

# FUROSEMID A ŠPORT

## ČO JE FUROSEMID A NA ČO SA POUŽÍVA ?

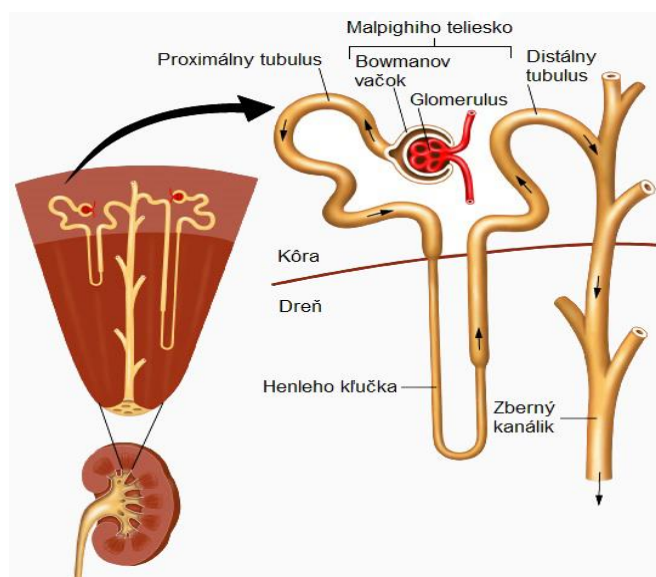
Furosemid patrí do farmakoterapeutickej skupiny diuretík, ktoré sú ako liečivá používané na zvýšenie vylučovania moču, pre úpravu objemu a zloženia telesných tekutín alebo na odstránenie nadbytku tekutín z tkanív. V klinickej terapii sa indikujú na liečbu rôznych chorôb a syndrémov vrátane hypertenzie, srdcového zlyhania, cirhózy pečene, zlyhania obličiek ako aj na všeobecné zníženie nepriaznivých účinkov zadržiavania solí a vody.

## DIURETIKÁ AKO ZAKÁZANÉ LÁTKY

Diuretiká boli prvýkrát zakázané v športe (počas aj mimo súťaže) ešte v roku 1988 pre ich možné zneužitie športovcami z dvoch hlavných dôvodov. Prvým dôvodom je ich **silná schopnosť odstraňovať z tela vodu, čo môže spôsobiť rýchly úbytok hmotnosti**, ktorý je potrebný na splnenie hmotnostných limitov do kategórií telesnej váhy v určitých športoch (napr. zápasenie, vzpieranie, box). Druhým dôvodom zneužitia diuretík je **maskovanie užívania iných dopingových látok znížením ich koncentrácie v moči** (pre celkové zvýšenie objemu moču). Účinok diuretík na riedenie moču ich umožňuje klasifikovať aj ako maskovacie činidlá. Niektoré diuretiká spôsobujú maskovací účinok i zmenou pH moču inhibíciou pasívneho vylučovania kyslých alebo zásaditých liečiv/zakázaných látok močom.

## ROZDELENIE DIURETIK

Existuje niekoľko hlavných kategórií diuretík, ktorých zlúčeniny sa líšia v chemickej štruktúre, fyzikálno-chemických vlastnostiach, účinkoch na zloženie moču, hemodynamike obličiek alebo miestom a mechanizmom účinku.



Základná makro/mikro-anatómia obličky a časti nefrónu.

Na základe miesta účinku jednotlivých diuretik v nefróne ich možno rozdeliť na:

- **distálne diuretiká** – distálny tubulus (hydrochlorotiazid, chlórталidón)
- **kľučkové diuretiká** – Henleho kľučka (furosemid, bumetanid)
- **kálium šetriace diuretiká** – distálny tubulus a zberné kanáliky (spironolaktón, amilorid)
- **antagonisty vazopresínu** – zberné kanáliky (tolvaptán)
- **osmotické diuretiká** – oblasti nefrónu priepustné pre vodu (manitol)
- **inhibítory karboanhydrázy** – proximálny tubulus (acetazolamid, dorzolamid)

## MECHANIZMUS ÚČINKU FUROSEMIDU

Za najúčinnnejšie diuretiká sa pre porušovanie protiprúdového koncentračného mechanizmu v Henleho kľučke považujú kľučkové diuretiká, kam patrí aj furosemid. Furosemid pôsobí vo vzostunom ramienku Henleho kľučky, kde **inhibuje transport NaCl z tubulu do interstícia blokadou prenášača symportu  $\text{Na}^+/\text{K}^+/2\text{Cl}^-$** . Exkrečná frakcia sodíka môže dosiahnuť až 35 % sodíka filtrovaného glomerulom a v dôsledku jeho zvýšeného vylučovania, ktoré sekundárne sprevádza osmoticky viazaná voda, sa zvýši vylučovanie moču aj exkrécia  $\text{K}^+$  v distálnom tubule. Zvýšené je i vylučovanie  $\text{Ca}^{2+}$  a  $\text{Mg}^{2+}$  iónov. Okrem strát vyššie uvedených elektrolytov sa môže znížiť vylučovanie kyseliny močovej a vzniknúť poruchy acidobázickej rovnováhy smerom k alkalóze. Furosemid má okrem diuretického účinku i priame vazodilatačné účinky.

## FARMAKOKINETIKA

Po infúznom podaní furosemidu nastáva maximálny účinok do 30 min. a po perorálnom podaní do 1-2 hod., ktorý následne pretrváva 6-8 hodín. Z farmakokinetického hľadiska sa po perorálnom podaní absorbuje z gastrointestinálneho traktu (GIT), má vysokú väzbu na bielkoviny plazmy a vylučuje sa prevažne v nezmenenej forme hlavne močom.



Injekčný roztok a tablety furosemidu.

## NEŽIADUCE ÚČINKY, INDIKÁCIE A KONTRAINDIKÁCIE

K nežiaducim účinkom furosemidu patrí hypokaliémia ako následok zvýšenej exkrécie  $K^+$ , ktorá sa prejavuje symptomatológiou neuromuskulárnou (**svalová slabosť, parestézie**), intestinálnou (**vracanie, zápcha**), renálnou (**polyúria**) a kardiálnou (**poruchy tvorby a vedenia vzruchu myokardom**). Podávanie furosemidu je kontraindikované pri ťažkej hyponatriémii (nízka hladina  $Na^+$  v krvi), hypokaliémii (nízka hladina  $K^+$  v krvi), hypovolémii (zníženie celkového množstva krvi) alebo dehydratácii. Indikovaný je pri arteriálnej hypertenzii, na redukcii edémov pri chronickom srdcovom zlyhaní, pľúcnom edéme, chronickej renálnej insuficiencii alebo pri pečenej cirhóze s ascitom.

## ZNEUŽÍVANIE DIURETIK

Všeobecne môžu športovci užívať diuretiká v jednej dávke niekoľko hodín pred súťažou (**rýchla redukcia hmotnosti alebo na maskovacie účely**), prípadne ich zneužívať chronicky celé mesiace (napr. gymnastky). Ak vzorky moču nie sú odobrané do 24–48 hodín po poslednom podaní furosemidu, pre jeho krátky eliminačný polčas sa tak stane nedetegovateľný.

## ŠTATISTIKA DOPINGU

V roku 2018 bol furosemid **detegovaný v 172 vzorkách športovcov, čo predstavuje 29 % všetkých nepriaznivých analytických nálezov v rámci skupiny diuretik a iných maskovacích látok.**

S.5 Diuretics and Other Masking Agents	Occurrences	% within drug class
furosemide	172	29%
hydrochlorothiazide	127	22%
canrenone	60	10%
chlorothiazide	36	6%
dorzolamide	29	5%
spironolactone	26	4%
triamterene	26	4%
acetazolamide	17	3%
probenecid	16	3%
torasemide	14	2%
indapamide	14	2%
4-amino-6-chloro-1,3-benzenedisulfonamide (ACB)	12	2%
chlortalidone	12	2%
amiloride	10	2%
brinzolamide	8	1%
althiazide	6	1%
hydroxyethyl starch	1	0.2%
eplerenone	1	0.2%
bumetanide	1	0.2%
bendroflumethiazide	1	0.2%
<b>TOTAL*</b>	<b>589</b>	

Nepriaznivé analytické nálezy v skupine diuretik a iných maskovacích látok za rok 2018.