

Glomerulární bariéra

Tvorba moči začíná filtrací velkého množství tekutiny přes glomerulární kapiláry do Bowmanova pouzdra. Jako většina kapilár, glomerulární kapiláry jsou prakticky neprostupné pro proteiny, takže filtrovaná tekutina (glomerulární filtrát, primární moč) neobsahuje proteiny a je zbavená buněčných elementů včetně červených krvinek.

Koncentrace dalších složek primární moči, včetně většiny solí a organických molekul, je podobná koncentraci těchto látek v krevní plazmě. Výjimkou jsou některé látky s nízkou molekulární hmotností, jako je vápník a mastné kyseliny, které jsou částečně vázány k plazmatickým proteinům (skoro polovina plazmatického vápníku a většina plazmatických mastných kyselin) a nejsou filtrovány skrz glomerulární kapiláry.

Glomerulární filtrace

Na glomerulární filtraci má vliv:

1. Rovnováha hydrostatických a koloidních osmotických sil,
2. Kapilární filtrační koeficient (K_f) – výsledek prostupnosti a filtračního povrchu oblasti kapilár.

Glomerulární kapiláry mají daleko větší stupeň filtrace než většina ostatních kapilár díky vysokému glomerulárnímu hydrostatickému tlaku a vysoké hodnotě K_f . V průměru u dospělého člověka je velikost glomerulární filtrace přibližně 125 ml/min nebo 180 l/den.

Podíl toku plasmy, který je v ledvinách, je průměrně 0.2, tudíž zhruba 20 % plasmy je filtrováno přes glomerulární kapiláry.

Membrána glomerulárních kapilár

Membrána glomerulárních kapilár je podobná ostatním kapilám, ale zde jsou tři hlavní vrstvy:

1. endotel kapiláry
2. bazální membrána
3. vrstva epitelálních buněk (podocytů) obklopující vnější povrch bazální membrány kapiláry.

Takto tvoří **filtrační bariéru**, která navzdory svým 3 vrstvám filtruje několik set krát víc vody a rozpuštěných látek než normální kapilární membrána. I s tímto vysokým stupněm filtrace membrána normálně zabraňuje filtraci plazmatických proteinů.

Stupeň filtrace

Vysoký stupeň filtrace skrz membránu je možný díky jejím speciálním vlastnostem.

Kapilární endotel má **póry**. I když jsou poměrně velké, endoteliální buňky mají stálý negativní náboj, který brání prostupu plazmatických proteinů.

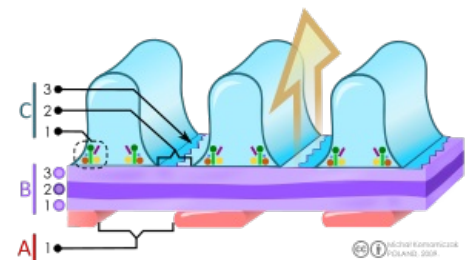
Okolo endotelu je **bazální membrána**, která obsahuje síť kolagenních vláken a proteoglykanů s velkými mezerami, mezi kterými se může filtrovat velké množství vody a malých rozpuštěných látek. Bazální membrána také brání filtraci plazmatických proteinů, díky silnému negativnímu náboji na proteoglykanech.

Poslední částí glomerulární membrány je vrstva epitelových buněk, které lemují vnější povrch glomerulu. Buňky tvoří souvislou vrstvu, ale mají dlouhé prstovité výběžky (**podocyty**) které obkružují vnější povrch kapilár. Prstovité výběžky jsou oddělené štěrbinovitými póry, skrz které se pohybuje glomerulární filtrát. Podocyty mají také záporný náboj, čímž zamezují další filtraci plazmatických proteinů.

Selektivita membrány

Membrána glomerulárních kapilár je silnější než u většiny ostatních kapilár, ale má mnohem více pórů, a proto filtruje více tekutiny. Navzdory vysokému stupni filtrace je filtrační bariéra selektivní; při rozhodování o tom, které molekuly se budou filtrovat, je určující vlastností jejich velikost a elektrický náboj.

Vliv molekulární hmotnosti různých molekul.



Filtrační bariéra

A. Endotelové buňky glomerulárních kapilár: 1. fenestrace

B. Glomerulární bazální membrána: 1. lamina rara interna, 2. lamina densa, 3. lamina rara externa

C. Podocyty: 1. enzymatické a strukturální proteiny, 2. filtrační štěrbinu, 3. filtrační membrána

| Látka | Molekulová hmotnost | Propustnost |
|-----------|---------------------|-------------|
| Voda | 18 | 1.0 |
| Sodík | 23 | 1.0 |
| Glukóza | 180 | 1.0 |
| Inulin | 5 500 | 1.0 |
| Myoglobin | 17 000 | 0.75 |
| Albumin | 69 000 | 0.005 |

Propustnost s hodnotou 1.0 znamená, že látka je filtrována volně jako voda; propustnost s hodnotou 0.75 znamená, že rychlost filtrace je ze 75 % rychlosti filtrace vody. Elektrolyty (jako je sodík) a malé organické sloučeniny (jako je glukóza) jsou volně propustné. Jak se molekulová hmotnost přibližuje k hmotnosti albuminu, propustnost skrz membránu rychle klesá a blíží se nule.

Negativně nabité velké molekuly se filtrují hůře než pozitivně nabité molekuly o stejné hmotnosti.

Průměr molekuly plazmatického proteinu albuminu je přibližně 6 nm, velikost pórů v glomerulární membráně je přibližně 8 nm. Nicméně albumin neprochází membránou díky svému negativnímu náboji a elektrostatickému odporu negativně nabitých proteoglykanů ve stěně glomerulární kapiláry.

Onemocnění

Při určitých onemocněních ledvin se ztratí negativní náboj bazální membrány (i když nenastane žádná histologická změna ve struktuře ledviny). Tento stav je znám jako syndrom minimálních změn (minimal change nephropathy). Důsledek této ztráty negativního náboje bazální membrány je možnost prostupu některých proteinů s nízkou molekulární hmotností, převážně albuminu, a objeví se v moči (proteinurie nebo albuminurie).

Odkazy

Související články

- Glomerulární filtrace
- Vyšetření glomerulární filtrace
- Ledviny

Použitá literatura

- HALL, John E. a Arthur C. GUYTON. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 12th ed. vydání. Saunders/Elsevier : Philadelphia, Pa., c2011. ISBN 9781416045748.