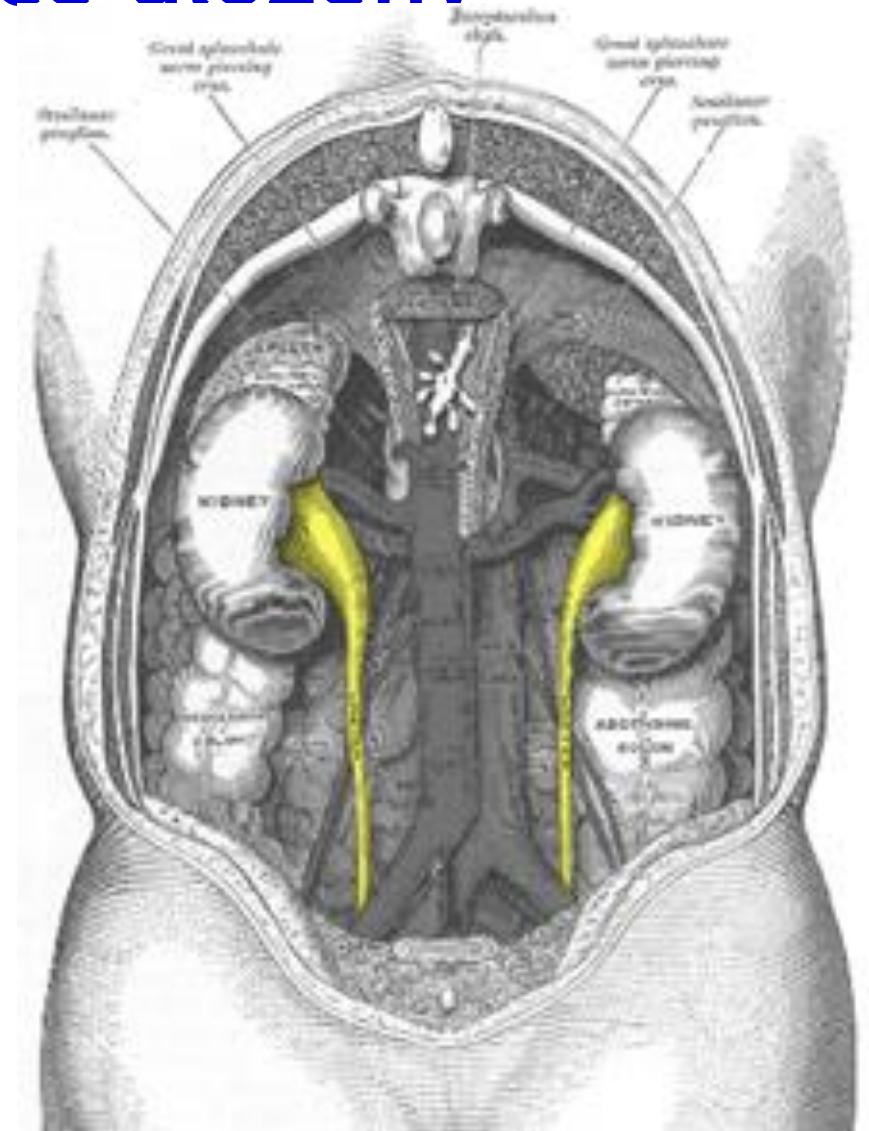
a. v oblasti bederní páteře

b. v oblasti kosti křížové

c. v oblasti hrudní páteře

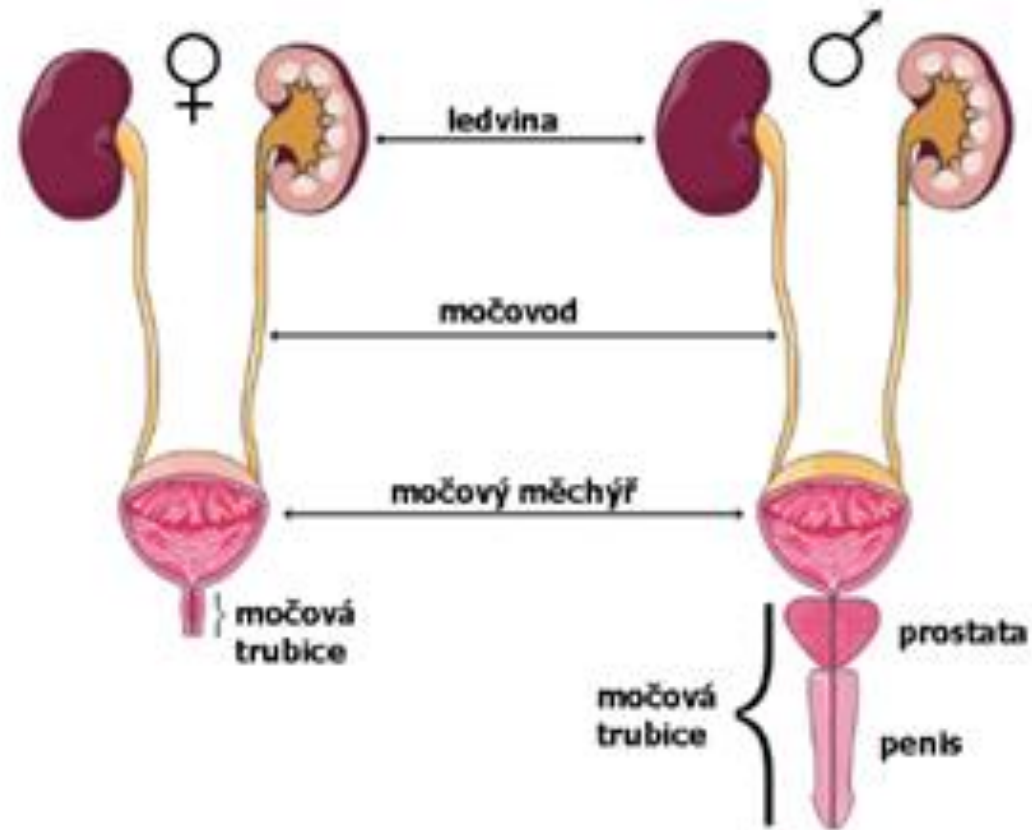
### Poznámka:

Pozice ledvin je většinou mezi 12. hrudním až 3. bederním obratlem, přičemž pravá ledvina je kvůli játrům posunuta níže. Ledvinná tepna odstupuje většinou před 1. bederním obratlem. Rozdvojení (bifurkace) aorty před 4. bederním obratlem.



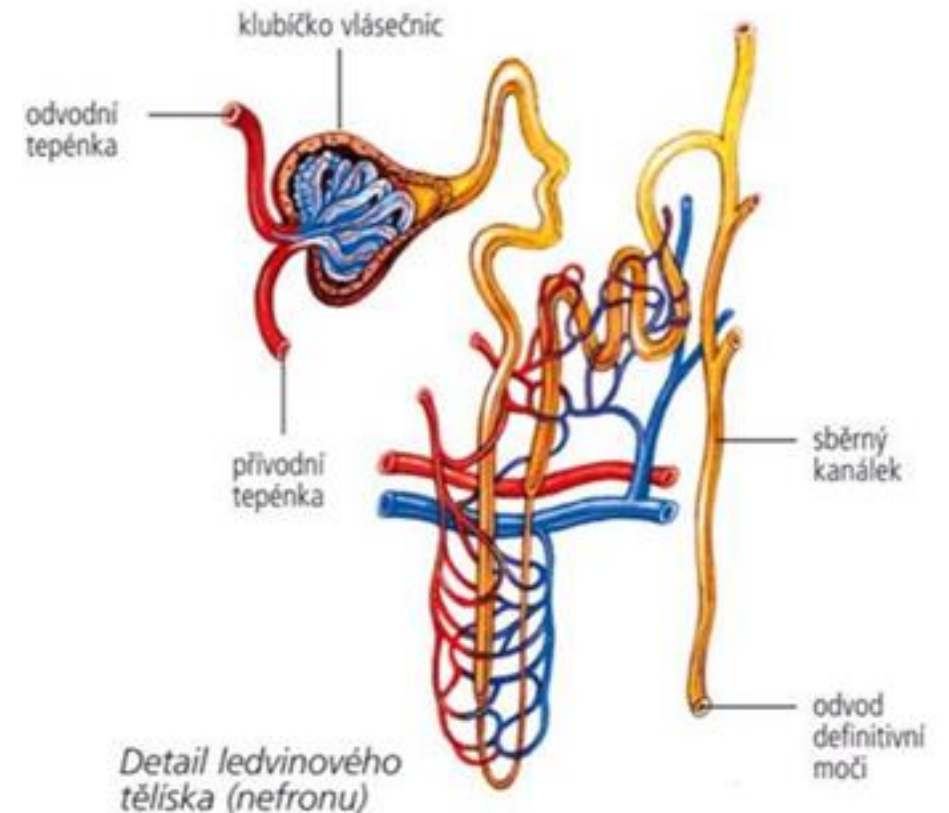
### 3. Běžně udávaná délka ženské močové trubice činí cca

- a. 2 cm
- b. 5 cm
- c. 20 cm



## 4. Moč

- a. vzniká z vypité tekutiny vedené z žaludku do ledvin
- b. vzniká z obsahu krevního řečiště v ledvinách
- c. vzniká odpařováním hemoglobinu z krve tekoucí do ledvin



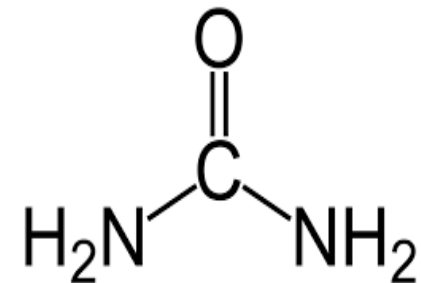


## 5. Močovina, látka často v moči nacházená, je vyráběna

- a. v ledvinách
- b. v močovém měchýři
- c. v játrech

### Poznámka:

Urea je konečný produkt odbourávání bílkovin, přesněji dusíku aminokyselin. Jedná se o nízkomolekulární látku syntetizovanou v játrech a vylučovanou převážně ledvinami



## 6. Ledviny se rozhodně nepodílejí na

- a. detoxikaci organismu
- b. vylučování hormonů a látek jim podobných
- c. trávení

### Poznámka:

Detoxikační funkce ledvin - vylučování toxických látek, léků a jiných metabolitů

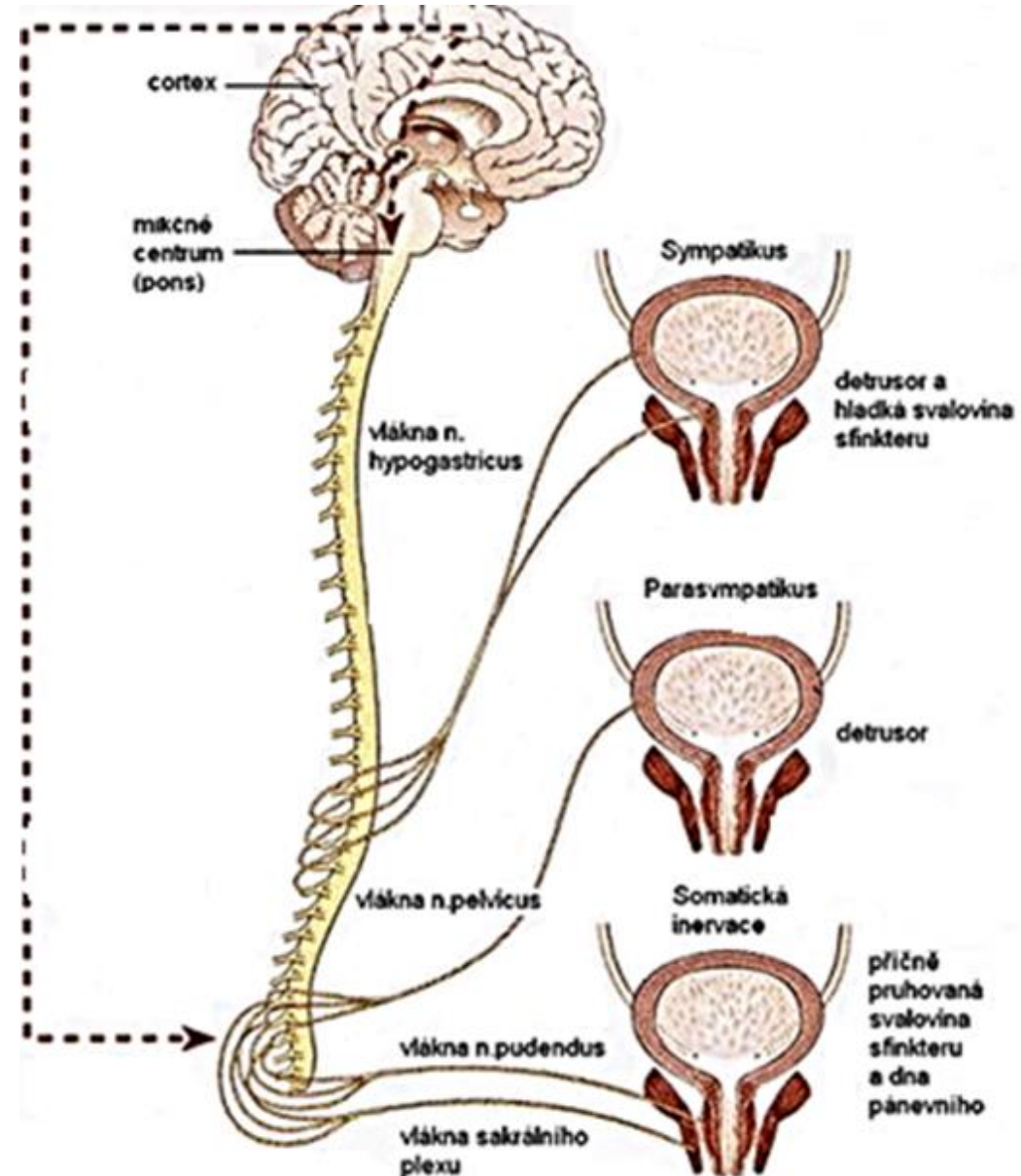
Endokrinní funkce ledvin - produkují tři významné hormony: erythropoetin, kalcitriol a renin

## 7. Primární moči je zpravidla vytvářeno množství (za den)

- a. 2 - 3 l
- b. 180 - 200 l
- c. 1400 - 2300 l

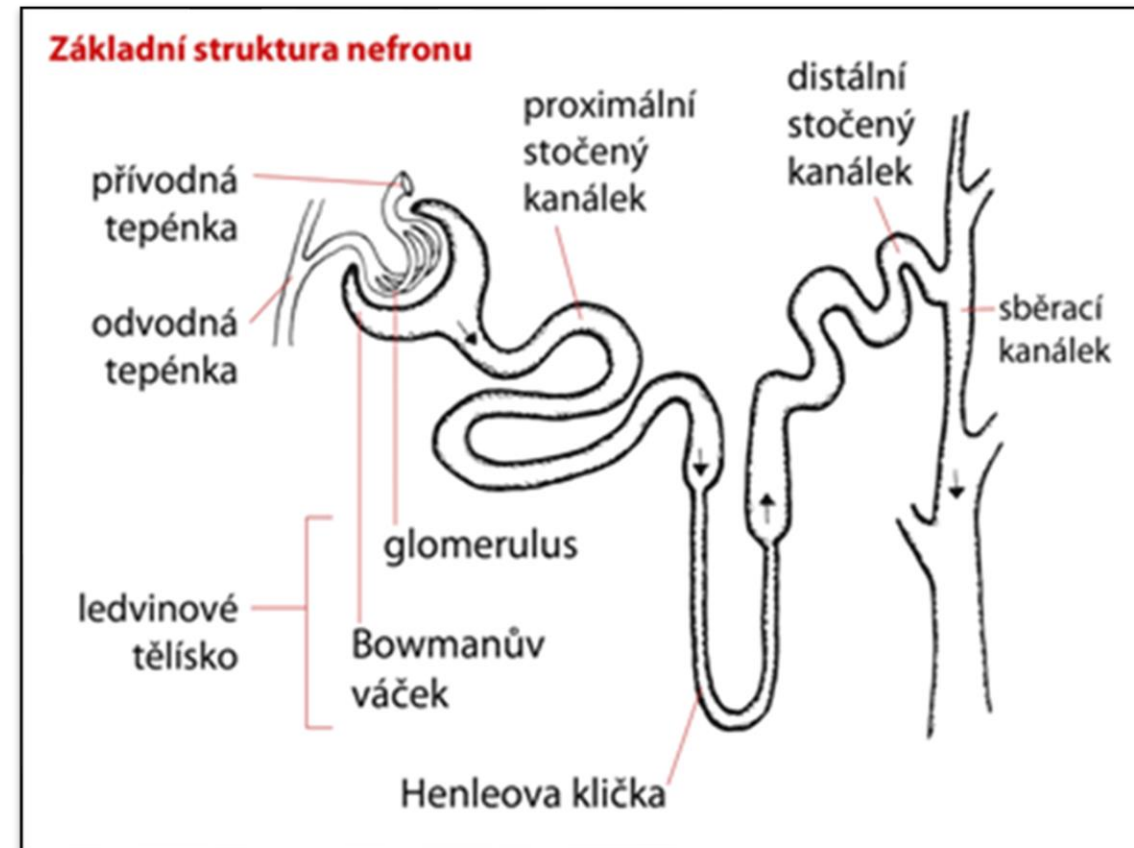
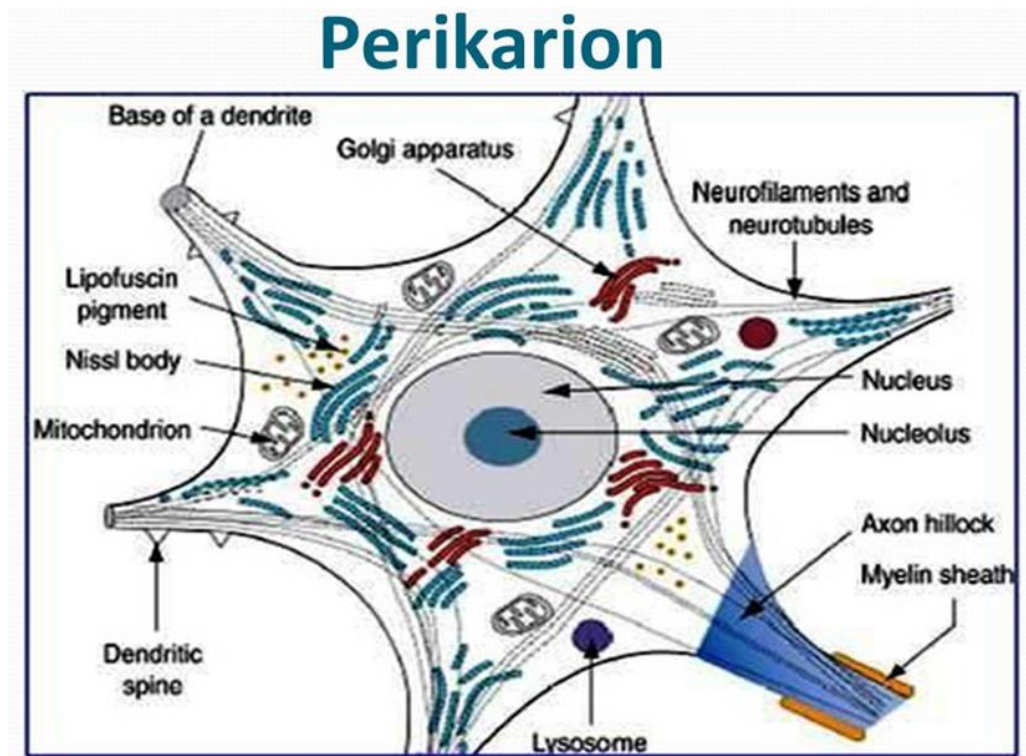
# 8. Proces mikce je regulován především z

- a. mezimozku
- b. mozečku
- c. **prodloužené míchy**



# 9. Mezi struktury nefronu nemůžeme zařadit

- a. sběrací kanálek (tubulus colligens)
- b. Henleovu kličku
- c. perikarion



# 10. Vasopresin, hormon z hypothalamu skladovaný v neurohypofýze

- a. zahušťuje moč
- b. vyvolává polyurii (= zvýšené vylučování vody)
- c. nemá vliv na zvýšení/snížení tlaku krve

## Poznámka:

Antidiuretický hormon (ADH, též vazopresin) Název „antidiuretický hormon“ je odvozen ze skutečnosti, že působí proti diuréze, tedy tvorbě moči v ledvinách.

**MUNI**  
**MED**

**Vnitřní prostředí**

# Vnitřním prostředím

- **Tělesné tekutiny = voda + elektrolyty** (kationty a anionty)
- V tělesných tekutinách probíhají veškeré metabolické pochody.
- Stálost vnitřního prostředí nazýváme **homeostázou**



# Tělesná voda

## – Celková tělesná voda (CTV)

- součet všech oddílů tělesných tekutin
- 60% z celkové tělesné hmotnosti

Množství CTV ovlivňují:

- Věk
- Pohlaví
- Množství tělesného tuku

# Tělesná voda a její oddíly

## – Intracelulární tekutina (ICT) – uvnitř buněk

– 2/3 CTV = 40% tělesné hmotnosti

– Obsahuje

– Ionty s nábojem

– Soluty (ionty bez náboje) např. glukóza, močovina

## – Extracelulární tekutina (ECT) – vně buněk

– 1/3 CTV = 20% tělesné hmotnosti

– Oddíly ECT

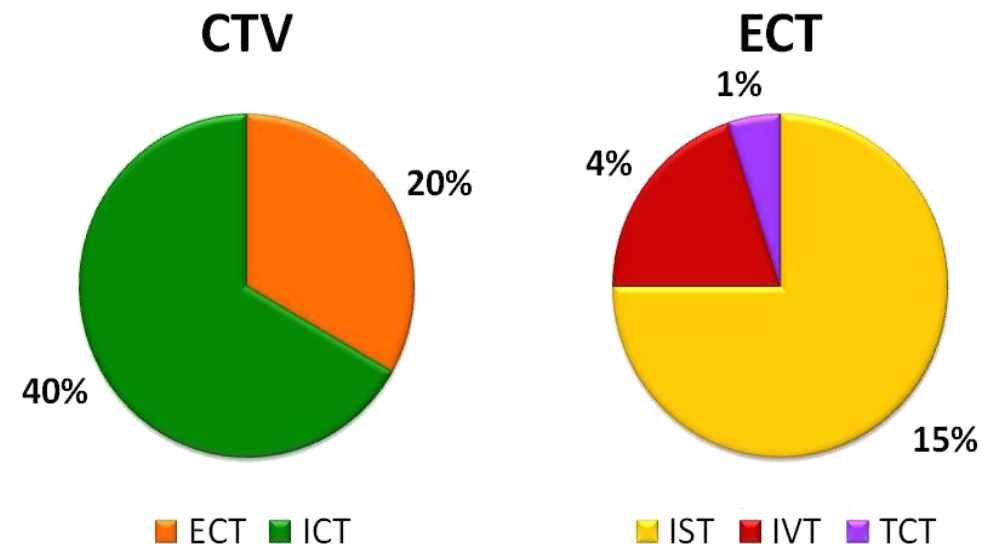
– Intravaskulární tekutina (IVT) = krevní plazma 1/4 ECT

– Intersticiální tekutina (IST) = tkáňový mok 3/4 ECT

– Trancelulární tekutina (TCT) = tekutina ve třetím prostoru

## Celková tělesná voda a její oddíly

% podíl na celkové tělesné hmotnosti



# Intracelární tekutina

- Intracelulární prostor je oddělen od extracelulárního prostoru **plazmatickou semipermeabilní membránou.**
- Hlavní ionty:  **$K^+$ ,  $Mg^{2+}$ , fosfáty, sulfáty a organické anionty**
- **Plazmatická membrána**
  - volně propustná pro vodu
  - pro ionty relativně nepropustná

# Extracelulární tekutina (ECT) – vně buněk

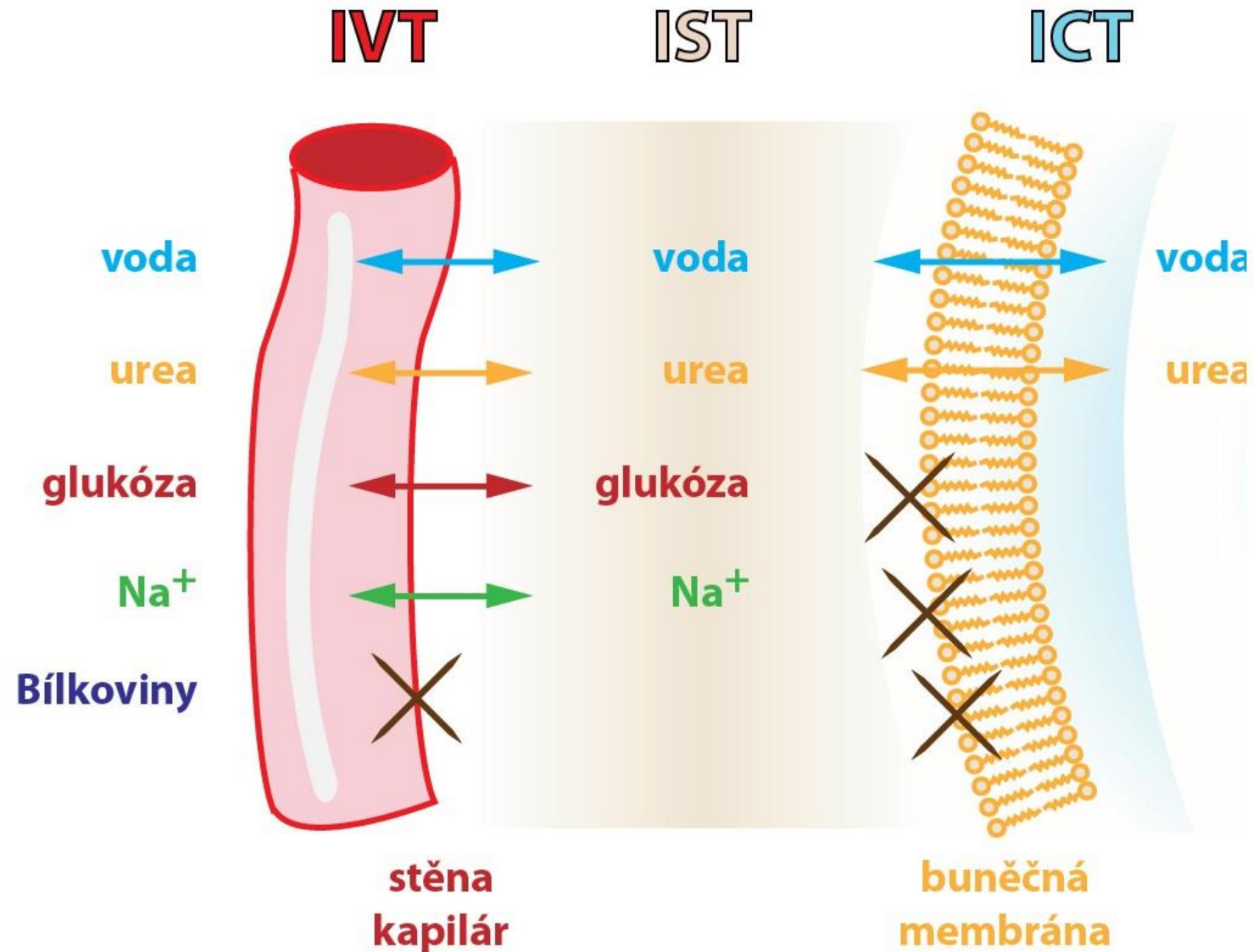
## Krevní plazma a tkáňový mok

- Vysoce propustná kapilární membránou
- Složení velmi podobné, vyjma bílkovin
- Hlavní ECT ionty jsou **Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> a HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

**Krevní plazma** - obsahuje vysoké množství bílkovin

**Tkáňový mok** - obsahuje malé množství bílkovin, důvodem je nízká propustnost kapilární membrány pro molekuly bílkovin.

# Hlavní tělesné kompartmenty a pohyb jednotlivých látek



# Trancelulární tekutina (TCT)

- tekutina ve třetím prostoru v tzv. preformovaných dutinách.

Mezi ni například patří:

- Liquor
- Tekutina vylučovaná do GIT (trávicí šťávy, ...)
- Synoviální tekutina
- Tekutina v pleurální, perikardové a peritoneální dutin

# Bilance tekutin a soli

## A. Bilance tekutin

### – Příjem vody

- Skrze GIT - voda + voda v potravinách 2- 2,5l/den
- Voda metabolická – vzniká chemickými reakcemi - 0,25l/den

### – Ztráty vody

- Moč
- Stolice
- Respirace
- Kůže

## B. Bilance soli

### – Příjem soli

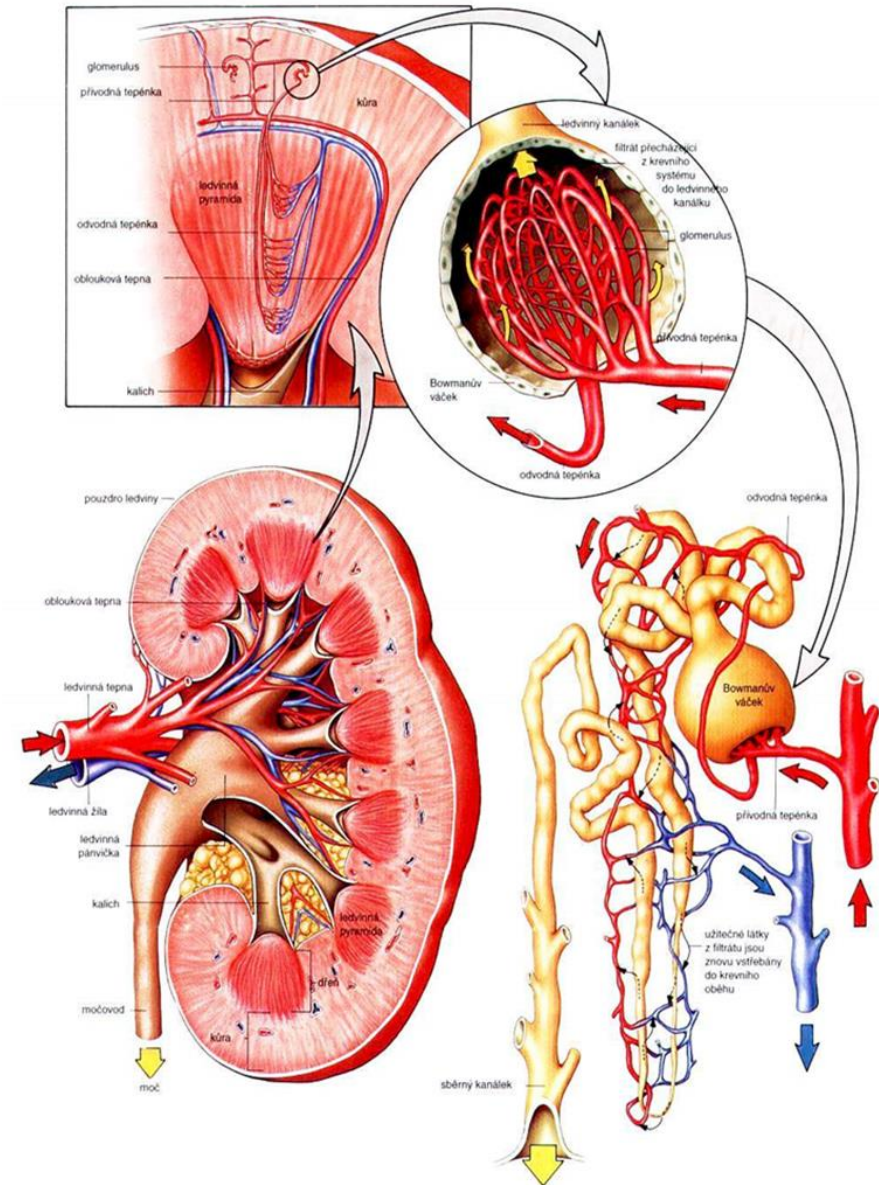
- pouze GIT, organismus si neumí vyrobit sůl

### – Ztráta soli

- moč, stolice, pot

# Anatomie vylučovacího ústrojí - ledviny

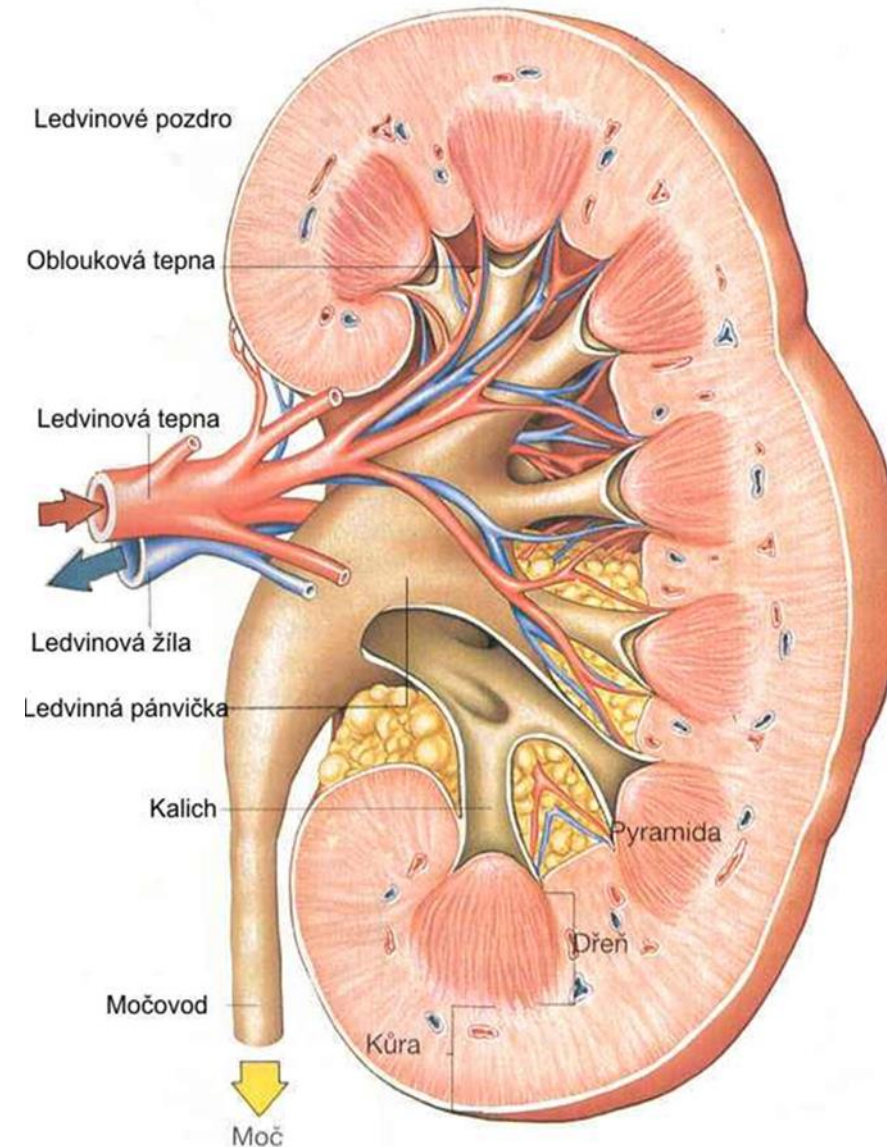
- Ledviny jsou párový orgán a jsou umístěny v horní části dutiny břišní po stranách bederní páteře.
- Na horních pólech ledvin se nacházejí nadledviny, které jsou však součástí endokrinního systému.
- Ledvina dospělého člověka je průměrně 6–7,5 cm široká, 9–12 cm dlouhá a 3 cm hluboká, váží kolem 150 g a je tmavočervené barvy.
- Ledviny jsou žlázy s vnější sekrecí, jejichž produktem je urina neboli moč





# Anatomie vylučovacího ústrojí - dřeň

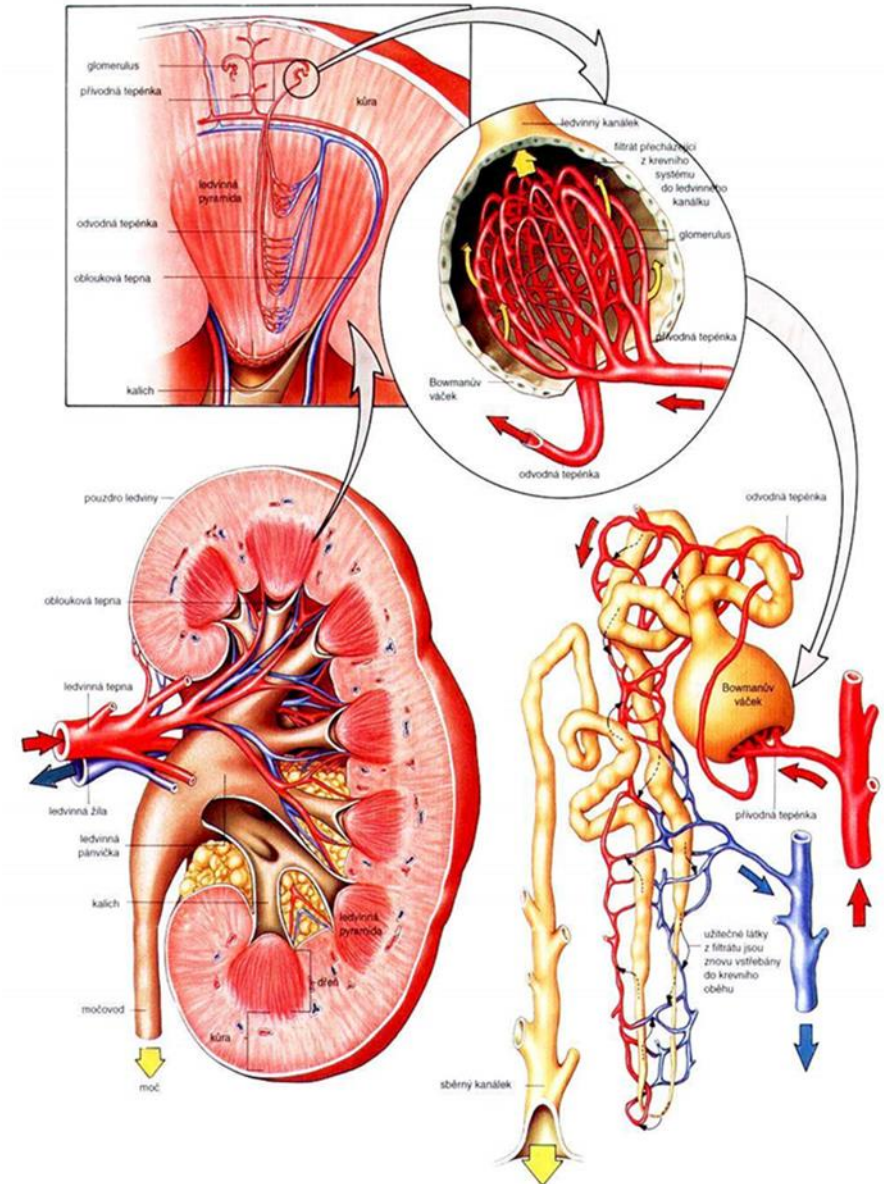
- Uspořádaná do 10 – 20 pyramid
- Pyramidy se sbíhají směrem k ledvinnému hilu
- Jsou zakončeny papilami
- Do dřeně zasahuje Henleova klička nefronů a sběrací kanálek



# Anatomie vylučovacího ústrojí - Glomerulus

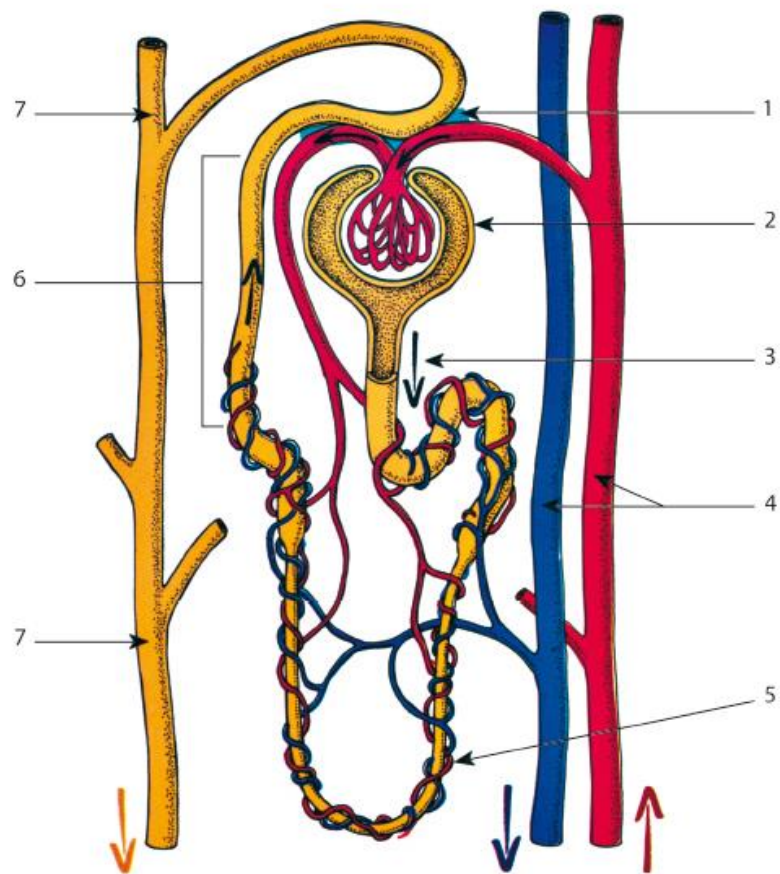
- Voda je v glomerulech je filtrována volně
- Rychlost glomerulární filtrace 2ml/s = 170 -180l ultrafiltrátu /den
- V tubulech dochází ke zpětné resorpci 99% vody.

**Exkreční frakce vody** - poměr mezi objemem definitivní moči a objeme ultrafiltrátu





# Anatomie vylučovacího ústrojí -glomerulus



1 Juxtaglomerulární aparát

*Chemoreceptor*

2 Ledvinové tělísko

*Glomerulum*

3 Proximální tubulus s primární močí

*Tubulus contortus proximalis*

4 Ledvinové cévy

*Arteria et vena renalis*

5 Henleova klička obkroužená kapilární sítí

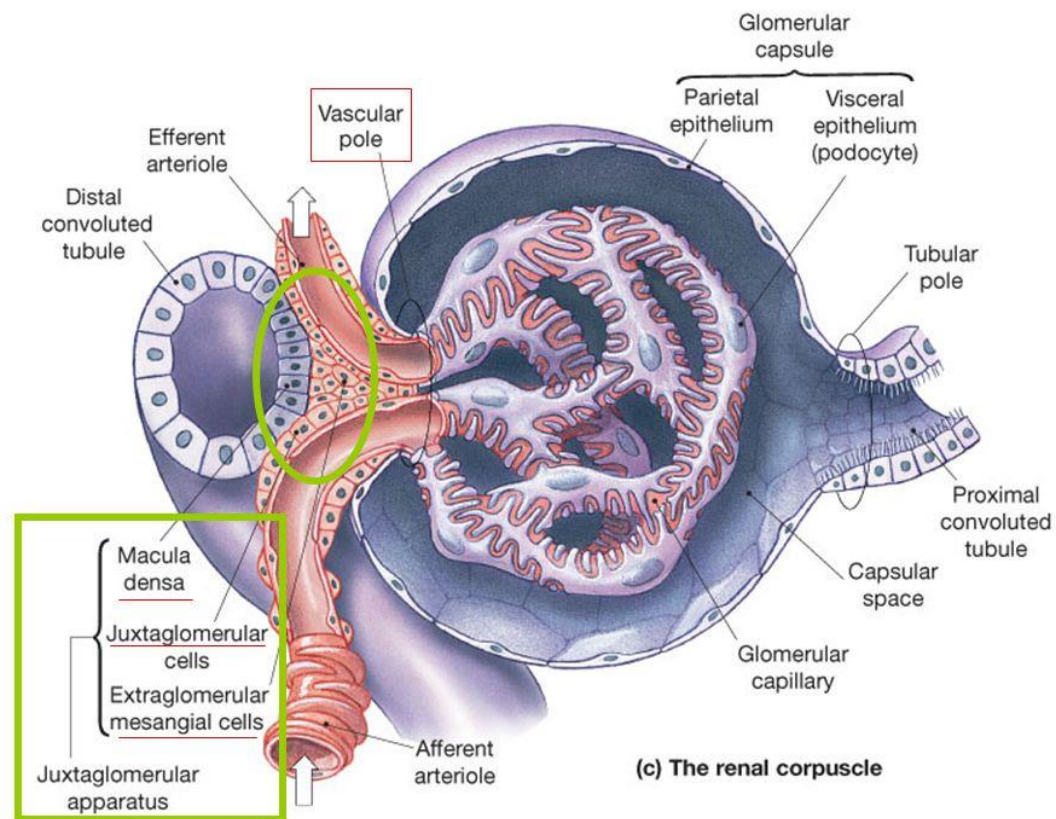
*Ansa nefrica*

6 Distální tubulus

*Tubulus contortus distalis*

7 Sběrný kanálek

*Tubulus colligens*

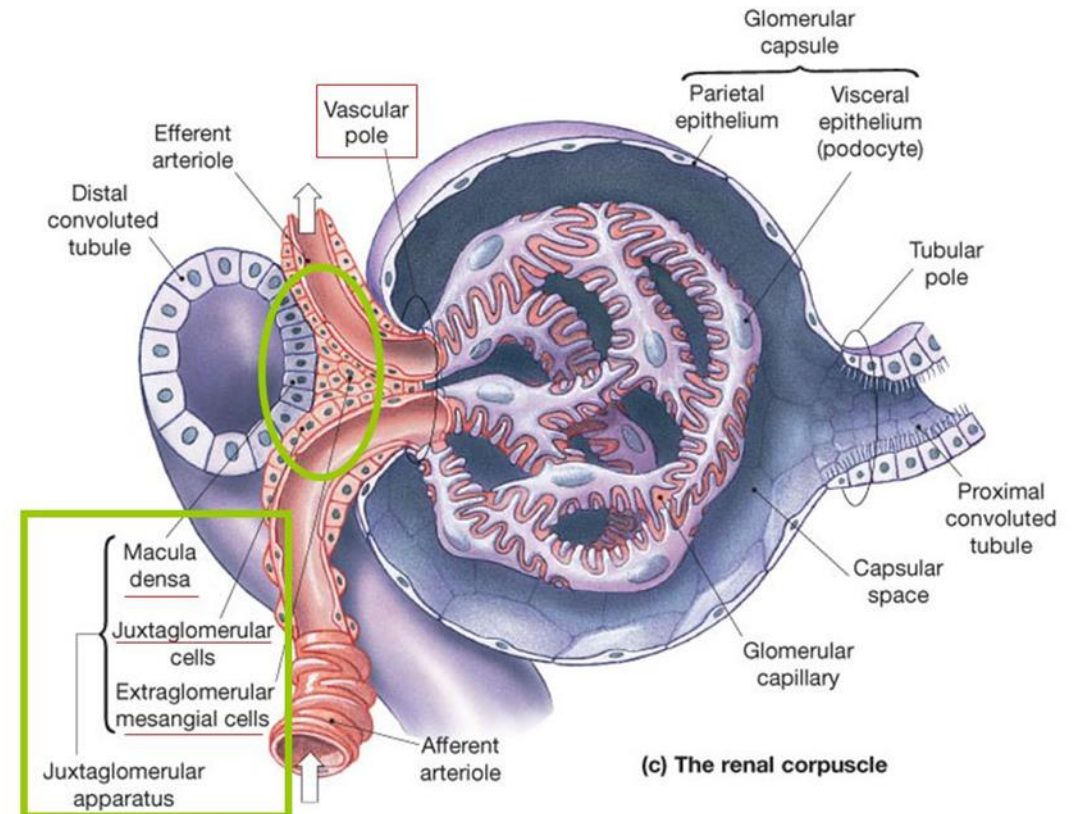
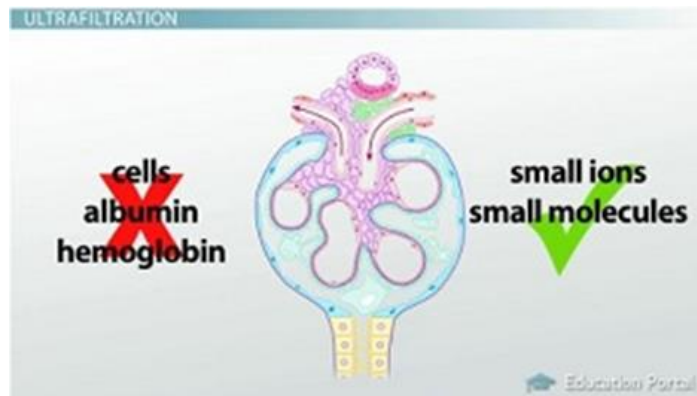


(c) The renal corpuscle

Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

# Ultrafiltrační funkce glomerulu

- Ultrafiltrace krve probíhá na základě tlakového rozdílu mezi aferentními a eferentními arterioly.
- Prostup iontů ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cl^-$ ) a látek s malou molekulou



Copyright © 2003 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

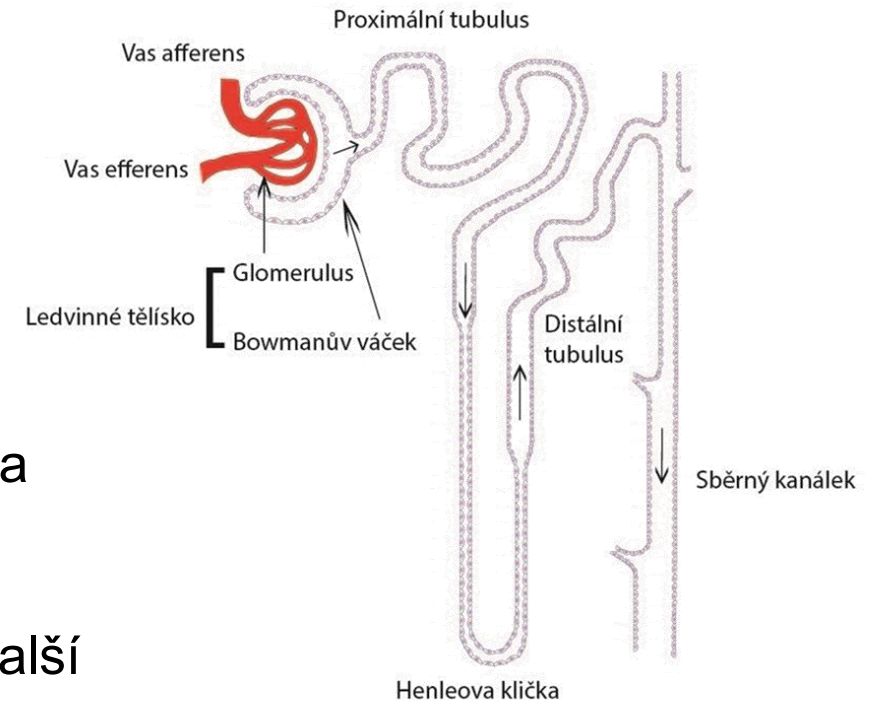
# Nefron – proximální kanálek

## Proximální tubulus

- je dlouhý asi 15 mm
- podílí se na resorpci většiny primární moče
- stěnu kanálku tvoří jednovrstevný kubický epitel
- povrch obrácený do lumen, kde je primární moč má proximální kartáčový lem

### Funkce proximálního kanálku:

- zpětně se zde vstřebává 75 -80% primární moče (bez ohledu na nedostatek vody v těle):
  - voda
  - Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>, močovina, bikarbonáty, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, fosfáty a další
  - glukóza – prahová látka směr průtoku moče
  - aminokyseliny aktivní transport
- výsledkem je:
  - podstatné snížení mimobuněčné tekutiny v organismu
  - nepodílí se na udržování osmolality, p. H a složení mimobuněčné tekutiny pasivní transport





# Nefron – Henleova klička

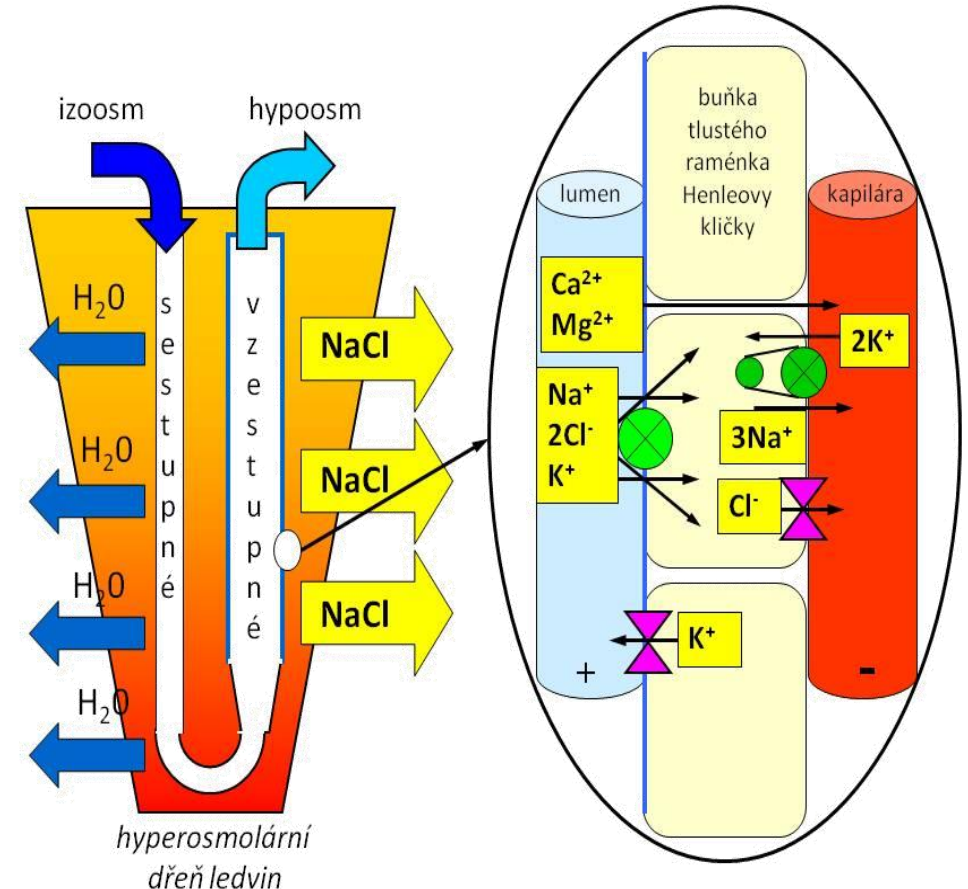
## Henleova klička

### – tenká sestupná část

- propustná pro vodu, **pasivně resorbuje 15%** ultrafiltrátu na základě hyperosmolarity dřeň ledvin
- dochází k zahušťování moče
- není propustná pro sůl

### – tlustá vzestupná část

- nepropustná pro vodu
- propustná pro  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$
- zpětné vstřebávání dosahuje až 20% z celkového množství



# Nefron - distální kanálek

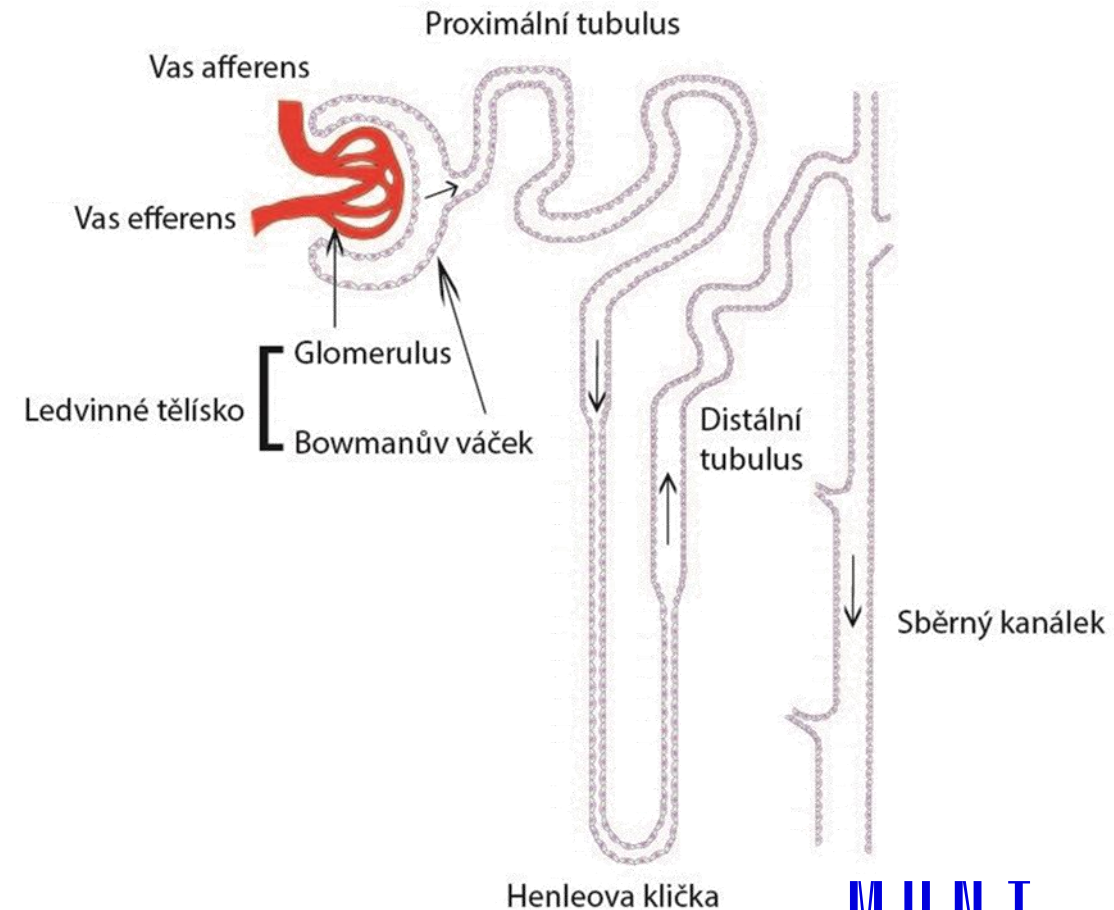
## Distální tubulus

### - stočená část

- nepropustná pro vodu
- aktivní resorpce soli

### - koncová část

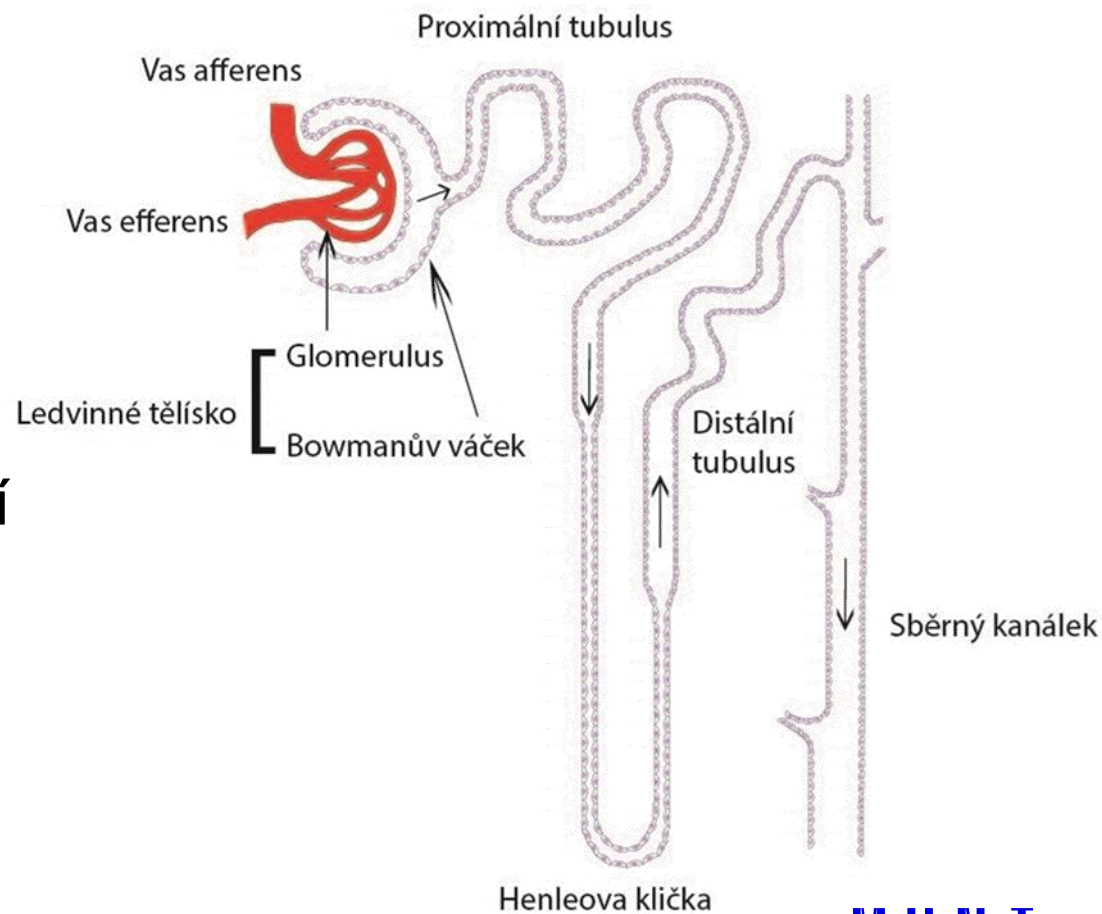
- voda i sůl se mohou a nemusí vstřebávat
- kontrolována hormonálně
- množství vstřebaného množství soli a vody se pohybuje okolo 5%



# Nefron - sběrací kanálek

## Sběrací kanálek

- odpovídá za finální množství a úpravu moči (zpětné vstřebávání  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , vylučování  $\text{K}^+$  a  $\text{H}^+$ )
- hormon ADH řídí resorpci vody (otevřít *aquaporiny*)
- hormon Aldosteron ovládá zpětné vstřebávání sodíku
- množství vstřebané vody cca 9%
- množství vstřebaného sodíku cca 4%





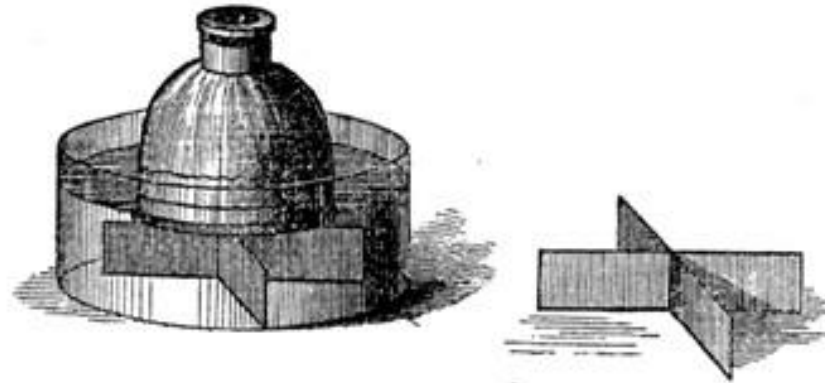
# Úvod do eliminačních metod

# Historie

Využití laboratorní metody dialýzy popsal již v roce 1861 skotský chemik Thomas Graham.



Fig. 3.—Bulb Dialyser.

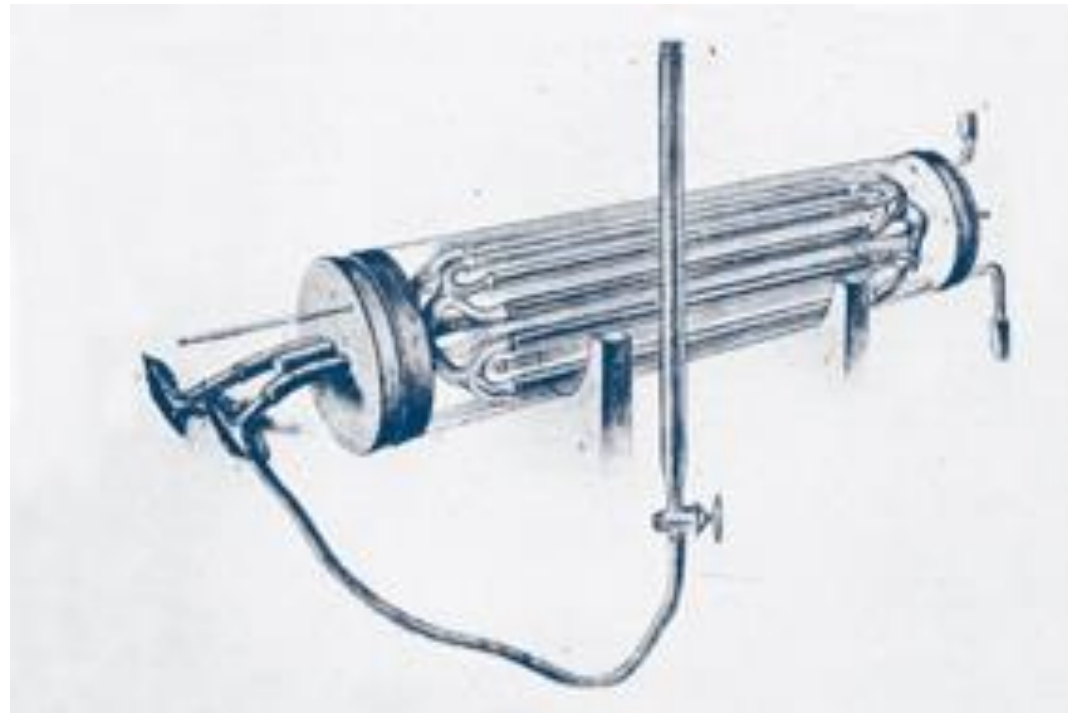


# Historie

- V roce 1855 německý fyziolog **Adolf Fick** publikoval kvantitativní popis procesu difuze.
- o 50 let později **Albert Einstein** poskytl tomuto procesu stabilní základy
- 
- **Otcové dialýzy - Graham a Fick**, objevili základní principy, jež vedly k současné podobě léčby selhání ledvin.

# Historie

- 1913. **Abel, Rowntree a Turner** „dialyzovali“ uspaná zvířata tak, že jejich krev vedli mimo tělo skrz hadičky s polopropustnými membránami. Membrány byly vyrobeny z kolodia, materiálu na bázi celulózy. **Vividifuze**



# Historie

- Německý lékař **Georg Haas** z města Giessen poblíž Frankfurtu nad Mohanem provedl první léčbu dialýzou u člověka.



Doktor Haas a jeho první léčba dialýzou u člověka  
zdroj [www.fmc-ag.com](http://www.fmc-ag.com)

# Historie

**Hirudin** jako protisrážlivé činidlo.

- způsoboval závažné komplikace způsobené alergickou reakcí
- Haas při svém posledním pokusu použil látku známou jako **heparin**.
- Heparin je univerzální protisrážlivá látka vyskytující se u savců, kterou poprvé z psích jater izoloval Američan MacLean v roce 1916.

**Heparin** - nejpoužívanější protisrážlivé léčivo od roku 1937



# Historie

- **Willem Kolff** z Nizozemska použil otáčivou bubnovou ledvinu k léčbě 67leté pacientky, s akutním selháním ledvin a jater. Po týdenní léčbě byla pacientka propuštěna s normální funkcí ledvin. Zemřela v 73 letech na nemoc nesouvisející se selháním ledvin.





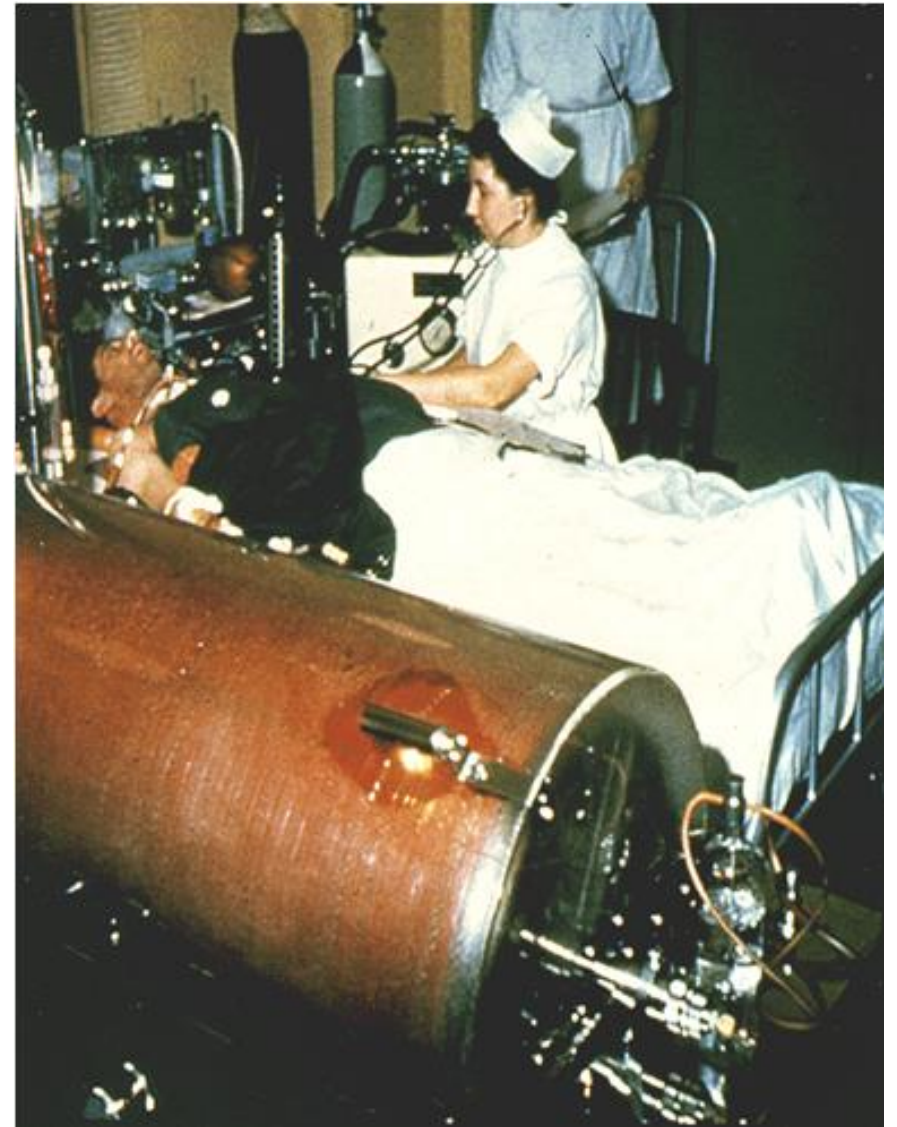
Sestra Maria ter Welle předvádí funkci umělé ledviny. Fotografie byla pořízena někdy mezi lety 1941 a 1943 během Kolffova působení v Kampenu. | foto: University of Utah

Zdroj: [https://www.idnes.cz/technet/veda/poprve-zachranil-kolaborantku-pribeh-vynalezce-umele-ledviny.A170824\\_100620\\_veda\\_mla](https://www.idnes.cz/technet/veda/poprve-zachranil-kolaborantku-pribeh-vynalezce-umele-ledviny.A170824_100620_veda_mla)



# Historie

Po 2. světové válce se bubnové ledviny dostaly se do bostonské nemocnice Petera Brenta Brigham, kde došlo k jejich zásadnímu technickému vylepšení . Upravené přístroje byly známé jako **ledvina Kolffa a Brigham**. V letech 1954 až 1962 byly z Bostonu převezeny do 22 nemocnic po celém světě.



Modifikovaný Kolffův přístroj v Bostonu  
zdroj [www.fmc-ag.com](http://www.fmc-ag.com)

# Historie

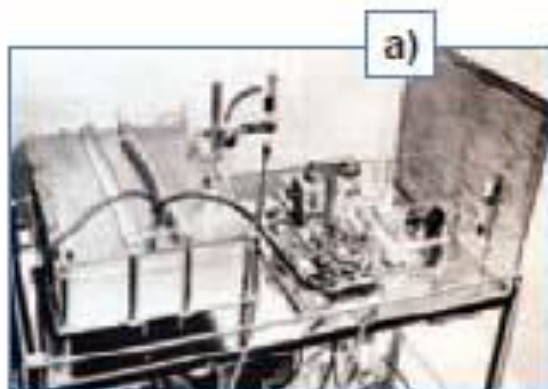
- 50 léta 20 stol. - **první dialyzační střediska** v USA a v Evropě.
- 1957 – v Evropě 7 dialyzačních středisek ( 1 v Praze)
- Největší zásluhu na zavedení léčby umělou ledvinou u nás měli medik **Severin Daum** a **prof. Antonín Vančura** přednosta II. Interní kliniky Fakulty všeobecného lékařství UK a VFN Praha.
- 1958 - přibyla v ČR další 3, z nichž jedno bylo v Hradci Králové

# Historie

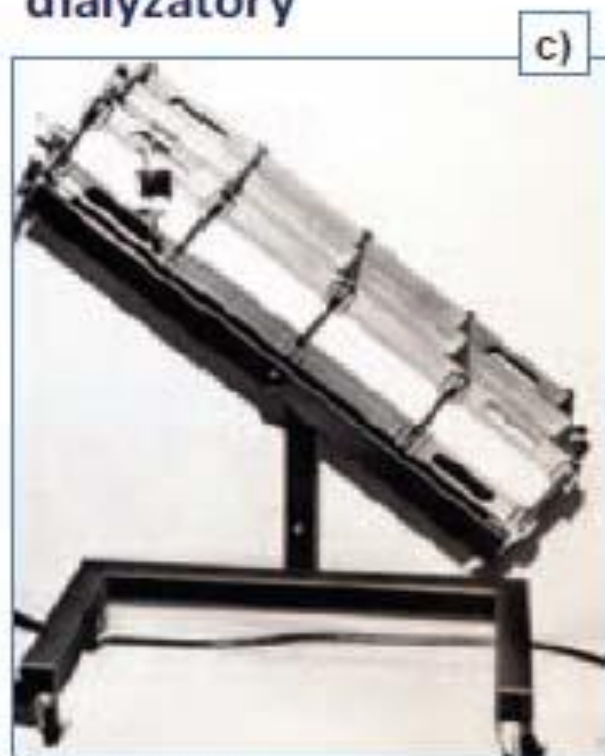
- Úspěch umělé ledviny vyvolal na celém světě vlnu nadšení pro vývoj vylepšených a efektivnějších dialyzátorů. Na vrcholu vývoje stál v tomto období „deskový dialyzátor“.
- Tyto dialyzátory byly předchůdci dnešních deskových dialyzátorů. Kiilovy dialyzátory se na některých klinikách používaly až do konce 90. let 20. století.







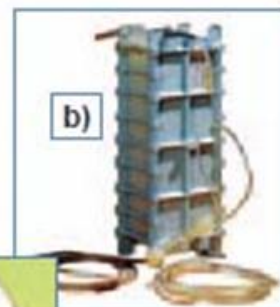
## Historické deskové dialyzátory



### Obr. 2 „Historické“ deskové dialyzátory

a – Skeggsův a Leonardův skládaný deskový dialyzátor, b – sovětská replika Skeggsova-Leonardova dialyzátoru, c – Kiilův dialyzátor (všechny sestavované ručně před každou dialýzou)

## Jednorázové deskové dialyzátory



### Obr. 3 Deskové dialyzátory na jedno použití

a – první průmyslově vyráběný deskový dialyzátor (fa Gambro), b – obdobný dialyzátor francouzské fy Rhone-Poulenc, c – nejmenší deskový dialyzátor německé fy Secon (délka cca 15cm), d – deskový dialyzátor typu Hoeltzenbein americké fy Travenol, e – Gambro Lundia Plate fy Gambropoužívaná kdysi hojně i u nás, f – poslední typová řada deskových dialyzátorů fy Gambro před ukončením jejich výroby

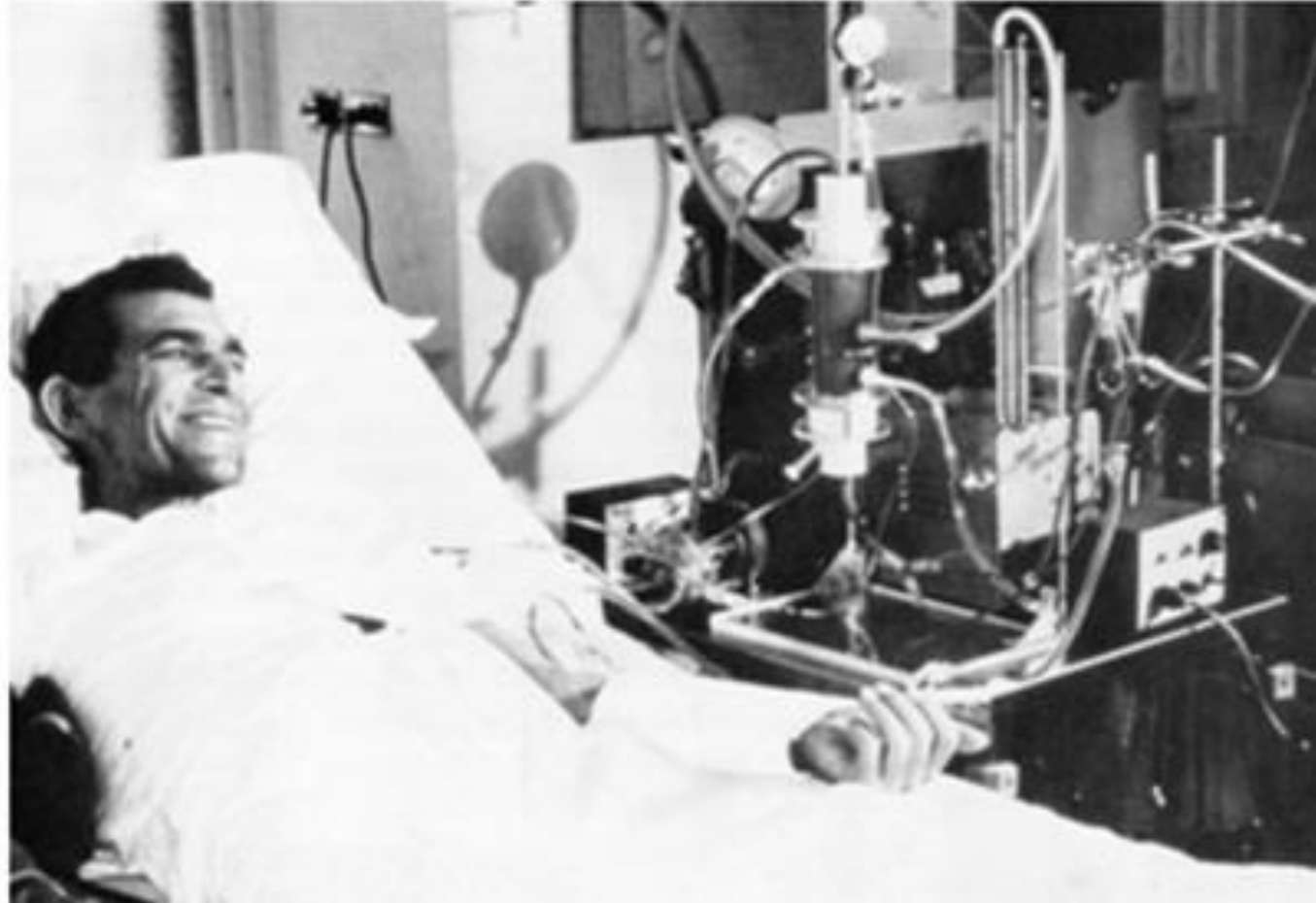
# Historie

- Vylepšování dialyzátoru doprovázely vědecké objevy týkající se přenosu látek přes membrány a výzkum se zaměřil čistě na dialýzu..
- sestry před dialýzou pro každého pacienta dialyzátory musely ručně sestavovat a sterilizovat.



# Historie

– Američan **Richard Stewart** v roce 1964. - dialyzátoru z dutých



Richard Stewart a jeho princip kapilárního dialyzátoru



# Eliminační metody

## – Dialýza

- odstraňování cizích látek z organismu (některých toxinů a léků)
- odstraňování patologicky nahromaděných produktů vlastního metabolismu (dusíkatých látek, kreatin, urea...)
- úprava vnitřního prostředí:
  - korekce elektrolytového hospodářství
  - odstranění přebytečné vody

### **POZOR!**

Nahrazuje funkci ledvin jen částečně, nenahrazují endokrinní funkci ledvin (erythropoetin) ani funkci zdravých ledvin při aktivní tvorbě vitamínu D.

# Eliminační metody

Eliminace se provádí pomocí dialyzačních membrán a roztoků.

Na základních principech :

Difúze

Konvekce

Adsorpce

Používané metody na těchto principech jsou

- hemodialýza (HD, SLED - *sustained low-efficiency dialysis*)
- peritoneální dialýza (PD)
- hemofiltrace (HF, SCUF - *Slow Continuous Ultrafiltration*)
- hemodiafiltrace (HDF) – nejčastější metoda
- hemoperfúze (HP)
- plazmaferéza (PF)



# Eliminační metody

Podle typu membrán rozlišujeme dvě základní metody:

- Hemodialyzační - umělá membrána
- Peritoneální – pobřišnice

# Eliminační metody

Podle místa eliminace:

- mimotělní eliminace - extrakorporální
  - hemodialýza (HD, SLED)
  - hemofiltrace (HF, SCUF)
  - hemodiafiltrace (HDF)
  - hemoperfúze (HP)
  - plazmaferéza (PF)
- v těle pacienta - intrakorporální
  - peritoneální dialýza

# Eliminační metody

Podle doby trvání:

- **intermitentní** – IRRT (Intermittent Renal Replacement Therapy)
  - IHD, IHDF
  - IPD
- **kontinuální** – CRRT (Continuous Renal Replacement Therapy)
  - CVVHF nebo CVVHDF
  - CCPD (Kontinuální cyklická peritoneální dialýza) CAPD (Kontinuální ambulantní peritoneální dialýza)
- **smíšená** (přerušovaná, ale pomalá metoda → denně 8-10 h)
  - prodloužená nízkoučinná dialýza (SLED)
  - pomalá kontinuální ultrafiltrace (SCUF)  
(bez substitučního roztoku)

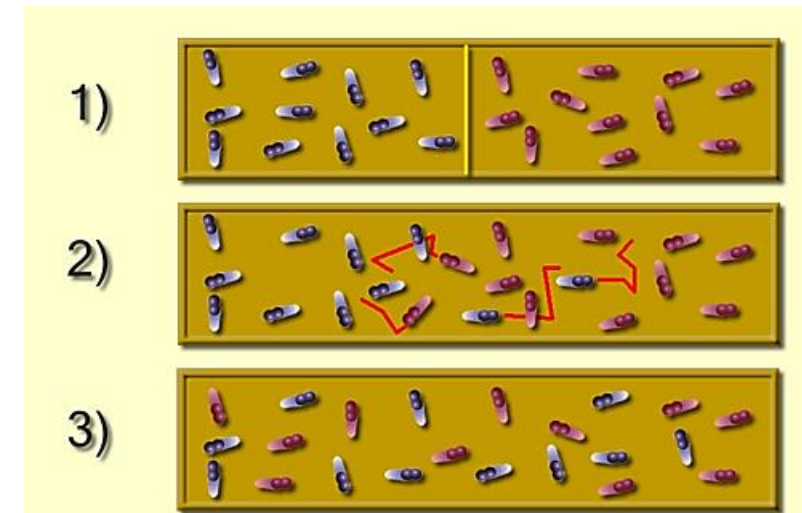
# Principy dialýzy

## Difúze

Difúze přes polopropustnou membránu odděluje 2 kapaliny (krev a dialyzační roztok) rozdílného složení = **dialýza**.

## Difúze závisí na:

- koncentračním gradientu (rozdíl koncentrací)
- velikosti molekul jejich hmotnosti a náboji
- velikosti plochy membrány (kapsle)
- propustnosti membrány (tloušťka membrány a velikost pórů)
- době působení



# Principy dialýzy

## Konvence – splavování

- přesun celé kapaliny přes určitou bariéru (střevní stěna, stěny ledvinných tubulů), který vyžaduje hnací sílu.
- hnací silou je hydrostaticky (mimotělní očišťování) nebo osmotický (peritoneální očišťování) tlak.

Při tomto ději dochází k souběžný transport látek rozpuštěných spolu s rozpouštědlem – látky jsou „strženy proudem“.

## Závisí na

- rychlosti průtoku krve
  - propustnosti membrány
  - velikosti částic a jejich vazbě na bílkoviny
- Proti konvekci působí onkotický tlak.

# Principy dialýzy

## **Filtrace/ultrafiltrace**

- separace plazmatické vody a v ní obsažených solutů od plné krve
- proces probíhá na základě tlakového rozdílu na obou stranách membrány (transmembránový tlak)
- tlakový rozdíl může být hydrostaticky (mimotělní očišťování) nebo osmotický (peritoneální očišťování)

## **Ultrafiltrace závisí na:**

- transmembránovým tlaku
- velikosti plochy
- době působení
- propustnosti membrány (velikost pórů, tloušťka membrány)

# Principy dialýzy

## **Adsorpce – vychytávání**

- jde o zachycení nebo ulpívání jedné nebo více látek z kapalin na povrch membrány
- na 100% adsorpci je založena **hemoperfúze**
- důkazem adsorpce je snížení krevní koncentrace látek po eliminační proceduře

## **Absorpce – pohlcování**

- vstřebávání jedné látky do druhé (absorbentem může být černé uhlí nebo syntetická pryskyřice)

## **Aferéza – (separace)**

- oddělení jedné nebo více krevních složek, kdy zbývající složky se vrací zpět do krevního oběhu (**plazmaferéza**)

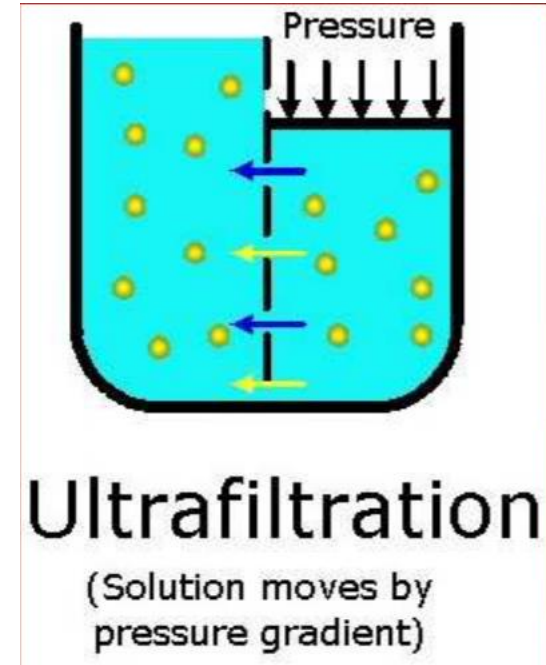
# Hemodialýza

- princip je založen na **difúzi** (přesun rozpuštěné látky z místa o vyšší koncentraci do místa nižší koncentrace)
- difúze probíhá přes semipermeabilní membránu oddělující různě koncentrované oddíly
- **mimotělní oběh** na dialyzačním přístroji, krev protéká sety a dialyzátorem, kde je polopropustná membrána a v protisměru protéká **dialyzační roztok**
- **Membrána**
  - **propustná** pro vodu a nízkomolekulární (nízká hmotnost malá molekula) škodlivé látky (urea, kreatinin, ionty, glukóza, puriny, oxaláty)
  - **nepropustná** pro vysokomolekulární (krvinky, bílkoviny)



# Hemofiltrace

- dochází k odstranění odpadních látek z organismu na **principu konvekce**.
- sterilní fyziologický **substituční roztok** je aplikován do krevního okruhu oběhu.
- **substituční roztok** – složením se podobá krevní plazmě (RL) a slouží jako náhrada objemu odfiltrované tekutiny (průtok 10- 20 l/h)
- metoda se využívá pro **odstranění rozpuštěných látek** (malých a středně velkých molekul) a k **vyrovnání bilance tekutin**.



# Hemodiafitrace

- současné době nejpokročilejší metodu náhrady funkce ledvin.
- princip očišťování krve je kombinací **difuzního** (pohyb molekul přes membránu po koncentračním spádu) a **konvektivního** (proudění a splavování látek vyvolané tlakem) transportu látek přes polopropustnou membránu
- dochází odstranění podstatně většího objemu tekutin s obsaženými nežádoucími látkami. Objem je doplněn substitučním roztokem.

## **Hemoperfúze**

- princip absorpce
- absorbér s absorbentem využívá se zejména u intoxikací.

## **Plazmaferéza**

- princip: aferéza, konvekce
- separátor/plazmafiltr
- substituční roztoky (krystaloidy, koloidy)
- maxi-high-flux (velmi velké póry)

## **Peritoneální dialýza**

- osmóza, tah rozpouštědla

# Typy hemodialýz dle naléhavosti

- Akutní hemodialýza
- Chronická hemodialýza

# Indikace k akutní dialýze

Akutní dialýza se používá u **náhlych stavů**, kde tělo pacienta není samo schopno očistit se od endogenních nebo exogenních toxických látek, objemu tekutiny nebo iontů.

- **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  $\mu$ mol/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.

# Indikace k chronické dialýze

- Chronická hemodialýza se používá u pacientů, kteří se obvykle přes **chronickou insuficienci ledvin** dobrali k renálnímu selhání stavu, kdy ani při dodržení bazálních podmínek není jejich tělo schopno zbavit se přebytečných metabolitů, objemu tekutin a korigovat **vnitřní prostředí** (pH, ionty).
- Indikace k dialýze (u diabetiků dříve)
  - **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

# Kontraindikace hemodialýzy

- Nesouhlas pacienta
- Očekávaný exitus v časovém horizontu několik hodin až dní, není-li pacient indikován k resuscitační léčbě

Kontraindikací není vysoký věk ani maligní onemocnění!

# Eliminační jednotka pro intermitentní hemodialýzu

## Krevní kompartment:

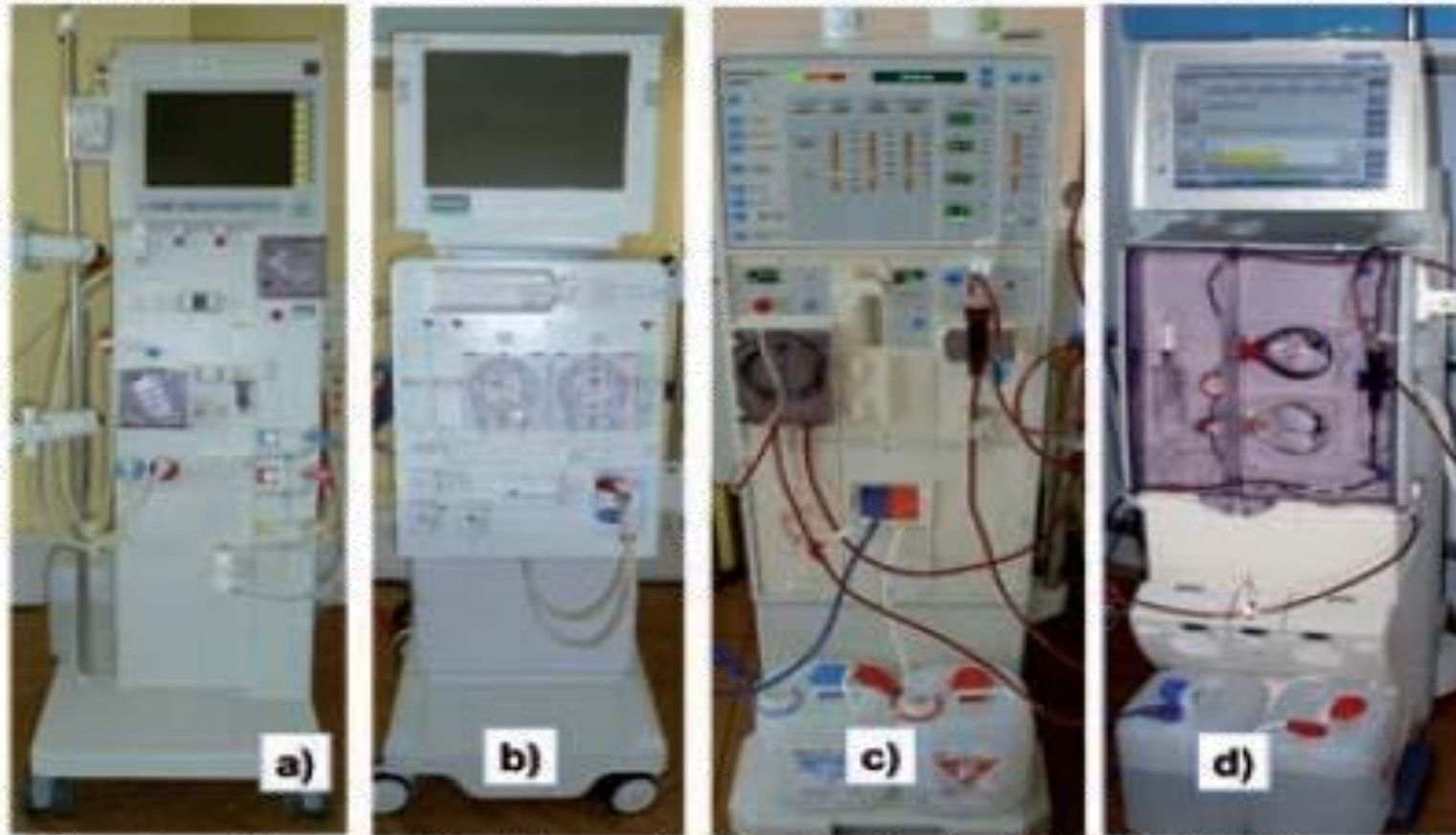
- krevní peristaltická pumpa (200-500 ml/min)
- detektory (únik krve do  $\ominus$ , přítomnost vzduchu v systému)
- tlakové snímače
- dávkovač antikoagulantu

## Kompartiment dialyzačního roztoku

- dialyzační/filtrační pumpa
- substituční pumpa (prediluční, postdiluční) – on-line příprava dialyzačního roztoku z bezsolutové vody a koncentrovaného roztoku, průtok (500 ml/min), monitorování tlaku, přítomnost krve v dialyzačním roztoku při ruptuře dialyzační membrány
- zařízení na ohřev roztoků
- alarmovací systém
- **Zadní část přístroje:** konektory pro vstup vody a připojení dezinfekce

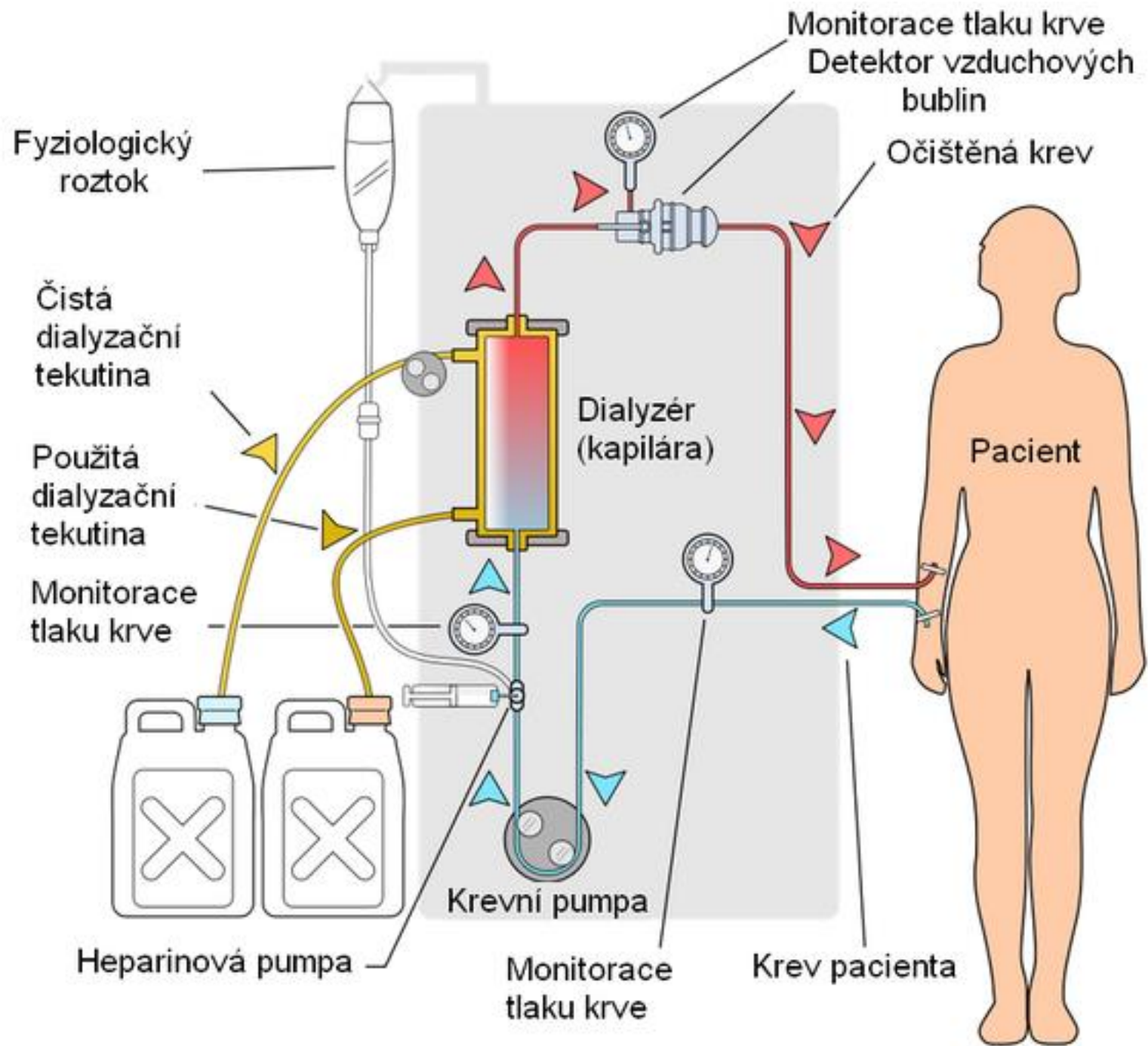


## Současné typy jednopřetáčkových přístrojů



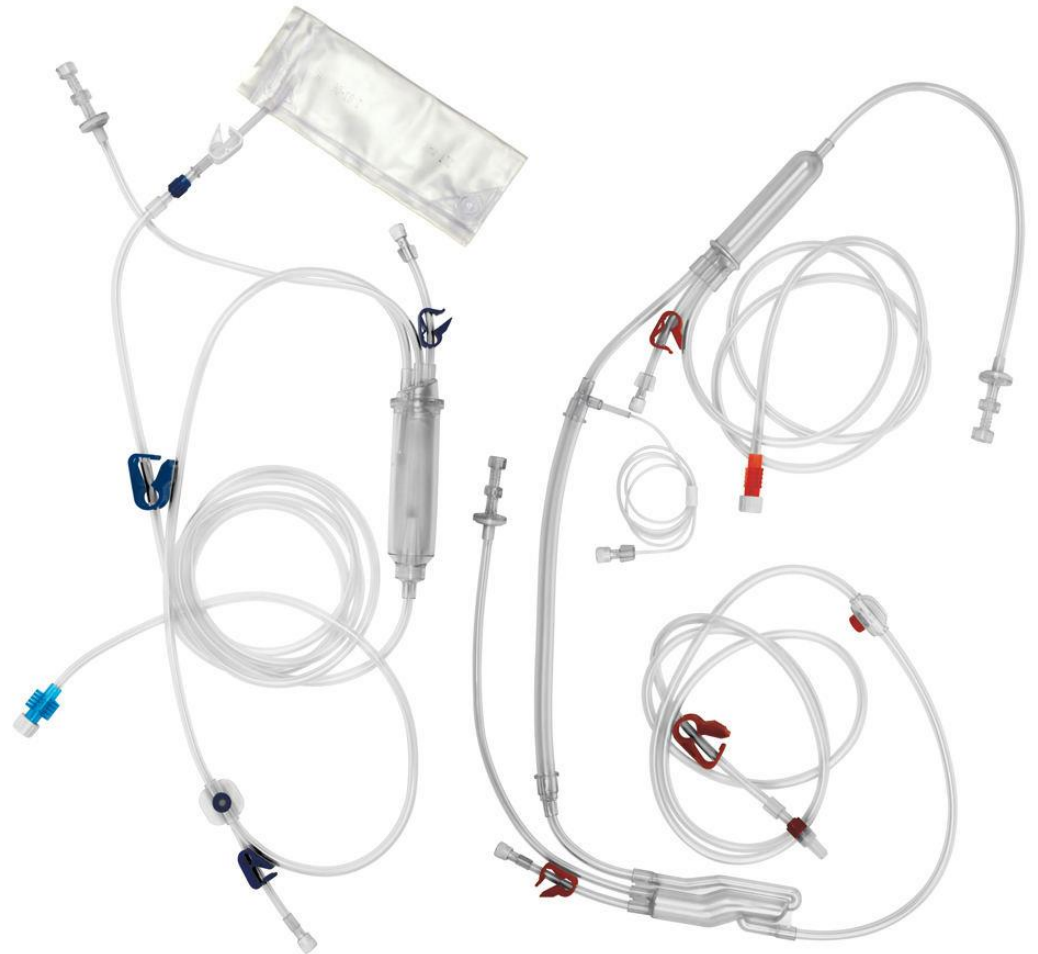
*Obr. 6 Současné typy jednopřetáčkových hemodialyzačních přístrojů, používaných v ČR*

*a – typ Formula fy Bellco b – typ Dialog fy B. Braun c – typ 4008 a d – typ 5008 fy Fresenius*



# Dialyzační/filtrační okruh

- soustava hadic s odvzdušňovacími baňkami a se vstupy k odběrům a aplikaci léčiv



# Dialyzační roztoky

Voda pro dialyzační roztoky musí být velmi čistá, s minimem příměsí cizorodých látek chemické nebo dokonce biologické povahy. Čištění se provádí několika způsoby:

- pomocí aktivního uhlí
- reverzní osmózou
- pomocí iontoměničů (demineralizace)
- destilací
- sterilizace UV zářením

# Dialyzační roztoky

Složení dialyzačního roztoku

- sodík (*natrium*) 135-155 mmol/l
- draslík (*kalium*) 2-4 mmol/l
- vápník (*kalcium*) 1-1,75 mmol/l (ionizovaný)
- hořčík (*magnesium*) – 0,75 mmol/l
- chlor 110 mmol/l
- hydrogenuhličitanový aniont (*bikarbonát*) 32-40 mmol/l
- glukóza *dle potřeby*

Typický dialyzační roztok obsahuje **sodík v koncentraci 140 mmol/l, zdrojem zásad je bikarbonát**.

# Roztoky

- Dialyzační roztok nepřichází do kontaktu s krví, proudí v jejím protisměru: krev proudí v kapilárách shora dolů a dialyzační roztok proudí mezi kapilárami ze spodu nahoru u IHD vzniká v dialyzačním přístroji smícháním upravené vody (změkčení) a firemně vyráběných koncentrátů v poměru 1:34.

## Druhy roztoků

- **zásaditý koncentrát (označený modře) obsahuje bikarbonát**
- **kyselý koncentrát (označený červeně) obsahuje bikarbonát, acetát, elektrolyty, glukózu (liší se v koncentraci draslíku: 0-4 mmol/l)**

## CRRT speciální firemně vyráběné roztoky

- **Substituční roztok**
  - u IHD se míchá v přístroji z dialyzačního roztoku (on line)
  - u CRRT speciální firemně vyráběné roztoky





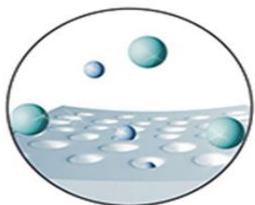
# Eliminátor

- dialyzátor (systém kapilár s low-flux membránou)
- filtr (systém kapilár s high-flux membránou)
- separátor (systém kapilár s maxi-high-flux membránou)
- absorbér (kapsle s absorbentem)

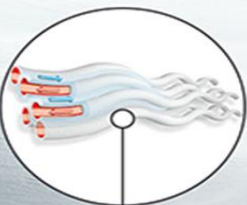
Homogenous blood flow path



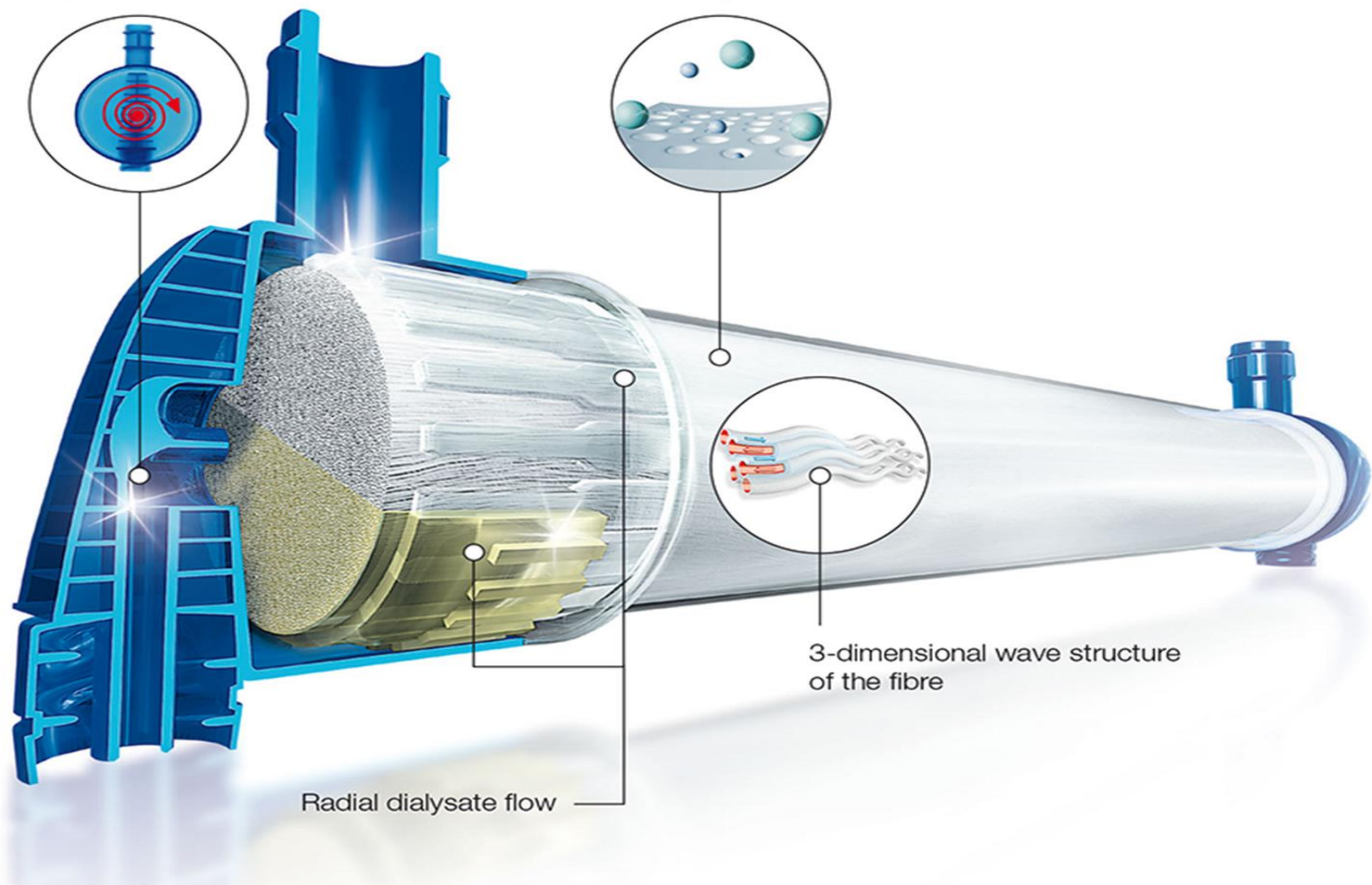
Advanced Helixone<sup>®</sup>plus membrane



3-dimensional wave structure of the fibre



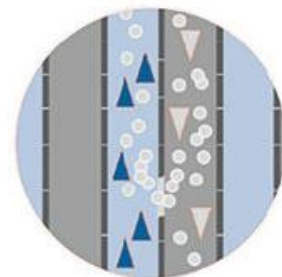
Radial dialysate flow



sterile air



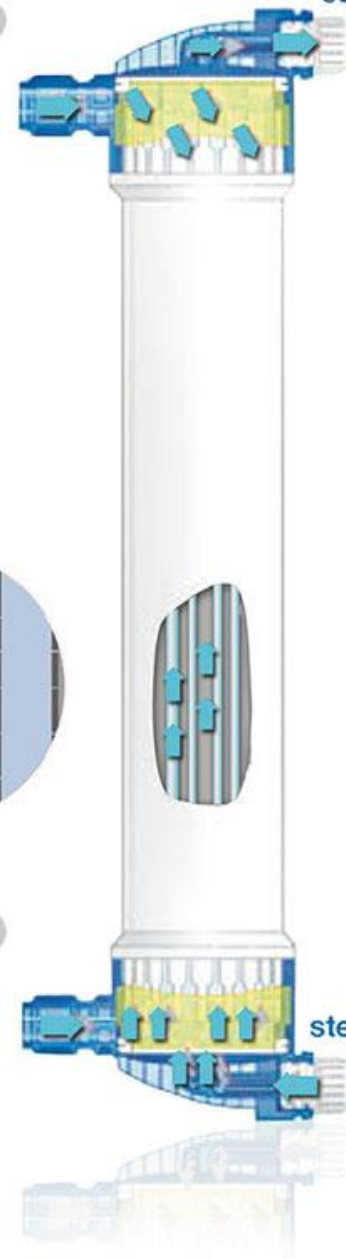
sterile water



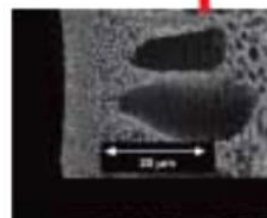
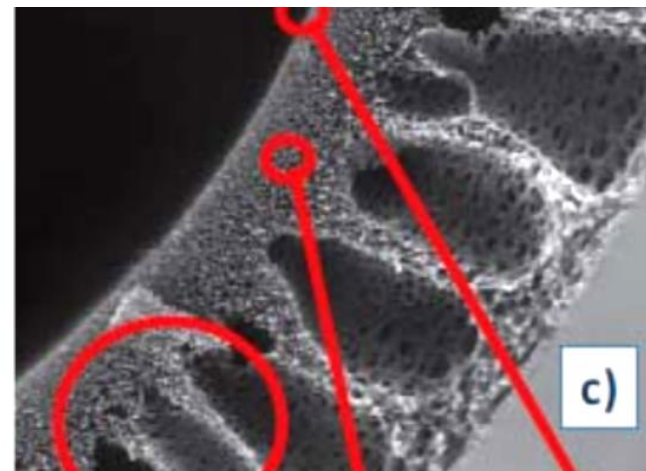
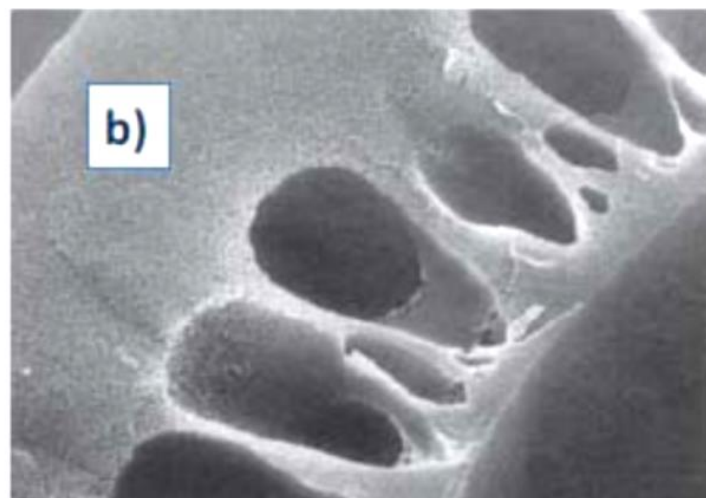
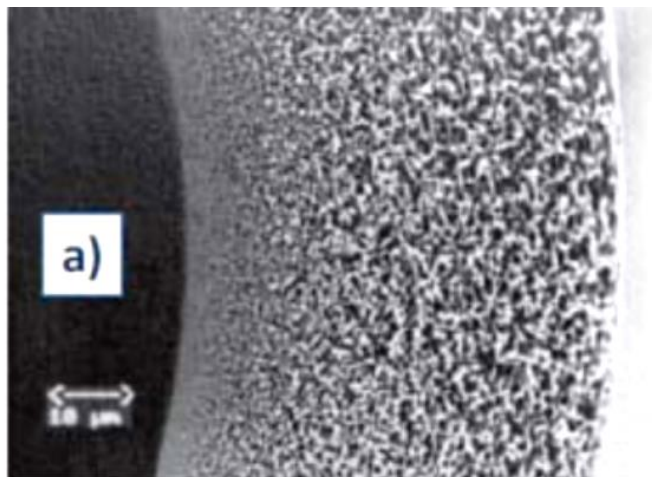
sterile air



sterile water







prstová  
vnější  
vrstva  
(40 μm)



houbovitá  
střední  
vrstva  
(4 μm)



selektivní  
vnitřní  
vrstva  
(0,5 μm)

**Obr. 8 - Odlišná struktura různých syntetických materiálů dialyzačních membrán**

a - relativně homogenní struktura polyakrylonitrilu, b - asymetrická struktura polysulfonu s prstovitou strukturou na vnitřní straně vlákna, c- třívrstvá asymetrická struktura polyamidu s odlišnou porozitou vnitřní povrchové vrstvy, střední houbovitě vrstvy a vnější vrstvy s prstovitou strukturou dutin



Filtry pro kontinuální náhradu funkce ledvin



MUNI  
MED  
Filtry pro CRRT a plazmaferézu





# Příprava přístroje k použití:

- zapojit do sítě náhradního zdroje
- test integrity systému
- správné založení setů za aseptických kautel
- volba správného eliminátoru a roztoků
- proplach setů a dialyzátoru F1/1 (taktéž na konci dialýzy)
- postupovat dle pokynů výrobce.

– <https://www.youtube.com/watch?v=3UakOLABVq8>

Děkuji za pozornost....