

# Tkáňový mok

Intersticiální tekutina neboli **tkáňový mok** je tekutina, která proniká všemi tkáněmi a vyplňuje prostor mezi buňkami. Spolu s plazmou a transcelulární tekutinou se řadí mezi tzv. extracelulární tekutiny. Jelikož stěna vlásečnic umožňuje průchod vody, **vzniká** tkáňový mok **filtrací** krevní plazmy přes stěnu krevních kapilár. Hlavní **funkcí** tkáňového moku je **přenos živin a  $O_2$**  k buňkám a zpětný **transport odpadních látek**.

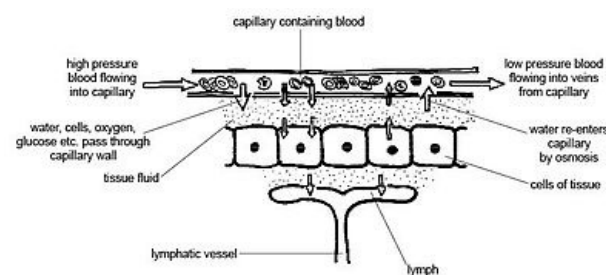
Složení tkáňového moku je téměř shodné se složením krevní plazmy. Je to roztok vody, který obsahuje AMK, cukry, mastné kyseliny, hormony, soli, metabolity buněk a další látky. Největší rozdíl mezi ním a plazmou je v **minimálním obsahu bílkovin**. Pokud se na jednom místě začne hromadit tkáňová tekutina, vzniká **edém**. Lidské tělo obsahuje v průměru asi **11 litrů tkáňového moku**.

## Vznik tkáňového moku

Tvorba tkáňového moku je nepřetržitý děj, který probíhá na úrovni krevních kapilár. Vzniká směsí vody, látek a plynů. Na výměně vody, látek a plynů mezi plazmou a intersticiem se podílejí mechanismy: difuze, filtrace a reabsorpce

### Difuze

Hlavní roli ve výměně dýchacích plynů (**kyslíku a oxidu uhličitého**), **vody** a ostatních látek hraje difuze. Probíhá po celé délce kapiláry v obou směrech podle **koncentračních gradientů** jednotlivých látek. Díky difuzi je zajištěno promíchání intravaskulární a intersticiální tekutiny. Tímto mechanismem se přesune přes endoteliální bariéru kapilár asi  $50 \times^{[1]}$  větší objem látek než mechanismem druhým. Pro čistý výsledný pohyb tekutiny je ale rozhodující právě filtrace a reabsorpce.



Tvorba tkáňového moku

### Filtrace a reabsorpce

Každá vlásečnice má tepenný a žilní konec, které se liší zejména tlakovými poměry.

- **Tepenný konec** – krevní tlak převyšuje onkotický, a tudíž dochází k **filtraci** krve přes stěny vlásečnic za vzniku asi 20 l moku/24 h<sup>[1]</sup>.
- **Žilní konec** – onkotický tlak převyšuje tlak krevní, a tudíž dochází ke **reabsorbci** asi 18 l moku/24 h<sup>[1]</sup> zpět do krve

**Dva litry moku**, které nám vzniknou průchodem přes tepenný a žilní konec vlásečnice, tvoří základ **mízní** (lymfatické) tekutiny.

Za normálních podmínek mezi filtrací a reabsorpcí existuje **dynamická rovnováha**. Tekutina, která vystoupí na tepenném konci, se na žilním konci zpět reabsorbuje, případně je odvedena lymfatickými cévami.

Na **arteriolárním** konci kapilár je krevní tlak **30-35 mmHg<sup>[1]</sup>** (4,0–4,7 kPa). Tento tlak působí jako hlavní hnací síla filtrace oproti zanedbatelnému tlaku intersticiální tekutiny. Onkotický tlak v plazmě (25 mmHg<sup>[1]</sup>, tzn. 3,3 kPa) se snaží udržet tekutiny v jednotlivých kapilárách. Na začátku kapilár převažuje tedy **filtrace** a tvoří se zde **tkáňový mok**.

Na **venózním** konci kapilár je pokles krevního tlaku na **15-20 mmHg<sup>[1]</sup>** (2,0–2,66 kPa). Ostatní hodnoty se zde téměř nemění a převažuje zde **reabsorpce**. Tkáňový mok se vstřebává zpět do krve spolu s metabolity, které se tak odstraňují z tkání.

Výsledný **filtrační tlak převyšuje reabsorpční tlak**, tudíž mírně převažuje filtrace nad reabsorpcí.

## Starlingovy síly

Pohyb tekutiny přes kapilární stěnu je zajišťován čtyřmi silami, které se podle svého objevitele nazývají **Starlingovy síly**. Filtrace a reabsorpce jsou určovány především poměrem mezi hydrostatickým tlakem v kapilárách a onkotickým tlakem plazmatických bílkovin. Tlak intersticiální tekutiny a onkotický tlak v této tekutině se také podílí na filtraci a reabsorpci, jen menším poměrem. Úlohu Starlingových sil v pohybu tekutiny vyjadřujeme vztahem:

$$V = K * (P_k - P_i + \Pi_i - \Pi_k)$$

V tomto vztahu jednotlivá písmena značí:

- **V** – objem tekutiny, která se přesune přes kapilární stěnu;
- **K** – konstanta určená propustností kapilární stěny;

- $P_k$  – hydrostatický tlak v kapiláře;
- $P_i$  – hydrostatický tlak intersticiální tekutiny;
- $\Pi_i$  – onkotický tlak intersticiální tekutiny;
- $\Pi_k$  – onkotický tlak plazmy.

Je-li hodnota  $V$  **kladná**, jedná se o **filtraci**. Pokud bude hodnota " $V$ " v **záporných** hodnotách, půjde o **reabsorpci**.

### Hydrostatický tlak v kapilárách

Hydrostatický tlak v kapilárách je totožný s krevním tlakem. Tento tlak není konstantní – jeho hodnota závisí na tlaku v cévách a na poměru odporů rezistenčních cév. Hydrostatický tlak v kapilárách se **zvyšuje**, pokud stoupne arteriální i venózní tlak, nebo pokud stoupne postkapilární odpor. Hydrostatický tlak v kapilárách **klesá**, pokud stoupne prekapilární odpor.

### Hydrostatický tlak intersticiální tekutiny

Hydrostatický tlak intersticiální tekutiny představuje tlak v okolí kapiláry a **brání filtraci**. Za normálních podmínek je tento tlak nulový, ale velký význam má mezi Starlingovými silami při patologických stavech (např. u edémů).

### Onkotický tlak plazmatických bílkovin

Stejně jako hydrostatický tlak intersticiální tekutiny, tak i onkotický tlak plazmatických bílkovin **brání filtraci**. U člověka představuje podíl osmotického tlaku bílkovin jen drobnou část osmotického tlaku v plazmě. Osmotický tlak bílkovin představuje 25 mmHg, kdežto osmotický tlak v plazmě 240x více (6 000 mmHg)<sup>[1]</sup>. Tento tlak je zejména důležitý pro výměnu tekutin mezi kapilárou a intersticiem. Kapilární stěna proteiny prakticky nepropouští, zatímco elektrolyty zodpovědné za osmotický tlak procházejí kapilárou úplně volně.

### Onkotický tlak intersticia

Onkotický tlak intersticia je určován těmi **bílkovinami**, které projdou přes stěnu kapiláry během filtrace tkáňového moku. Hodnota tohoto tlaku je zanedbatelná, jelikož množství bílkovin, především albuminů, je velmi malé (zpravidla to bývá méně než 1 mmHg<sup>[1]</sup>).

## Mechanismus výměny tkáňového moku

V tepenné části kapiláry prostoupí krevní tekutina z krve do tkáně působením hydrodynamického tlaku. V žilní části tento tlak začíná klesat, až dosáhne hodnoty 0. Zároveň stoupá tlak osmotický a tím je tekutina nasávána zpět. Ve tkáni zůstává jen malý zbytek tekutiny, který je odváděn **lymfatickými cévami**.

## Odkazy

### Související články

- Extracelulární tekutina
- Lymfatická soustava
- Krevní plazma
- Resistenční cévy

### Použitá literatura

- KITTNAR, Otomar, et al. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. ISBN 978-80-247-3068-4.
- TROJAN, Stanislav, et al. *Lékařská fyziologie*. 4. vydání. Praha : Grada, 2003. 772 s. ISBN 80-247-0512-5.
- VOKURKA, Martin a Jan HUGO, et al. *Velký lékařský slovník*. 9. vydání. Praha : Maxdorf, 2009. 1159 s. ISBN 978-80-7345-202-5.

### Reference

1. KITTNAR, Otomar a ET AL.. *Lékařská fyziologie*. 1. vydání. Praha : Grada, 2011. 790 s. s. 230. ISBN 978-80-247-3068-4.