

Metabolismus vody a ledviny

70-letá žena nalezena po třech dnech v bezvědomí

- 70-letá žena byla přijata na oddělení terminální péče po masivním krvácení do mozku. Dcera ji našla ležet v jejím domku, když tři dny nezvedala telefony. V domku bylo teplo, takže paní neprochladla.
- Fyzikální vyšetření: Pacientka je v bezvědomí, dehydratovaná. Má Kussmaulovo dýchání.
- Elektrolyty v plazmě a moči:

70-letá žena

Plazma		Norma
Na	137 mmol/l	135-145 mmol/l
K	8.7 mmol/l	3.6-5.0 mmol/l
Cl	103 mmol/l	98-106 mmol/l
HCO ₃ ⁻	8 mmol/l	22-32 mmol/l
urea	78.9 mmol/l	3.0-7,5 mmol/l
kreatinin	650 umol/l	50-140 umol/l
Moč		
Na	69 mmol/l	< 40mmol/l
urea	150 mmol/l	13,75 -24,2 mmol/l

70-letá žena

- Proč byla pacientka dehydratovaná?
- Jakou byste u ní předpokládali diurézu a proč?
- Popište metabolismus sodíku.
- Jak se mění metabolismus vody ve vyšším věku?

Metabolismus vody

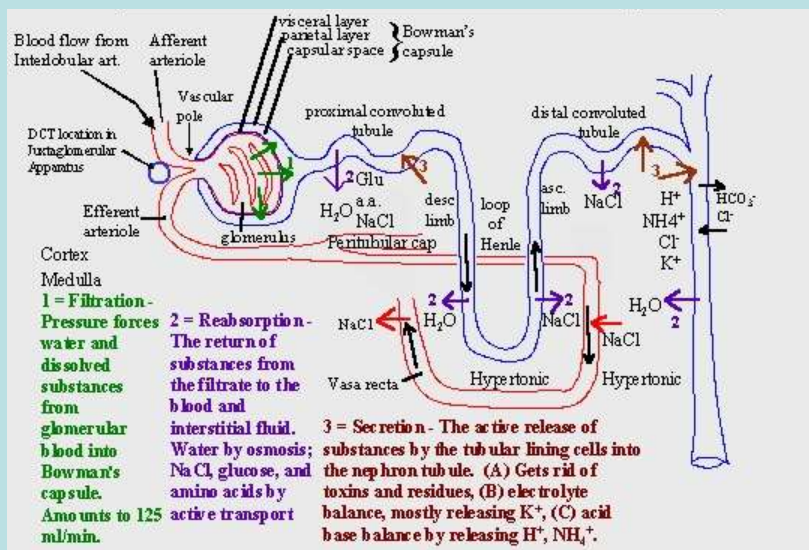
- Celková tělesná voda
- Kompartmenty vody
- Metabolismus vody
- Řízení metabolismu vody

Funkce ledvin

- Homeostatické
 - Metabolismus vody a iontů
 - Udržování krevního tlaku
 - Vylučování zplodin metabolismu, toxických látek a léků
 - Udržování acidobazické rovnováhy

- Endokrinní
 - (Renin)
 - Erythropoetin, Trombopoetin
 - Kalcitriol
 - Degradace PTH a inzulinu
- Metabolické
 - Glukoneogeneze

Funkční jednotka - nefron



77 letá žena na běžné prohlídce

MM je 77 letá žena, která byla do nemocnice poslána svým rodinným lékařem. Při běžné prohlídce zjistil, že má zvýšený kreatinin v plazmě a obával se, aby nešlo o ledvinné selhání. Paní totiž bere kvůli bolestem při artritidě 2400 mg ibuprofenu denně. Kromě artritidy má M.M. v anamnéze také hypertenzi, kvůli které bere diuretikum furosemid a ACE inhibitory.

Fyzikální vyšetření: lehký pitting edém kolem kotníků, jinak přiměřeně věku.

Na^+	142	135-145mmol/l
K^+	4,1	3.6-5.0 mmol/l
Cl^-	101	98-106
bikarbonáty	16	22-32 mmol/l
urea	24.3	3 - 8 mmol/l
kreatinin	282	45 - 90 μ mol/l
Specif. hmotnost moči	Lehce zvýšená	1001 -1031 kg/m^3

1. Proč se lékař obával o její ledviny?
2. Proč má pacientka pravděpodobně zvýšenou močovinu a kreatinin?
3. Dalo by se vyšetřením moči zjistit, jestli je pacientka dehydratovaná nebo jí selhávají ledviny?

Poruchy funkce glomerulu

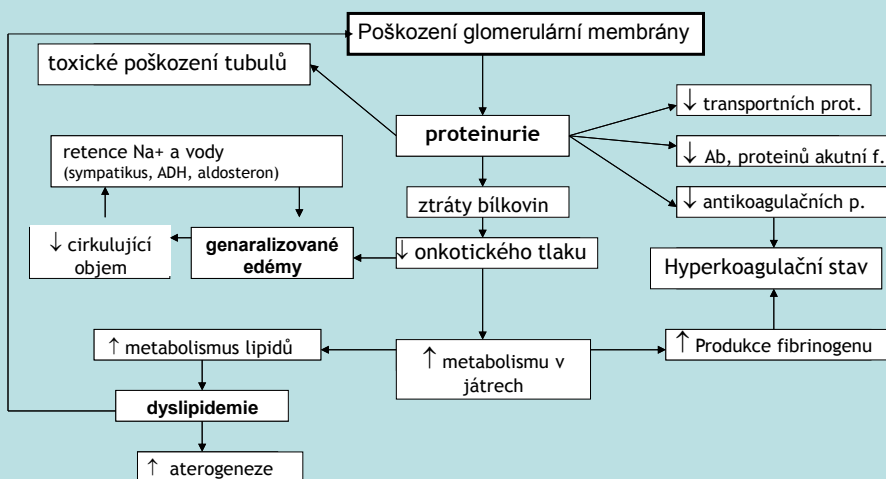
• Nefritický syndrom

- Vzniká jako důsledek zánětu - (edém, celularizace, lokální defekty membrány)
- Proteinurie, hematurie, hypertenze (edém)

- Hereditární glomerulonefritida: Alportův sy
- Získaná: akutní, chronická

• Nefrotický syndrom

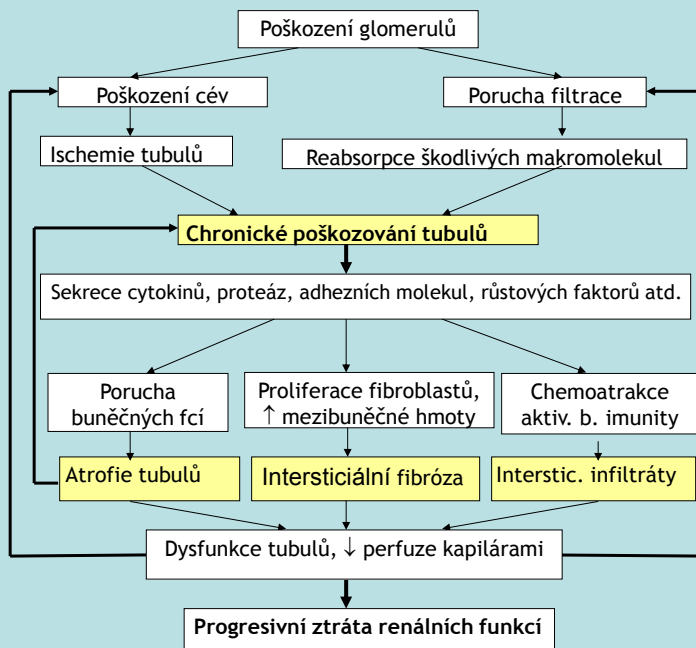
Nefrotický syndrom (proteinurie >3,5 g/den)



Tubulointersticiální onemocnění

- Vrozené
 - Renální diabetes insipidus
 - Renální diabetes mellitus
 - Fosfátový diabetes
 - Aminoacidurie (cystinurie, Hartnupova choroba)
 - RTA I. – VI.
 - Fanconiho syndrom
 - Polycystické ledviny

- Získané
 - Renální diabetes insipidus
 - Chronické tubulointersticiální onemocnění (poruchy)



Tubulointersticiální onemocnění

- Vrozené
 - Renální diabetes insipidus
 - Renální diabetes mellitus
 - Fosfátový diabetes
 - Aminoacidurie (cystinurie, Hartnupova choroba)
 - RTA I. - VI.
 - Fanconiho syndrom
 - Polycystické ledviny
- Získané
 - Renální diabetes insipidus
 - Chronické tubulointersticiální onemocnění (poruchy)
 - Akutní tubulární poškození (Fanconiho sy)
 - Akutní tubulární ischemie

Důsledky poruchy homeostatických funkcí ledvin:

- Před ledvinami
 - Δ TK, edém
 - hyperkalémie, hyperfosfatémie, (hypokalcémie)
 - urémie, kreatininémie; urikémie
 - metabolická acidóza
- V moči
 - Δ specifické hmotnosti moči a objemu
 - Patologická příměs: proteiny, cukr, krev, hnis, krystaly, válce

Zpět k 70leté pacientce

Plazma		Norma
Na ⁺	137 mmol/l	135-145 mmol/l
K ⁺	8.7 mmol/l	3.6-5.0 mmol/l
Cl ⁻	103 mmol/l	98-106 mmol/l
bikarbonáty	8 mmol/l	22-32 mmol/l
urea	78.9 mmol/l	3.0-7,5 mmol/l
kreatinin	650 umol/l	50-140 umol/l
Moč		
Na ⁺	69 mmol/l	< 40mmol/l
urea	150 mmol/l	13,75 - 24,2 mmol/l

- Proč má pacientka Kussmaulovo dýchání?
- Proč má pacientka vysokou kalémii?

29 letý muž s manio-depresivní poruchou

29 letý muž přichází s ortostatickou hypotenzí a při vyšetření se zjistilo progresivní renální selhání. V anamnéze má maniodepresivní psychózu, pro kterou byl 7 let léčen lithiem. Během minulého roku si pacient stěžoval na polyurii, polydipsii a byly u něj zjištěny známky lehkého poškození ledvin. Sérový kreatinin se celý rok udržoval na hodnotě 165 umol/l.

V rodinné anamnéze se ledvinové choroby nevyskytovaly.

Fyzikální vyšetření: pacient je orientovaný, afebrilní, srdeční frekvence 100 tepů za minutu, krevní tlak 120/90.

Specifická hmotnost moči	1.007	1001 -1031 kg/m ³
urea	17,85	3 - 8 mmol/l
sérový kreatinin	353,6	70-120 umol/l
Sodík v séru	158	135-145 mmol/l

Důležité negativní nálezy:

sedimentace v normě, sérový komplement v normě
 antinukleární protilátky negativní
 kontrastní vyšetření ledvin a ultrazvuk negativní

Otázky:

- Které z nálezů jsou nejdůležitější? Proč?
- Co je v této chvíli pacientovým největším problémem?
- Má pacient prerenální azotémii?
- Proč jsou důležité negativní nálezy?

Selhání ledvin

Akutní renální selhání

„náhlá ztráta schopnosti ledvin odstraňovat z těla odpadní produkty a koncentrovat moč bez ztrát iontů“

Typy: prerenální Kompenzatorní změna funkce
= Prerenální azotémie

intrarenální }
postrenální } Selhání ledvin způsobené
poškozením funkce tubulů

Akutní renální selhání - diferenciální diagnóza				
	Prerenální	Intrarenální	Postrenální	Mechanismus
Anamnéza	↓ cirkulující objem, akutní selhání srdce, ACEI/NSAID	ischemie ledvin nefrotoxiny vaskulitidy	ledvinné kameny nádor, hyperplazie prostaty	
Fyzikální vyšetření	Hypotenze	Hypovolémie, Eurolémie nebo hypervolémie	Naplněný močový měchýř, hyperplazie prostaty	
Poměr urea : kreatinin v séru	Větší retence urey než kreatininu	Retence urey i kreatininu stejná	Retence urey i kreatininu stejná	
Na ⁺ v moči	< 20 mmol/l	> 40 mmo/l	> 40 mmo/l	
Kreatinin v moči : kreatinin v séru	40 : 1	20 : 1	20 : 1	
Osmolarita moči : osmolarita plazmy	> 1,5 : 1	< 1,3 : 1	< 1,3 : 1	
Frakční exkrece sodíku	< 1%	> 1 -2 %	> 1 -2 %	

Zpět k 70leté pacientce

Plazma		Norma
Na ⁺	137 mmol/l	135-145 mmol/l
K ⁺	8.7 mmol/l	3.6-5.0 mmol/l
Cl ⁻	103 mmol/l	98-106 mmol/l
bikarbonáty	8 mmol/l	22-32 mmol/l
urea	78.9 mmol/l	3.0-7,5 mmol/l
kreatinin	650 umol/l	50-140 umol/l
Moč		
Na ⁺	69 mmol/l	< 40mmol/l
urea	150 mmol/l	13,75 - 24,2 mmol/l

- Jaký typ akutního renálního selhání pacientka má?
Vysvětlete.

Stádia akutního renálního selhání

- Oligouricko-anurické
 - Snížený výdej vody, nadbytek zplodin metabolismu, porucha metabolismus iontů
 - ↑ TK, otoky, ↑ urea, hyperkalémie, metabolická acidóza

Urémie (uremický syndrom):

- ↑ urea, kreatinin, kyselina močová, ↑ K⁺, acidóza
- GIT: nauzea, zvracení, anorexie, krvavý průjem
 - hemoragická diatéza: zvýšená krvácivost (destičky)
 - příznaky z poruch CNS a PNS
 - kardiovaskulární příznaky

Chronické renální selhání (CRF)

„pomalá ztráta funkcí ledvin způsobená chronickým úbytkem nefronů“

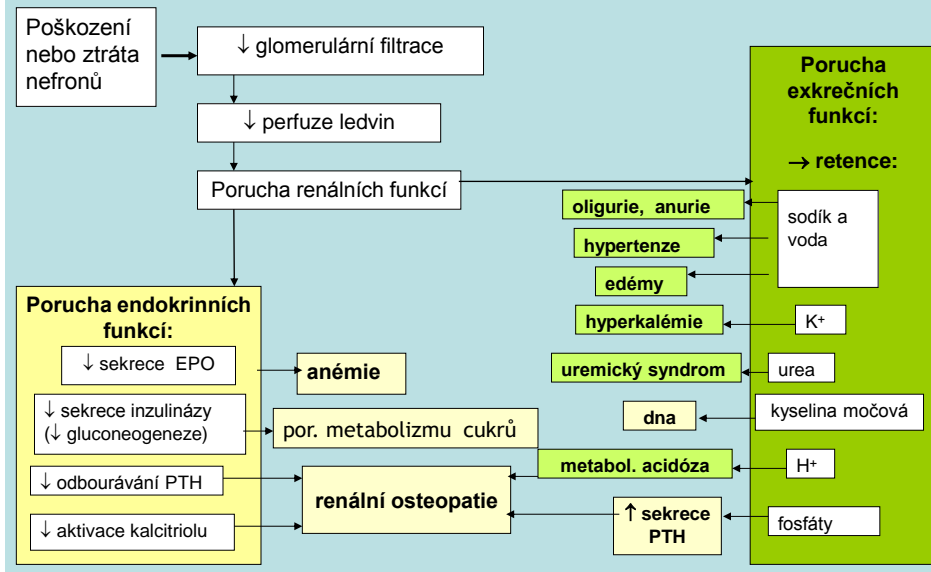
Příčiny: všechna chronická onemocnění poškozující ledviny

(hypertenze, diabetes, infekce ledvin, vaskulitidy, tubulointersticiální onemocnění, glomerulonefritidy, polycystické ledviny, amyloidóza)

Stádia chronického ledvinného selhávání

- Stádium poškození
GF 25 – 50 ml/min
 - Polyurie, nykturie, izostenurie
- Stádium selhávání
GF 20 ml/min
 - **Anémie**, osteopatie, azotémie x dieta homeostázu udržuje
- Stádium selhání (End Stage Renal Disease (ESRD))
GF pod 10 ml/min
 - Uremický syndrom, **anémie**, osteopatie ..hyperkalémie, acidóza..

Chronické renální selhání - důsledky



Příčiny renální anémie

snížená sekrece EPO
chronické ztráty krve

Přímý důsledek
selhávání ledvin

nedostatek železa
nedostatek proteinů
nedostatek vit. B₁₂ nebo folátu
chronické infekce nebo záněty

Malabsorpce, dieta

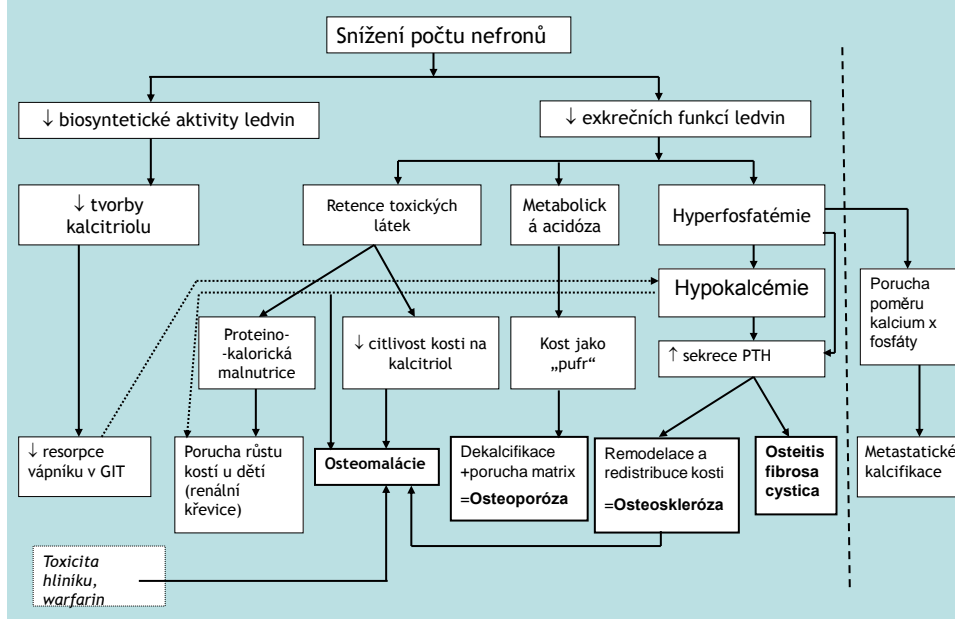
snížená citlivost EPO receptorů
poškození kostní dřeně

Účinek ↑ PTH

toxicita hliníku
nádory

Jiné příčiny

Pathogenesis of bone disease in chronic renal failure



58 letá pacientka po plánovaném chirurgickém zákroku

58 letá pacientka prodělala při plánovaném chirurgickém zákroku náhlou hypotenzi, která si vyžádala masivní infuzní léčbu. Po třech dnech je pacientka na řízeném dýchání, přibrala 20 kg a má oligurii (300 ml/24hodin). Přes noc vyskočila teplota a leukocyty (20 000/ mm³).

Na ⁺	140	135-145mmol/l
K ⁺	5,7	3.6-5.0 mmol/l
Cl ⁻	102	98-106
bikarbonáty	20	22-32 mmol/l
urea	16,7	3 - 8 mmol/l
kreatinin	300,5	45 - 90 umol/l
Sodík v moči	41	30 - 170 mmol/l

- O jaký typ akutního renálního selhání se zřejmě jedná? Proč?
- Proč pacientka náhle přibrala 20 kg? Vyjmenujte všechny mechanismy.
- Čeho byste si dále všimli při fyzikálním vyšetření?
- Proč má pacientka vysoký draslík, k jakým to vede rizikům? Dá se s tím něco rychle udělat?

44 letá pacientka 14 let po akutní glomerulonefritidě

LH je 44letá pacientka, která je už 14 let po epizodě akutní glomerulonefritidy odkázaná na ambulantní peritoneální dialýzu. Byla zaměstnaná na část úvazku, ale před 4 měsíci musela práce nechat, protože pro únavu nevystoupala do 3. patra.

Vyšetření: výška 160 cm, váha 62 kg, krevní tlak 120/85

albumin	23	35 - 50g/l
Na ⁺	135	135-145mmol/l
K ⁺	6,9	3.6-5.0 mmol/l
Cl ⁻	100	98-106
bikarbonáty	16	22-32 mmol/l
urea	16,1	3 - 8 mmol/l
kreatinin	300,5	45 - 90 umol/l
Ca ⁺⁺	1,95	2,25 - 2,75 mmol/l
hemoglobin	70	12-15 g/l (žena)
PO ₄ ³⁻	2,3	0,7 - 1,5 mmol/l
hematokrit	22	35-42% (žena)
sodík v moči	41	30 - 170 mmol/l

44 letá pacientka 14 let po akutní glomerulonefritidě

- *Které hodnoty mohou být zodpovědné za pacientčinu progresivní slabost?*
- *Jaké známky komplikací chronického renálního selhání na pacientce poznáváte?*
- *Na EKG záznamu měla pacientka hrotnaté T vlny, extrémně rozšířené QRS komplexy a občasné extrasystoly. Která hodnota je příčinou? Jak můžete rychle pacientce pomoci?*
- *Který z faktorů přispívá k vývoji renální osteopatie?*
- *Jakou specifickou hmotnost moči byste u pacientky čekali?*
- *Pacientce je už tři měsíce podáván erythropoetin. Její hemoglobin a hematokrit však zůstávají stále nízké. Co může být příčinou?*



Renální anémie

Hemoglobin 110 -120 g/l

Normochromní, normocytární

