

The background features a large, stylized graphic composed of two thick, curved bands. The left band is blue, and the right band is green. They are separated by a white space, creating a shape reminiscent of a kidney or a stylized letter 'C'. The bands have a slight gradient and a soft shadow effect.

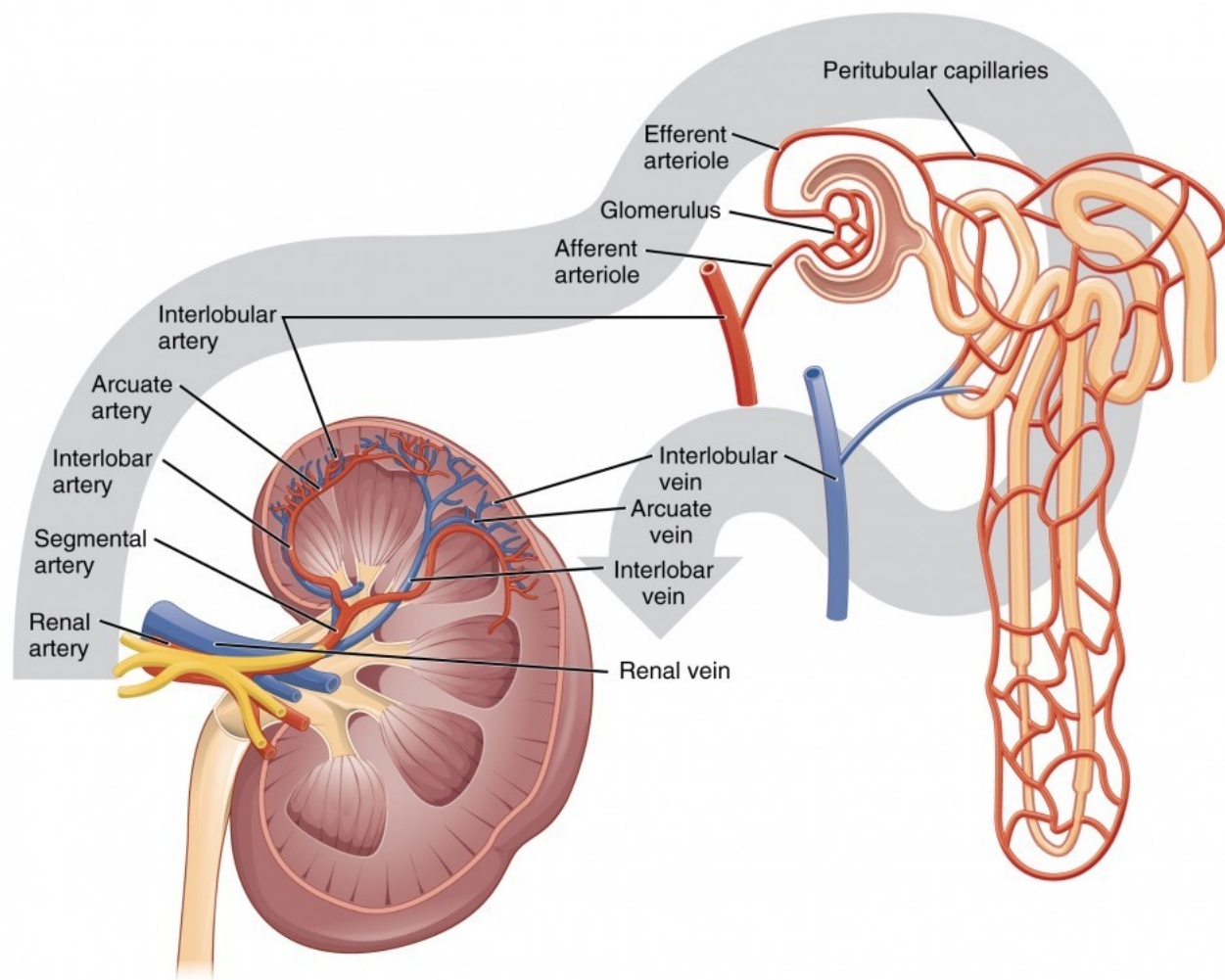
Základy fyziologie ledvin

Jan Novák

Funkce ledvin

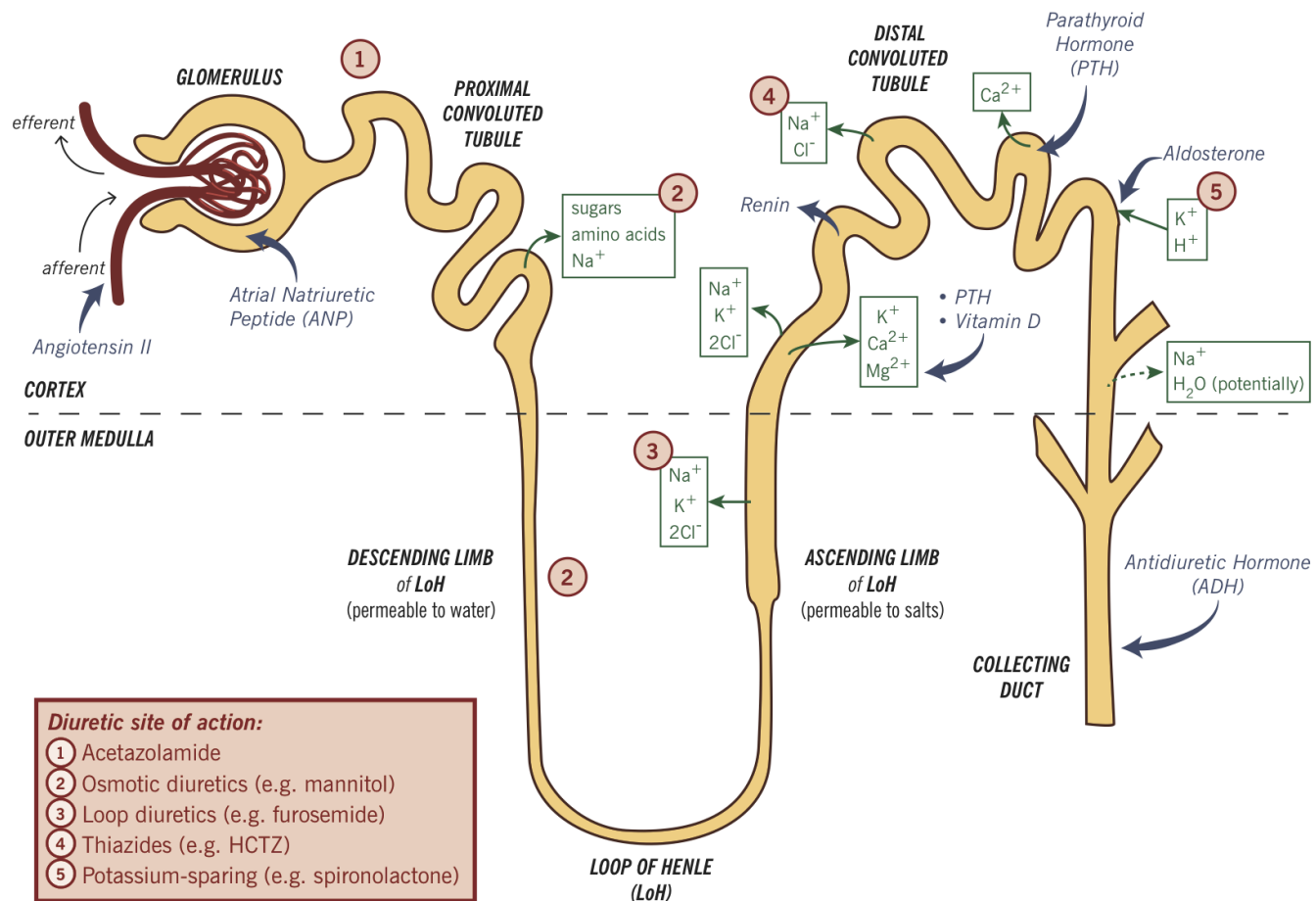
- Vylučovací funkce (= odstraňování tělu nadbytečných nebo škodlivých látek)
 - moč a v ní rozpuštěné dusíkaté látky
 - xenobiotika (léky, drogy, toxické látky)
- Udržování stálého iontového složení (Na^+ , K^+ , Cl^- , Ca^{2+} , PO_3^{2-})
- Udržování acidobazické rovnováhy (HCO_3^- , H^+)
- Endokrinní funkce
 - produkce reninu (součást RAAS)
 - metabolismus vitamínu D
- Řízení tělesného objemu a krevního tlaku

Průtok krve ledvinou

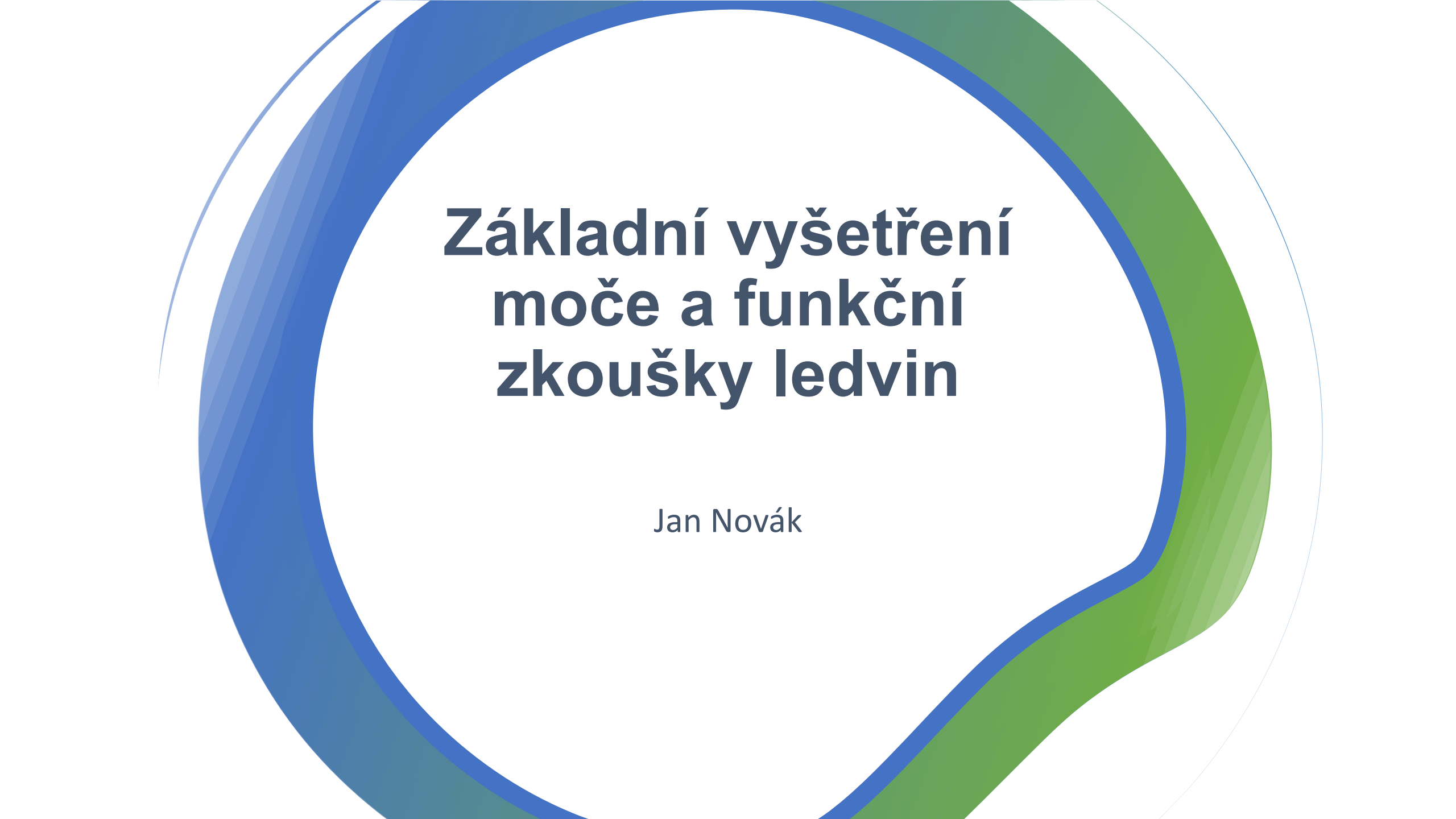


- 20% minutového výdeje srdečního (1 litr za minutu)
- „plasma skimming“ („odstředování plazmy“)
- vas afferens – glomerulus – vas efferens
- rozdíl mezi korovými a juxtamedulárními nefrony

Nefron – funkční morfologie



- Glomerulus a Bowmanovo tělísko = GF
- Proximální tubulus = Objemová resorpce
- Henleova klička = protiproudový systém a osmotická stratifikace dřeně
- Distální tubulus = řízená resorpce
- Sběrací kanálek = resorpce vody vlivem ADH



Základní vyšetření moče a funkční zkoušky ledvin

Jan Novák

Odběr moči

- Jednorázový

- První/druhá ranní moč
- Náhodný vzorek
- Katetrizovaná

- Očištění genitálu
- **Střední proud moči** (po 2-3s)

- Sběr moči

- 24 hodin
- 4 hodiny

- **Správná technika** (pacient se vymočí a od tohoto okamžiku sbírá 24 hodin)

Fyzikální zhodnocení (pohledem, čichem)

• Barva

- Odstíny žluté = stav hydratace
 - Světlá = polyurie
 - „Normální“ = běžná
 - Tmavá = dehydratace
 - Jantarová = těžká dehydratace
- Odstíny červené/hnědé = HEMATURIE
- Zelená, „káva s mlékem“, modravá – většinou infekce

• Zákal

- Typicky u infekcí
- ale i spermie, erytrocyty, vysrážené látky (při uchovávání moči v lednici)

• Zápach

- Ovocný sladký = ketonurie
- Myšina = fenylketonurie
- Odporný hnilobný = infekce

Moč „chemicky + sediment“

- **Specifická hmotnost** (bezrozměrné číslo; poměr hustoty vzorku k destilované vodě; odráží tubulární funkce)
- **pH** (4,5 – 8; Klebsielly snižují pH moči; calcium-oxalátové kameny = vznik v kyselém prostředí)
- **Leukocyty** (esteráza leukocytů)
- **Nitrity** (bakterie redukují dusičnany na dusitany)
- **Bílkoviny** (nad 150mg/l, první známka glomerulární nebo tubulární proteinurie)
- **Krev** (detekce hemu, mikroskopická x makroskopická, prerenální x renální x subrenální)
- **Glukóza**
- **Ketolátky** (beta-hydroxybutyrát a aceto-acetát)
- **Bilirubin** (konjugovaný je uvolňován do moči)

Moč „chemicky + sediment“

- Erytrocyty

- byla-li krev prokázána „chemicky“ a nejsou-li v „sedimentu“ erytrocyty, svědčí to pro zdroj prerenální (hemoglobin, myoglobin v moči)
- Jsou-li v sedimentu erytrocyty, rozlišujeme glomerulární („pomačkané“ = dysmorfní erytrocyty) a subrenální (normálního tvaru)

- Leukocyty

- Epitelie

- Bakterie a kvasinky

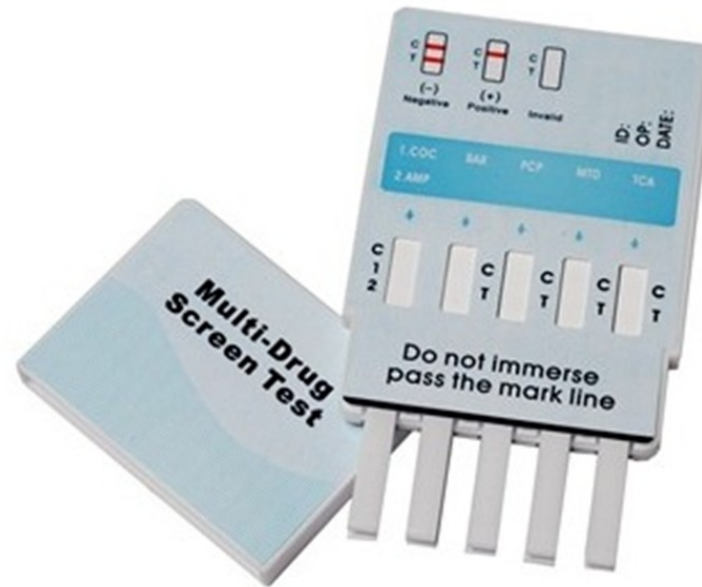
- Paraziti

- Spermie

- Hlen, válce, krystaly

Další analyty stanovitelné z jednorázové moči

- **Těhotenský test (HCG)**
- **Orientační testy na drogy**
 - amfetamin (AMP)
 - barbituráty (BAR)
 - benzodiazepan (BZD)
 - kokain (COC)
 - metamfetamin (MET)
 - morfin (MOR)
 - metadon (MTD)
 - fencyklidin (PCP)
 - propoxyfen (PPX)
 - tricyklidy (TCA)
 - marihuana (THC)
 - extáze (XTC)



24 (4) hodinový sběr moči

- **Vyšetření glomerulární filtrace** => Clearance kreatininu
 - Objem krve očištěný od dané látky za jednotku času
 - $GF = \text{objem moči za 24h} * C \text{ kreatininu v moči} / C \text{ kreatininu v séru}$
- **Vyšetření tubulárních funkcí** => Frakční exkrece
 - Množství profiltrované látky, které najedneme v definitivní moči
 - Např. za den vzniká 180 l primární moči, vymočíme 1,8 litru = FE 1%
- **Odpady dané látky za den** (typicky proteinurie)

Odhad glomerulární filtrace

Creatinine Clearance (Cockcroft-Gault Equation) ☆

Calculates CrCl according to the Cockcroft-Gault equation.

When to Use ▾ Pearls/Pitfalls ▾ Why Use ▾

Sex Female Male

Age years

Weight kg ↕

Creatinine Norm: 62 - 115 μmol/L ↕

The Cockcroft-Gault Equation may be inaccurate depending on a patient's body weight and BMI; by providing additional height, we can calculate [BMI](#) and provide a modified estimate and range.

Height Norm: 152 - 213 cm ↕

Result:

Please fill out required fields.

CKD-EPI Equations for Glomerular Filtration Rate (GFR) ☆

Estimates GFR based on serum creatinine, serum cystatin C, or both.

When to Use ▾ Pearls/Pitfalls ▾ Why Use ▾

Equation CKD-EPI Creatinine CKD-EPI Cystatin C CKD-EPI Creatinine-Cystatin C

Gender Female Male

Age years

Race Black Non-black

Serum creatinine Norm: 62 - 115 μmol/L ↕

Result:

Please fill out required fields.

MDRD GFR Equation ☆

Estimates glomerular filtration rate based on creatinine and patient characteristics.

INSTRUCTIONS

Only for chronic kidney disease (CKD); not accurate for acute renal failure. Also, note that a [later study](#) indicates the MDRD may underestimate the actual GFR in healthy patients by up to 29%. This calculator uses the 4-variable equation from [Levey 2006](#), as it has been recalibrated for differences in the lab testing of creatinine.

Pearls/Pitfalls ▾

Sex Female Male

Black race No Yes

Age years

Creatinine Norm: 62 - 115 μmol/L ↕

Result:

Please fill out required fields.

Cystatin C: nízkomolekulární protein, exprimován v konstantním množství, volně glomerulární membránou a je plně resorbován a degradován v tubulu. Pokud hladiny v séru stoupají, odráží do pokles GFR.

Odhad glomerulární filtrace

Creatinine Clearance (Cockcroft-Gault Equation) ☆

Calculates CrCl according to the Cockcroft-Gault equation.

When to Use ▾	Pearls/Pitfalls ▾	Why Use ▾
Sex	Female	Male
Age	31	years
Weight	119.8	kg ⇄
Creatinine	87	μmol/L ⇄

184 mL/min

Creatinine clearance, original Cockcroft-Gault

150 mL/min

Creatinine clearance modified for overweight patient, using adjusted body weight of 98 kg (215 lbs).

127.9–150.4

mL/min

Note: This range uses IBW and adjusted body weight. Controversy exists over which form of weight to use.

Copy Results 📄

Next Steps >>>

CKD-EPI Equations for Glomerular Filtration Rate (GFR) ☆

Estimates GFR based on serum creatinine, serum cystatin C, or both.

When to Use ▲	Pearls/Pitfalls ▾	Why Use ▾
<ul style="list-style-type: none">• Patients with chronic kidney disease (not acute), to measure renal function.• CKD-EPI Cystatin C is preferred in cirrhotics and other patients with low muscle mass.• CKD-EPI Creatinine can be used in settings where cystatin C is not available.		
Equation	CKD-EPI Creatinine	
	CKD-EPI Cystatin C	
	CKD-EPI Creatinine–Cystatin C	
Gender	Female	Male
Age	31	years
Race	Black	Non-black
Serum creatinine	87	μmol/L ⇄

102 mL/min/1.73 m²

Estimated GFR by CKD-EPI Creatinine

Stage I

CKD stage by CKD-EPI Creatinine

Copy Results 📄

Next Steps >>>

MDRD GFR Equation ☆

Estimates glomerular filtration rate based on creatinine and patient characteristics.

INSTRUCTIONS

Only for chronic kidney disease (CKD); not accurate for acute renal failure. Also, note that a [later study](#) indicates the MDRD may underestimate the actual GFR in healthy patients by up to 29%. This calculator uses the 4-variable equation from [Levey 2006](#), as it has been recalibrated for differences in the lab testing of creatinine.

Pearls/Pitfalls ▾		
Sex	Female	Male
Black race	No	Yes
Age	31	years
Creatinine	87	μmol/L ⇄

94.4 mL/min/1.73 m²

Glomerular Filtration Rate by the MDRD Equation.

Copy Results 📄

Next Steps >>>

Odhad glomerulární filtrace – proč?

- Odhady používáme protože přesné výpočty zjištěné přes 24h sběr moči jsou mnohdy zdlouhavé a pro pacienta zatěžující
- Dle GFR se upravuje dávkování řady léků (většina antibiotik, DOACs, LMWH), při snížené GFR pod určitou mez jsou některé léky zcela kontraindikovány (např. metformin), nebo jsou neúčinné (některá „slabší“ diuretika)

Kazuistika # – Název

- Popis případu

Popis co se stalo a proč pacient přichází.

- Anamnéza

Základní a relevantní údaje o pacientovi

- RA = rodinná anamnéza
- OA = osobní anamnéza
- FA = farmakologická anamnéza
- AA = alergie
- Abusus

Kazuistika # – Název

Moč chemicky	
pH	
Bílkoviny	
Glukóza	
Urobilinogen	
Bilirubin	
Ketolátky	
Dusitany	
Leukocyty	
Krev	

Močový Sediment	
Leukocyty	
Erytrocyty	
Bakterie	
Hlen	
Epitelie ploché	
Epitelie kulaté	

ZBV				
Na	132-142 mmol/l			
K	3,5-5,2 mmol/l			
Cl	97-108 mmol/l			
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l			
Krea	44–110 μ mol/l			
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²			
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l			
CRP	1 – 10 mg/l			

Kazuistika 1 – Pacientka v bezvědomí

Na nízkoprahovou ambulanci RZP přiváží pacientku, 88 let.

RZP volána rodinou pro postupné horšení stavu během dne, nyní až rozvoj bezvědomí, nereaguje na rodinu.

Při příjezdu:

- TK 100/60, TF 70/min, afebrilní
- FV: **bezvědomí**, bez ikteru, bez dušnosti, **miotické zornice**, dýchání čisté, **tiché, pomalé**, AS reg, břicho nebol, DKK bez otoků, **na zádech 3 náplasti Fentanylu**

Anamnéza

OA: léčena s hypertenzí, lehkým kognitivním deficitem a vertebrgoenním algickým syndromem LS páteře

FA:

- Prestarium Neo 5mg tbl 1-0-0
- Fentanyl 100ug/h náplast měnit á 3 dny
- **Alergie:** nejuje
- **Abusus:** nekuřačka, drogy a alkohol dle rodiny ne

Kazuistika 1 – Pacientka v bezvědomí

Co dál???

Moč chemicky	
pH	5,0
Bílkoviny	0
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	0

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	0
Epitelie ploché	0
Epitelie kulaté	0

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	140		
K	3,5-5,2 mmol/l	4,8		
Cl	97-108 mmol/l	100		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	2,0		
Krea	44–110 µmol/l	39		
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	1,25		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	5,2		
CRP	1 – 10 mg/l	8		

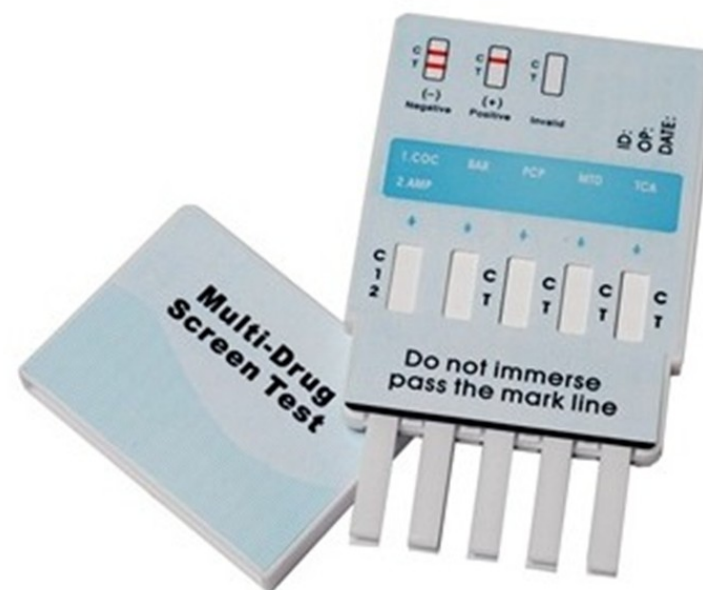
Kazuistika 1 – Pacientka v bezvědomí

Orientační testy na drogy

- amfetamin (AMP)
- barbituráty (BAR)
- **benzodiazepan (BZD)**
- kokain (COC)
- metamfetamin (MET)
- **opiáty (OPI)**
- metadon (MTD)
- fencyklidin (PCP)
- propoxyfen (PPX)
- tricyklidy (TCA)
- marihuana (THC)
- extáze (XTC)

+++

+++



Kazuistika 1 – Pacientka v bezvědomí

- Závěr:
 - Intoxikace benzodiazepiny
 - Intoxikace opiáty
- Záchytné body:
 - Miotické zornice a útlum dýchání = známky předávkování opiáty
- Vysvětlení:
 - Pacientka nemohla poslední 3 dny spát pro bolest zad, proto si od sousedky půjčila Lexaurin, aby se jí lépe spalo
 - Protože Lexaurin nestačil, nalepila si ráno o jednu náplast navíc a protože na to v poledne zapomněla, nalepila si ještě třetí

Kazuistika 2 – Domácí násilí

Pacientka, 29 let, volá PČR, že byla napadena přítelem, který ji zmlátil, dokopal, snad i znásilnil a píchl jí nějaké drogy, ona teď leží na zemi a není schopná vstát.

PČR přijíždí na místo, volá RZP. Pacientka nalezena v bytě v obýváku, na hlavě tržná rána, modřiny všude po těle.

Přivezena na chirurgickou ambulanci – dle RTG fraktura humeru bez dislokace, fraktura L2 bez dislokace. UZ břicha negat. Ošetřena rána na hlavě, ortéza na PHK, korzet páteře. Pro anam. Intoxikace neznámou látkou odeslána na internu.

Při příjezdu:

- TK 120/70, TF 105/min, afebrilní
- FV: při vědomí, orient., anxiózní, ošetřená rána na hlavě, PHK v ortéze, dých. alv., AS reg, břicho nebol, peri +, podožní hematomy, DKK bez otoků

Anamnéza

OA: doposud nikde nesledována

FA: sine

Alergie: neguje

Abusus: kuřačka asi 10 denně, před týdnem měla marihuanu, alkohol příležitostně, poslední měsíc nepila vůbec

Test na drogy: THC ++, jinak negat.

Kazuistika 2 – Domácí násilí

Moč chemicky	
pH	5,0
Bílkoviny	0
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	3

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	3
Epitelie ploché	3
Válce	1

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	139		
K	3,5-5,2 mmol/l	3,8		
Cl	97-108 mmol/l	103		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	3,5		
Krea	44–110 µmol/l	82		
GFR	> 1,5 ml/s/1,73m ²	1,23		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	3,9		
CRP	1 – 10 mg/l	4,4		
Myo	30 - 80 µg/l	1424		
CK	0,45-2,45 ukat/l	77,9		
CKMB	0,2–1,8 ukat/l	2,13		

Kazuistika 2 – Domácí násilí

- Závěr:
 - Svalové trauma po domácím násilí = elevace CK (nepřímo i CKMB) a myoglobinu
 - V chemickém vyšetření moči vidíme pozitivní test na krev („hem“) ale negativní sediment na erytrocyty = svědčí pro prerenální “přetížení“ ledvin hemem
 - Válce a epiteliie svědčí pro přetížení tubulů myoglobinem

Kazuistika 2 – Domácí násilí

Moč chemicky	
pH	5,0
Bílkoviny	0
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	0

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	1
Epitelie ploché	0
Válce	1

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	139	137	138
K	3,5-5,2 mmol/l	3,8	3,7	3,7
Cl	97-108 mmol/l	103	105	104
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	3,5	2,9	2,6
Krea	44–110 µmol/l	82	60	59
GFR	> 1,5 ml/s/1,73m ²	1,23	1,97	1,99
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	3,9	4,4	5,0
CRP	1 – 10 mg/l	4,4	14,3	4,1
Myo	30 - 80 µg/l	1424	332	160
CK	0,45-2,45 ukat/l	77,9	90,8	50,4
CKMB	0,2–1,8 ukat/l	2,13	--	--

Kazuistika 3 – Otevíraný byt

Na nízkoprahovou ambulanci RZP přiváží pacienta, 84 let, otevíraný byt.

RZP volána sousedy – muž již 2 dny nevyšel z bytu. Osádka RZP pacienta našla na zemi v kuchyni. Podchlazený, dehydratovaný, pomočený, pokálený.

Pacient udává, že mu poslední dny nebylo dobře, hodně chodil močit, pánilo ho při močení, snažil se dost pít, ale neměl chuť, pak měl asi i horečku, když vstával ze židle, zamotala se mu hlava, spadl a už nevstal, mobil měl ve vedlejším pokoji, neměl jak volat pomoc.

Při příjezdu:

- TK 80/40, TF 86/min, TT 36,1 C
- FV: při vědomí, zpomalené PM tempo, snížený kožní turgor, bez ikteru, bez dušnosti, dýchání čisté, AS reg, břicho nebol, DKK bez otoků. Po zavedení PMK odvádí jantarovou zakalenou moč.

Anamnéza

OA: hypertenze, dyslipidémie, CHOPN, DM2T

FA:

- Prestance 5/5mg tbl 1-0-0
- Atorvastatin 20mg tbl 0-0-1
- Ultribro breezhaler 1 vdech 1-0-1
- Metformin 1g tbl 1-1-1
- **Alergie:** neguje
- **Abusus:** kuřák asi 20 denně od 18 let, drogy a alkohol neguje

Kazuistika 3 – Otevíraný byt

Moč chemicky	
pH	6,0
Bílkoviny	2
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	1
Dusitany	3
Leukocyty	4
Krev	1

Močový Sediment	
Leukocyty	4
Erytrocyty	1
Bakterie	2
Hlen	
Epitelie ploché	3
Epitelie kulaté	1
Vzhled	Zákal
Barva	Jantar

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	129		
K	3,5-5,2 mmol/l	4,0		
Cl	97-108 mmol/l	96		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	10,1		
Krea	44–110 µmol/l	133		
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,76		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	6,2		
CRP	1 – 10 mg/l	107,5		

Kazuistika 3 – Otevíraný byt

- Závěr:
 - Pacient prodělal poslední dny močovou infekci, postupně slábl až nakonec spadl
 - Vstupně neměl teplotu, protože byl podchlazený z ležení na zemi
 - Z močového sedimentu můžeme jednoznačně říct, že má pacient uroinfekci (přítomny bakterie, nitrity), je dehydratován se zhoršením funkce ledvin (snížená GFR), ZBV pak potvrzuje i zánět v těle (CRP)
 - Ketolátky v močovém sedimentu odrážejí hladovění
 - Pacient hydratován a přeléčen ATB

Kazuistika 3 – Otevíraný byt

Moč chemicky		Močový Sediment		ZBV				
pH	6,0	Leukocyty	0	Na	132-142 mmol/l	129	142	
Bílkoviny	0	Erytrocyty	0	K	3,5-5,2 mmol/l	4,0	3,7	
Glukóza	0	Bakterie	0	Cl	97-108 mmol/l	96	105	
Urobilinogen	0	Hlen		Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	10,1	7,0	
Bilirubin	0	Epitelie ploché	0	Krea	44–110 µmol/l	133	94	
Ketolátky	0	Epitelie kulaté	0	GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,76	1,16	
Dusitany	0			Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	6,2	5,1	
Leukocyty	0	Vzhled	čirý	CRP	1 – 10 mg/l	107,5	37,4	
Krev	0	Barva	žlutá					

Kazuistika 4 – Bezvědomí a dušnost

RZP Vám na UP přiváží mladého pacienta, 22 let, nalezen spolubydlícím kolem poledne na kolejích ležící na zemi, nereagující, strašně hlasitě dýchající.

Dle spolubydlícího si kamarád poslední 2 týdny stěžoval, že musí hodně pít, pořád chodí močit, že ho bolela hlava, hůře viděl na monitor. Ráno proto ani nešel na přednášky.

Při příjezdu RZP pacient v bezvědomí, dušný, z dechu cítit aceton. Glykémie v RZP neměřitelně vysoká. Transfer na urgentní příjem.

Na UP: normostenik, bezvědomí, TK 80/60, TF 125 min, hyperventilace, dých. čisté, břicho nebol., peri +, DKK bez otoků

Anamnéza

OA: doposud s ničím neléčen

FA: sine

Alergie: neguje

Abusus: nekuřák, drogy a alkohol neguje

Test na drogy: negat.

Kazuistika 4 – Bezvědomí a dušnost

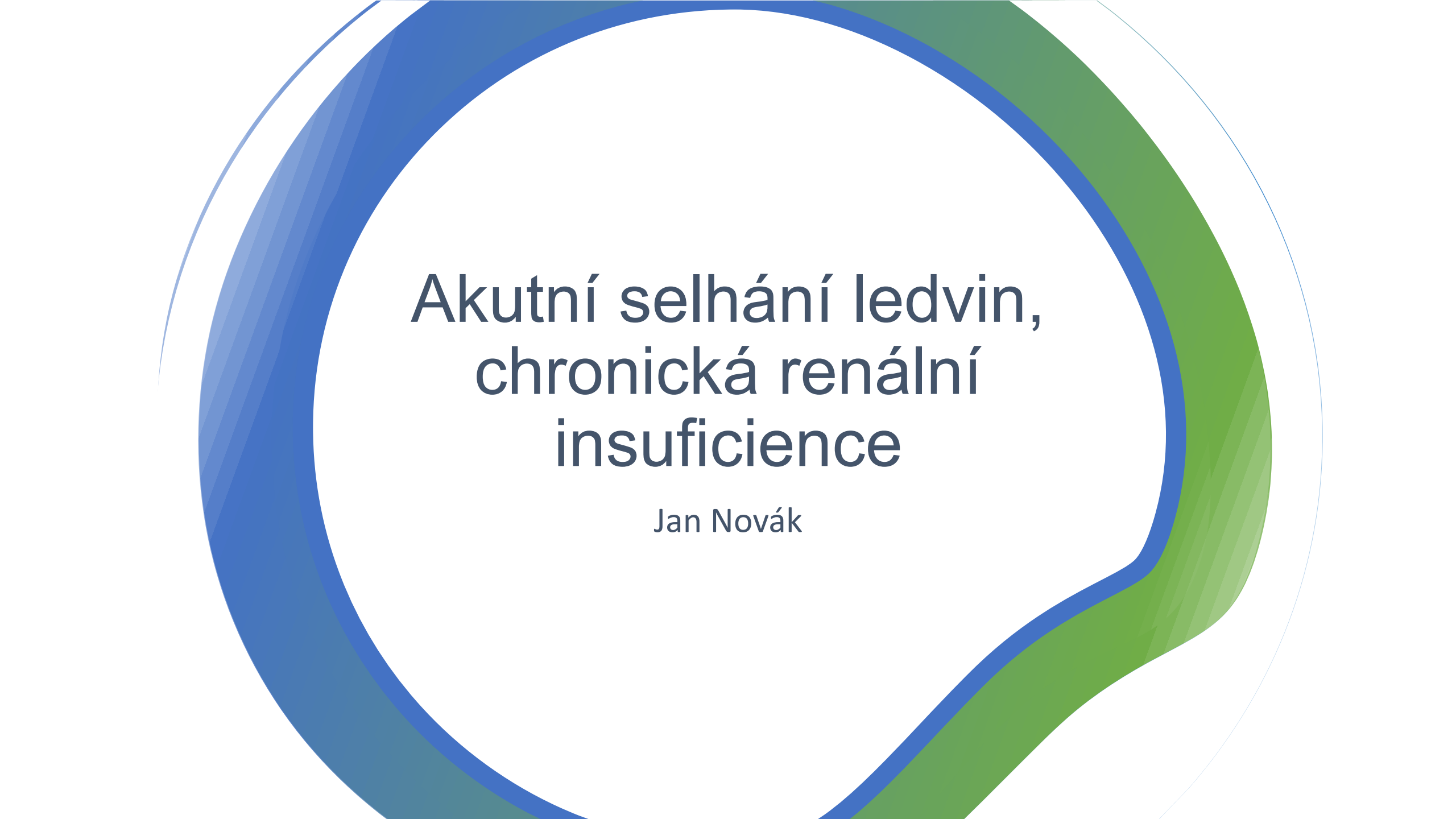
Moč chemicky	
pH	5,0
Bílkoviny	1
Glukóza	4
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	2
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	1

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	1
Epitelie ploché	1
Epitelie kulaté	0
Vzhled	čirý
Barva	žlutá

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	132		
K	3,5-5,2 mmol/l	5,4		
Cl	97-108 mmol/l	82		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	16,1		
Krea	44–110 µmol/l	217		
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,47		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	61,8		
CRP	1 – 10 mg/l	6,7		
pH	7,36-7,44	6,98		

Kazuistika 4 – Bezvědomí a dušnost

- Závěr:
 - Pacient poslední dva týdny jeví známky vyšší glykémie (polyurie, polydipsie, rozostřené vidění, bolesti hlavy jako známky hyperosmolarity)
 - Přivezen v hyperosmolárním hyperglykemickém a ketoacidotickém komatu s Kussmaulovým (acidotickým) dýcháním, těžce dehydratovaný
 - Stanovena diagnóza DM recens = čerstvě zjištěný diabetes mellitus (později pak DM1T typ LADA po stanovení protilátek a vzhledem k typickému klinickému průběhu - pacienti s DM2T nemívají ketoacidózu)

The background features a large, stylized graphic composed of two overlapping, curved bands. The inner band is a vibrant blue, and the outer band is a rich green. Both bands have a slight gradient and a soft shadow effect, giving them a three-dimensional appearance. The bands curve around the central text, framing it. The overall design is clean and modern.

Akutní selhání ledvin, chronická renální insuficience

Jan Novák

Akutní selhání ledvin

- rychlá ztráta funkce ledvin, rostoucí N-látky, pokles GFR a tvorby moči, narušení iontové rovnováhy (život ohrožující hyperkalémie)
- potenciálně reverzibilní
- termín AKI: acute kidney injury (často AKI on CHRI)
- ETIOLOGIE:
 - Prerenální: srdeční selhání, hypovolémie, hypotenze, sepse
 - Renální: glomerulonefritidy, intersticiální tubulonefritidy, polékové (NSAIDs)
 - Postrenální: obstrukce v močových cestách
- Snaha o klasifikaci: RIFLE, AKIN

Akutní selhání ledvin - klasifikace

Tab. 1 Diagnostická kritéria RIFLE pro akutní selhání ledvin

	Akutní vzestup s-kreatininu	Pokles diurézy
Risk	s-kreatinin 1,5× zvýšen	<0,5 ml/kg/h × 6 h
Injury	s-kreatinin 2× zvýšen	<0,5 ml/kg/h × 12 h
Failure	s-kreatinin 3× zvýšen nebo s-kreatinin > 4 mg/dl (354 μmol/l) s akutním vzestupem o více než 0,5 mg/dl (44 μmol/l)	<0,3 ml/kg/h × 24 h nebo anurie × 12 h
Loss	závažné ASL s nutností RRT > 4 týdny a < 3 měsíce	
End-stage kidney disease	závažné ASL trvajících > 3 měsíce	

Tab. 2 Navrhovaný klasifikační/stagingový systém pro akutní poškození ledvin dle AKIN

Stadium	Akutní vzestup s-kreatininu	Pokles diurézy
1	vzestup s-kreatininu o $\geq 0,3$ mg/dl (26,4 μmol/l), nebo 1,5–2×	<0,5 ml/kg/h × 6 h
2	vzestup s-kreatininu 2–3×	<0,5 ml/kg/h × 12 h
3	s-kreatinin 3× zvýšen nebo s-kreatinin > 4 mg/dl (354 μmol/l) s akutním vzestupem o > 0,5 mg/dl (44 μmol/l)	<0,3 ml/kg/h × 24 h nebo anurie × 12 h

Pozn: Obě klasifikace využívají stejný princip – hodnotíme vzestup sérového kreatininu a pokles diurézy (dobře a snadno zjistitelné parametry i u akutních stavů) a dobu, za jakou k nim došlo a jak dlouho trvají – čím větší vzestup kreatininu a pokles diurézy a čím delší dobu, tím větší stupeň poškození.

Chronická renální insuficience

- Pomalý progresivní děj, kdy klesají renální funkce v rámci let
- Etiologicky: diabetická nefropatie, hypertenzní nefroskleróza, polycystické ledviny, chronické glomerulonefritidy
- Klasifikace:
 - S ohledem na GFR
 - S ohledem na albuminurii

**Prognosis of CKD by GFR
and albuminuria categories:
KDIGO 2012**

Persistent albuminuria categories Description and range		
A1	A2	A3
Normal to mildly increased	Moderately increased	Severely increased
<30 mg/g >3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol

GFR categories (ml/min per 1.73 m ²) Description and range	G1	Normal or high	≥90			
	G2	Mildly decreased	60-89			
	G3a	Mildly to moderately decreased	45-59			
	G3b	Moderately to severely decreased	30-44			
	G4	Severely decreased	15-29			
	G5	Kidney failure	<15			

GFR v ml/s/1,73m²

> 1,5
1 – 1,49
0,75 – 0,99
0,5 – 0,74
0,25-0,49
< 0,25

Low risk (if no other markers of kidney disease, no CKD)	Moderately increased risk	High risk	Very high risk
--	---------------------------	-----------	----------------

Kazuistika 1 – Sportovec

Mladík, 19 let, přichází do Vaší ambulance pro bolesti na hrudi. Vznikly asi před 3 hodinami když byl v posilně a dělal bench-press. Od té doby neustávají. Je to tupá bolest, souvisí s pohybem. Strýc měl nedávno infarkt, tak se bojí, že ho má také.

Anamnéza

OA: s ničím nesledován

FA: bez trvalé medikace

Alergie: neguje

Abusus: kuřák asi 5 denně od 15 let, drogy a alkohol neguje

Kazuistika 1 – Sportovec

Moč chemicky	
pH	6,0
Bílkoviny	0
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	0

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	
Epitelie ploché	0
Epitelie kulaté	0
Vzhled	čirý
Barva	žlutá

ZBV				
Na	132-142 mmol/l	138		
K	3,5-5,2 mmol/l	4,2		
Cl	97-108 mmol/l	101		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	6,0		
Krea	44–110 μ mol/l	127		
GFR	> 1,5 ml/s/1,73m ²	1,16		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	4,6		
CRP	1 – 10 mg/l	2		
TnT	1-14 ng/l	8		

Kazuistika 1 – Sportovec

Závěr:

- Pacient nemá selhání ledvin ani AKI, ale odběr byl proveden v nestandardních podmínkách, kdy jsou zvýšeny hladiny endogenního kreatininu po sportu, navíc pacient užívá doplňky s kreatinem
- Řešení: požádáte jej, aby týden tyto přípravky neužíval a přišel znovu na kontrolu s pauzou alespoň 48 hodin od posledního cvičení

Kazuistika 1 – Sportovec

Moč chemicky	
pH	6,0
Bílkoviny	0
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	0

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	
Epitelie ploché	0
Epitelie kulaté	0
Vzhled	čirý
Barva	žlutá

ZBV			
Na	132-142 mmol/l	138	138
K	3,5-5,2 mmol/l	4,2	4,2
Cl	97-108 mmol/l	101	101
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	6,0	6,0
Krea	44–110 µmol/l	127	87
GFR	> 1,5 ml/s/1,73m ²	1,16	1,85
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	4,6	4,6
CRP	1 – 10 mg/l	2	2
TnT	1-14 ng/l	8	8

Kazuistika 2 – Příliš poctivá rodina

- Do vaší nízkoprahové interní ambulance přiváží rodina zcela zničenou pacientku, 89 let. Dcera udává poslední 3 dny průjmy, zvracení, nechutenství, maminka prakticky nejí, zvládne vypít maximálně 0,5 litru vody denně nebo Coca-colu po lžičkách.
- Stav se postupně zhoršuje, zvrací víc a více, zhoršuje se nechutenství, maminka je stále slabší, nemůže už ani chodit, ráno jim i zkolabovala, a tak rodina už neví, co má dělat.
- Dcera však zdůrazňuje, že maminka léky poctivě užívá, že ty do ní vždy ráno dostane...

Kazuistika 2 – Příliš poctivá rodina

Anamnéza:

OA: CHICHS, st.p. STEMI PS 1998, chronické srdeční selhání na podkladě CHICHS, fibrilace síní na terapii Warfarinem, hypertenze, st.p. Ca prsu (v remisi, disp. onkologie)

FA: Prestance 5/5mg tbl 1-0-0

Furon 40mg tbl 1-1-0

Concor cor 5mg tbl 1-0-0

Verospiron 25mg tbl 0-1-0

Digoxin 0,125mg tbl 1-0-0

Warfarin 5mg tbl dle INR

Alergie: neguje

Abusus: nekuřačka, alkohol a drogy neguje

Kazuistika 2 – Příliš poctivá rodina

Fyzikální vyšetření:

TK 80/40 mmHg, TF 40/min irreg (fibrilace síní)

při vědomí, orientovaná, zpomalené PM tempo, snížený kožní turgor

AS irreg, dýchání alveolární čisté

Břicho měkké, nebol, peristaltika +

DKK bez otoků

Kazuistika 2 – Příliš poctivá rodina

ZBV		
Na	132-142 mmol/l	141
K	3,5-5,2 mmol/l	7,5
Cl	97-108 mmol/l	106
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	64,2
Krea	44–110 µmol/l	984
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,06
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	6,2
CRP	1 – 10 mg/l	3

Hyperkalémie (+ betablokátor + digoxin) způsobují bradykardii

Hyperkalémie je způsobena selháním ledvin + hyperkalemizující medikací (blokátor aldosteronu + ACEi)

Vysoká urea (urémie) vede k uremickému syndromu jehož součástí je nechutenství a zvracení

Nečutenství, zvracení a průjmy vedou k dehydrataci ještě umocněné tím, že pacientka i přes toto všechno užívá nadále diuretika... to vede k prerenálnímu selhání ledvin

Kazuistika 2 – Příliš poctivá rodina

Závěr:

- Pacientka má akutní selhání ledvin s největší pravděpodobností prerenální etiologie při těžké dehydrataci a hypotenzi
- Vzhledem k bradykardii (a anamnéze kolapsu) a kalémii 7,5 je indikována k akutní HD, ale vzhledem k věku a stavu (křehká starší pacientka) je možné pacientku na monitorovaném lůžku i konzervativně zavodnit
(u této konkrétní pacientky nakonec provedena HD)

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

- Pacient, 56 let, přichází na v půlce prosince 2018 ke svému praktickému lékaři s tím že mu poslední měsíc otékají končetiny, více ta pravá a cítí se celkově unavenější
- Vzhledem k asymetrickému otoku odeslán pacient na cévní vyšetření, v pravé DK zjištěna hluboká žilní trombóza, nasezen DOAC (Rivaroxaban); vzhledem k prosakům obou DKK pacientovi vystavena žádanka na interní vyšetření
- Další den se pacient probouzí s prosáklými víčky, po postavení se mu hůře dýchá, otoky končetin ještě zprogredovaly, přichází na internu...

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

Anamnéza:

OA: hypertenze, astma bronchiale alergické, sekundární artróza talokrurálního kloubu, čerstvě zaléčena HŽT PDK

FA: Agen (Ca blokátor) 5mg 1-0-0

Controloc (PPI) 40mg 1-0-0

Alvesco 1 vdech večer

Xarelto 20mg tbl 1-0-0

Alergie: prachy, pyly

Abusus: nekuřák, alkohol a drogy neguje

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

Fyzikální a pomocná vyšetření:

TK 170/80, TF 66/min

při vědomi, orientovány, klidově eupnoe, bez ikteru

AS reg, dýchání celkově tiché, oslabené bazálně s chrůpky

Břicho v nivaeu, měkké, nebolestivé, prosak podkoží

DKK s otoky po třísla

EKG: snížená voltáž

RTG hrudníku: pleurální výpotek bilat, srdce dilatované oběma směry

Echokardiografie: perikardiální výpotek

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

Moč chemicky	
pH	6,0
Bílkoviny	4
Glukóza	0
Urobilinogen	0
Bilirubin	0
Ketolátky	0
Dusitany	0
Leukocyty	0
Krev	0

Močový Sediment	
Leukocyty	0
Erytrocyty	0
Bakterie	0
Hlen	0
Epitelie ploché	0
Epitelie kulaté	0
Vzhled	zákal
Barva	žlutá

ZBV		
Na	132-142 mmol/l	131
K	3,5-5,2 mmol/l	4,4
Cl	97-108 mmol/l	102
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	23,0
Krea	44–110 µmol/l	284
GFR	> 1,5 ml/s/1,73m ²	0,33
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l	4,9
CRP	1 – 10 mg/l	1
Alb	36-63g/l	22,8

Sběr moči:
 Albumin 776 mg/l
 Bílkovina 3,7 g/24h

Lipidy:
 Cholesterol 8,4
 TAG 6

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

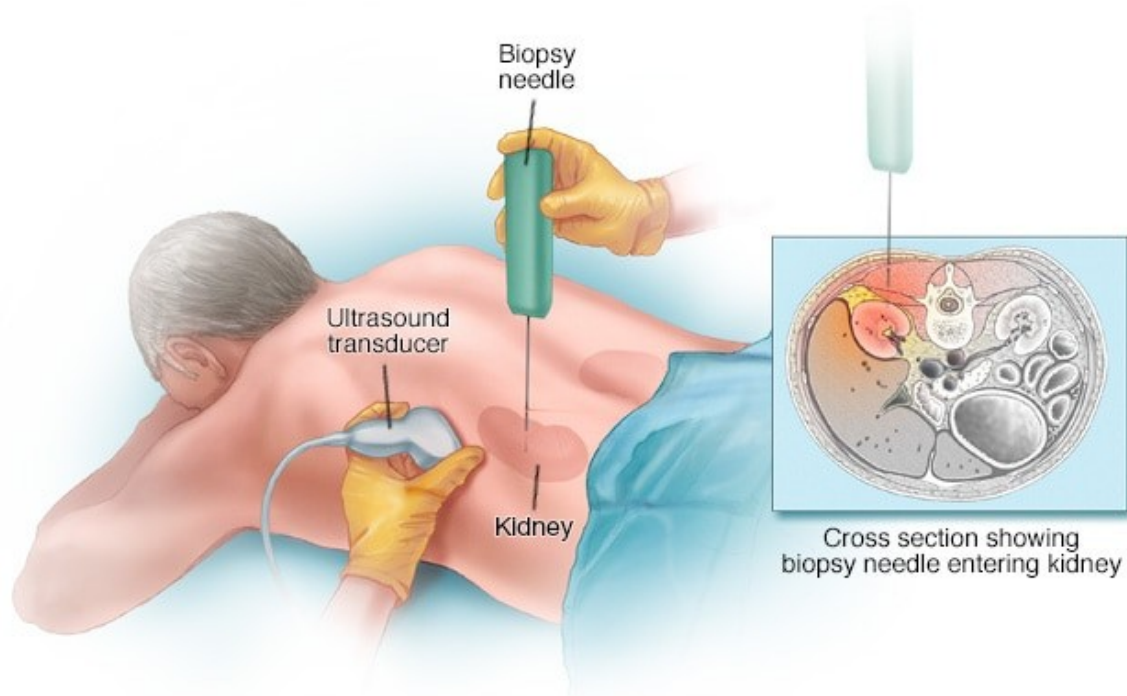
Závěr 1:

- Z provedených vyšetření vyplývá, že pacient trpí nefrotickým syndromem:
 - [proteinurie](#) > 3,5 g/24 hodin
 - [hypalbuminémie](#) (pod 30g/l)
 - [periferní otoky](#)
 - [hypercholesterolemie](#) > 8 mmol/l
- Příčinou nefrotického syndromu bývají glomerulonefritidy = nutná bioptická verifikace

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

Renální biopsie:

- Invazivní výkon, kdy pod UZ kontrolou získáváme vzorek ledvinné tkáně
- Pacient je po výkonu monitorován, včetně moči ch+s

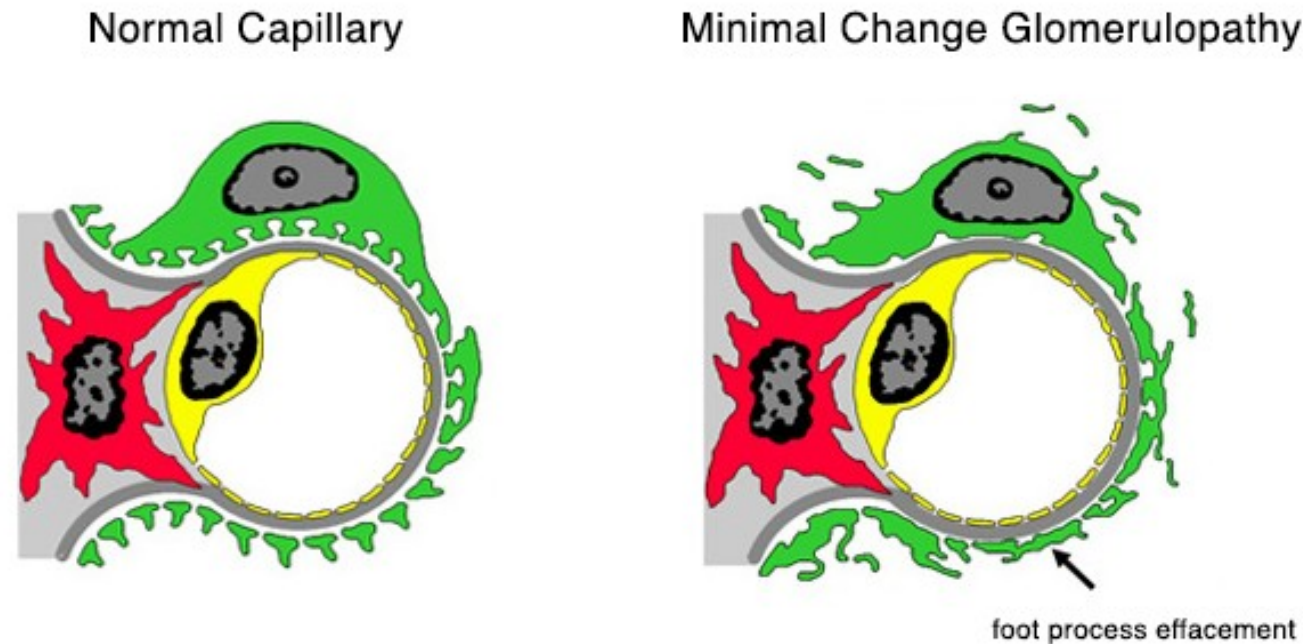


Močový Sediment		0	+4	+8	+12	+24
Leukocyty	0	0	0	0	0	0
Erytrocyty	0	1	4	3	1	0
Bakterie	0	0	0	0	0	0
Hlen	0	0	0	1	0	0
Epitelie	0	0	0	0	0	0

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

Závěr 2:

- Z biopsie zjištěna nemoc minimálních změn (minimal change disease)



- Terapie kortikoidy s velice dobrým efektem

Kazuistika 3 – Otoky dolních končetin nemusí být jen od srdce

ZBV		PL 01/2017	2 roky bez kontroly		18.12. 2018	26.12. 2018	29.12. 2018	18.1. 2019		
Na	132-142 mmol/l				131	137	136	142		
K	3,5-5,2 mmol/l				4,4	4,3	3,9	4,7		
Cl	97-108 mmol/l				102	104	104	102		
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	6,9			23,0	18,9	10,2	5,7		
Krea	44–110 µmol/l	80			284	162	99	93		
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²				0,33	0,65	1,18	1,27		
Gly	3,9 - 5,5 mmol/l				4,9					
CRP	1 – 10 mg/l				1					
Alb	36-63g/l				22,8	28	35	42,5		

Kazuistika 4 – „No tak neměl katetr, no...“

- Pacient, 88 let, přeložen na Vaše interní oddělení z psychiatrické nemocnice, kde byl hospitalizován pro syndrom demence s delirantními stavy k nastavení psychiatrické medikace.
- Před přijetím do psychiatrické nemocnice z hlediska interního stabilní, ledviny ve stadiu CHRI CKD3a
- V psychiatrické nemocnici rozvoj otoků dolních končetin, v medikaci navýšen Furosemid, na tomto otoky příliš nesplaskávají...
- Proto provedeny krevní odběry a s odvoláním na ně žádán překlad pacienta na interu... /viz dále/

Kazuistika 4 – „No tak neměl katetr, no...“

Anamnéza:

OA: Syndrom demence, v.s. rni etiologie, poruchy ni
Chronické srdeční selhání při CHICHS, st.p. dekomp. 2016 a za hosp. v PNČ
Ca prostaty (2006) pT1c (T3) N0 M0G 3 (kombinované Gleason score 3+5), zce diferencovany
rni adenokarcinom prostaty, stp. neoadj. hormonoterapii, stp nve
rni anemie z deficitu B12 a kys. Listove
ena hyperlipidemie
za, na substituci
St.p. herpes zoster reg. glutei lat. sin. v.s. 2016
St.p. CMP 2007 dle dok.

FA: Nolpaza 40 mg tbl 1-0-0 Carsaxa 100 mg tbl 0-1-0 Ketilept 25 mg tbl 0-0-1
Letrox 50 mg tbl 1/2- 0-0 Mirtazapin 15 mg tbl 0-0-1 Memigmin 10 mg tbl 2-0-0
Furon 40 mg tbl 1-0-0

Alergie: neguje

Abusus: neguje

Kazuistika 4 – „No tak neměl katetr, no...“

Fyzikální vyšetření:

při vědomí, projevy demence – zmatený, neorientovaný

AS reg, dýchání alveolární, čisté

břicho měkké, v podbříšku hmatná rezistence, při tlaku bolestivá,
peristaltika přítomna

DKK oteklé do poloviny bérců

Kazuistika 4 – „No tak neměl katetr, no...“

- Závěr:
 - Pacient má akutní selhání ledvin, které se rozvinulo během měsíce
 - vzhledem k věku je renální příčina málo pravděpodobná (glomerulonefritida spíše ne)
 - prerenální příčina při demenci (snížený příjem tekutin) a odvodnění furosemidem může mít vliv
 - hmatná rezistence v podbříšku je močový měchýř, po zavedení PMK odvádí 2,5 litru moči = jednoznačný důkaz obstrukce ve vývodných cestách močových
 - Pacient je po Ca prostaty, po radioterapii, má strikturu ureteru a měl by mít PMK trvale – po příjmu na Psychiatrii vytažen a omylem nezaveden...
 - Zavedením PMK se stav rapidně upravuje, interkurentní infekce přeléčena ATB

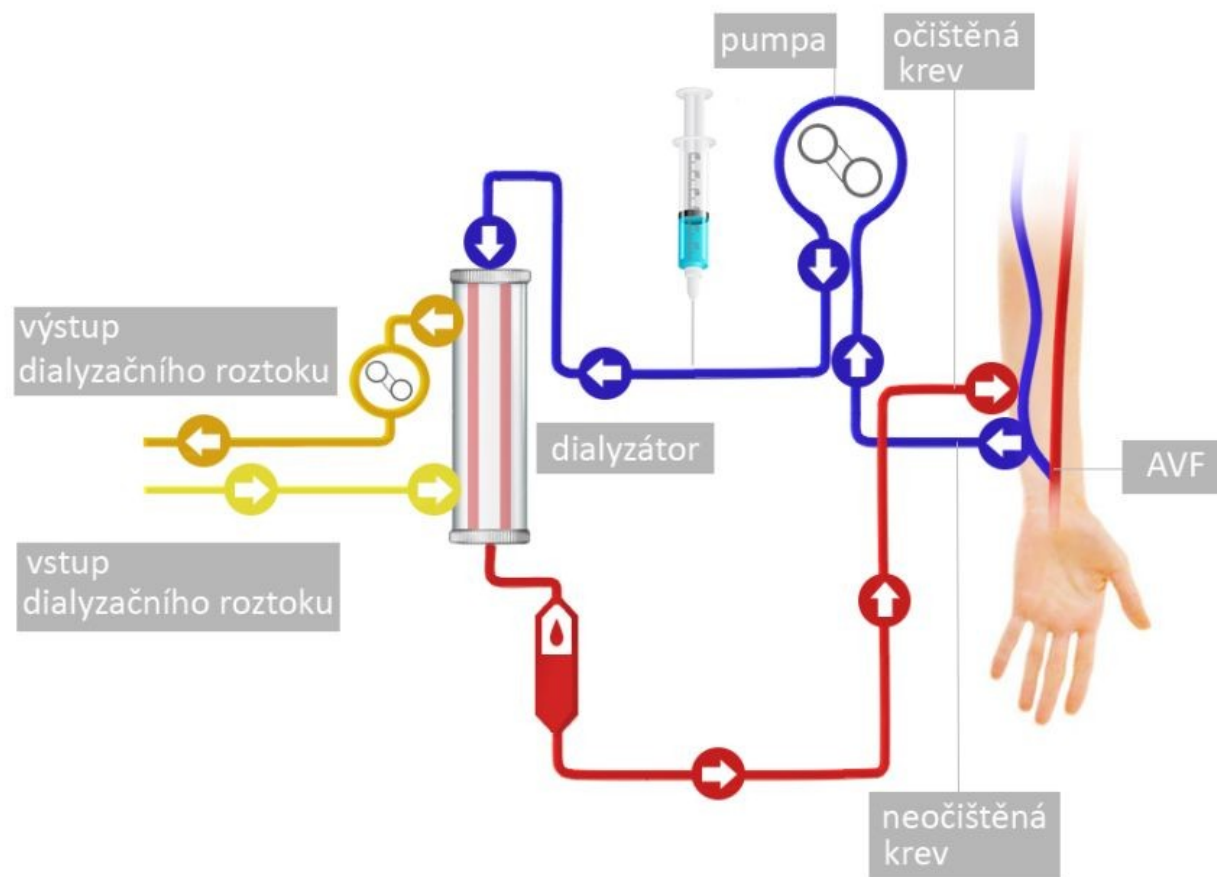


Hemodialýza

Jan Novák

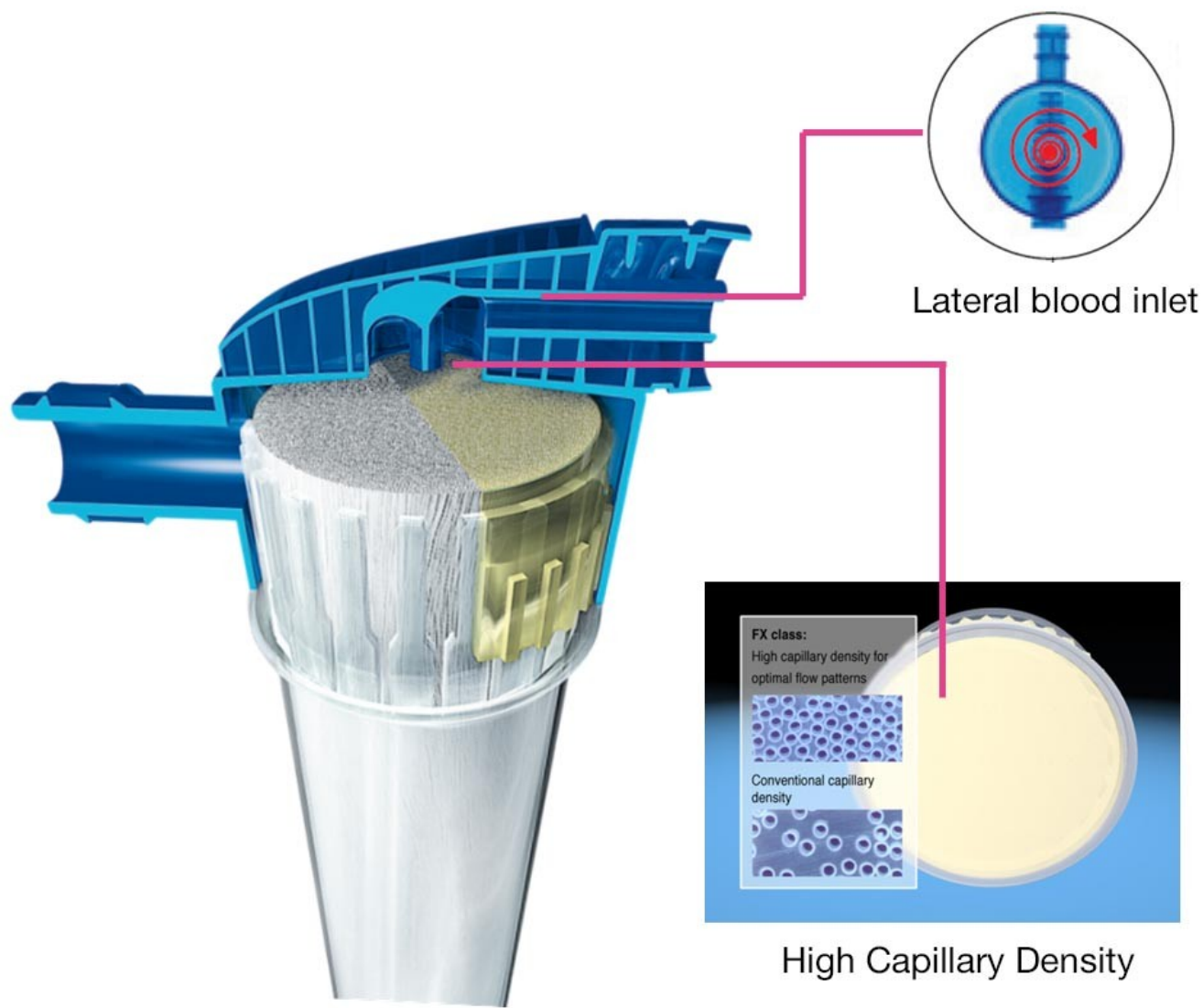
Hemodialýza

- Krev z těla pacienta je pumpována do kapiláry přístroje
- Zde N/toxické látky po koncentračním gradientu přecházejí do dial. roztoku a tím se krev pacienta očišťuje



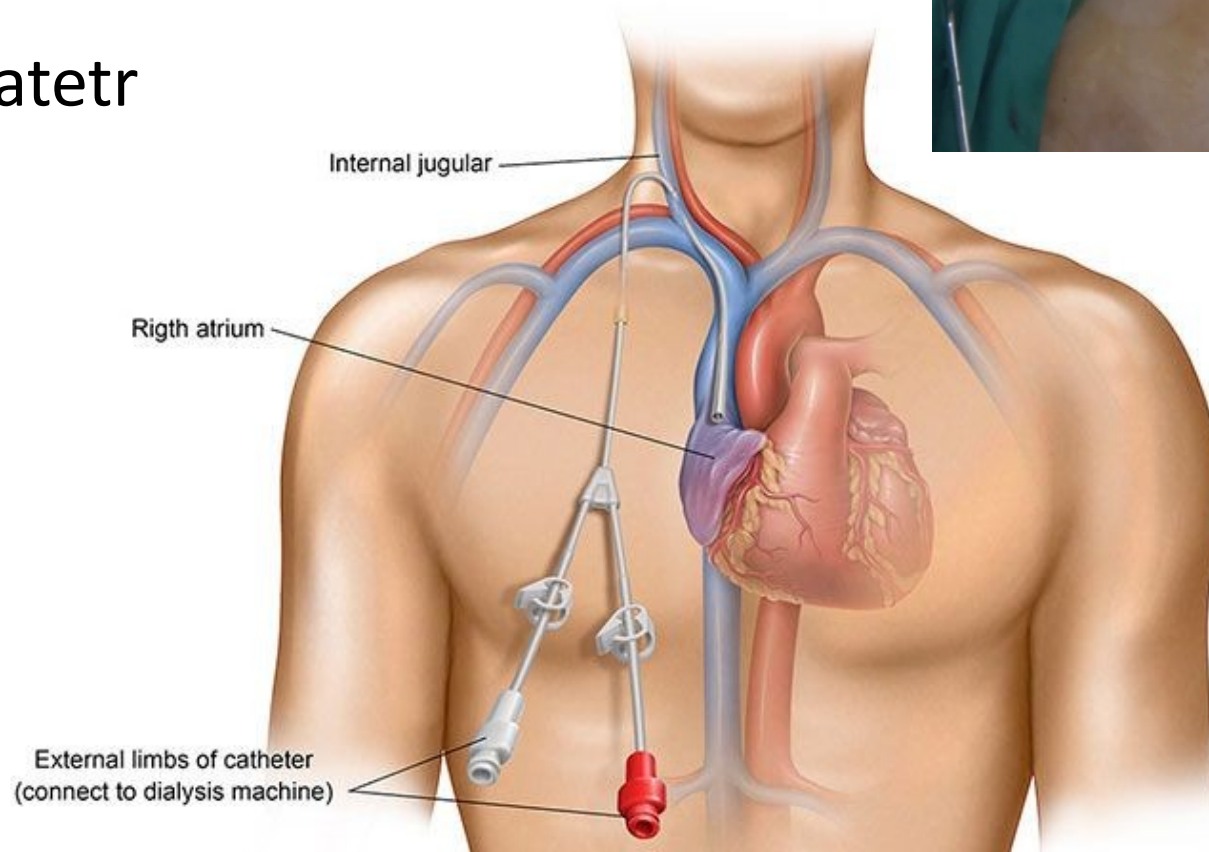
Hemodialýza

- Dialyzační kapilára je systém velice malých trubiček tvořených vysoce propustnou membránou, uvnitř kterých teče krev a které jsou omývány dialyzačním roztokem
- Protiproudový systém



Hemodialýza - vstupy

- Akutní HD =
dočasný HD katetr
 - V. Jug. Int.
 - V. Subclavia
 - V. femoralis



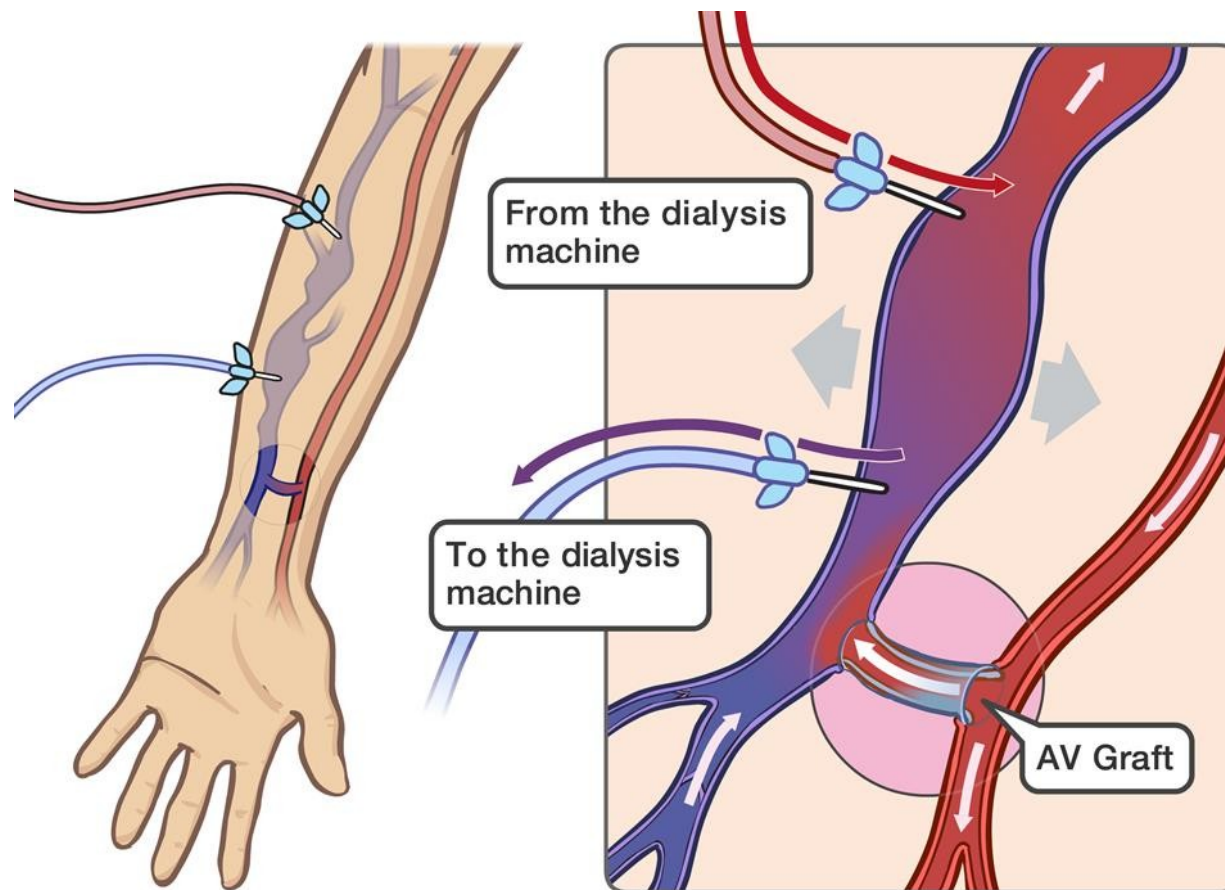
Hemodialýza - vstupy

- Chronická HD

- PermCath

- V. Jug. Int.
 - V. Subclavia
 - V. femoralis
 - Translumbárně

- AV shunt



© AboutKidsHealth.ca

Hemodialýza

Indikace k akutní HD:

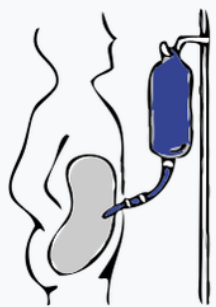
- hyperkalemie > 6 mmol/l
- hyperkalcemie $> 3,5$ mmol/l
- hyperurikemie > 1000 μ mol/l
- nekorigovatelná metabolická acidóza, pH $< 7,1$
- hyperhydratace se srdečním selháváním
- oligourie trvající déle než 3 dny
- intoxikace nízkomolekulárními látkami rozpustnými ve vodě

Hemodialýza

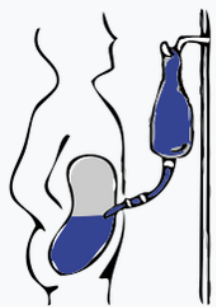
Indikace k zařazení do chronického HD programu:

- urea > 30 mmol/l,
- kreatinin 600–800 μ mol/l,
- clearance kreatininu < 0,25 ml/s

Peritoneální dialýza



Připojení



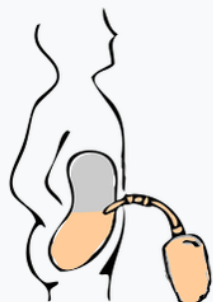
Infuze



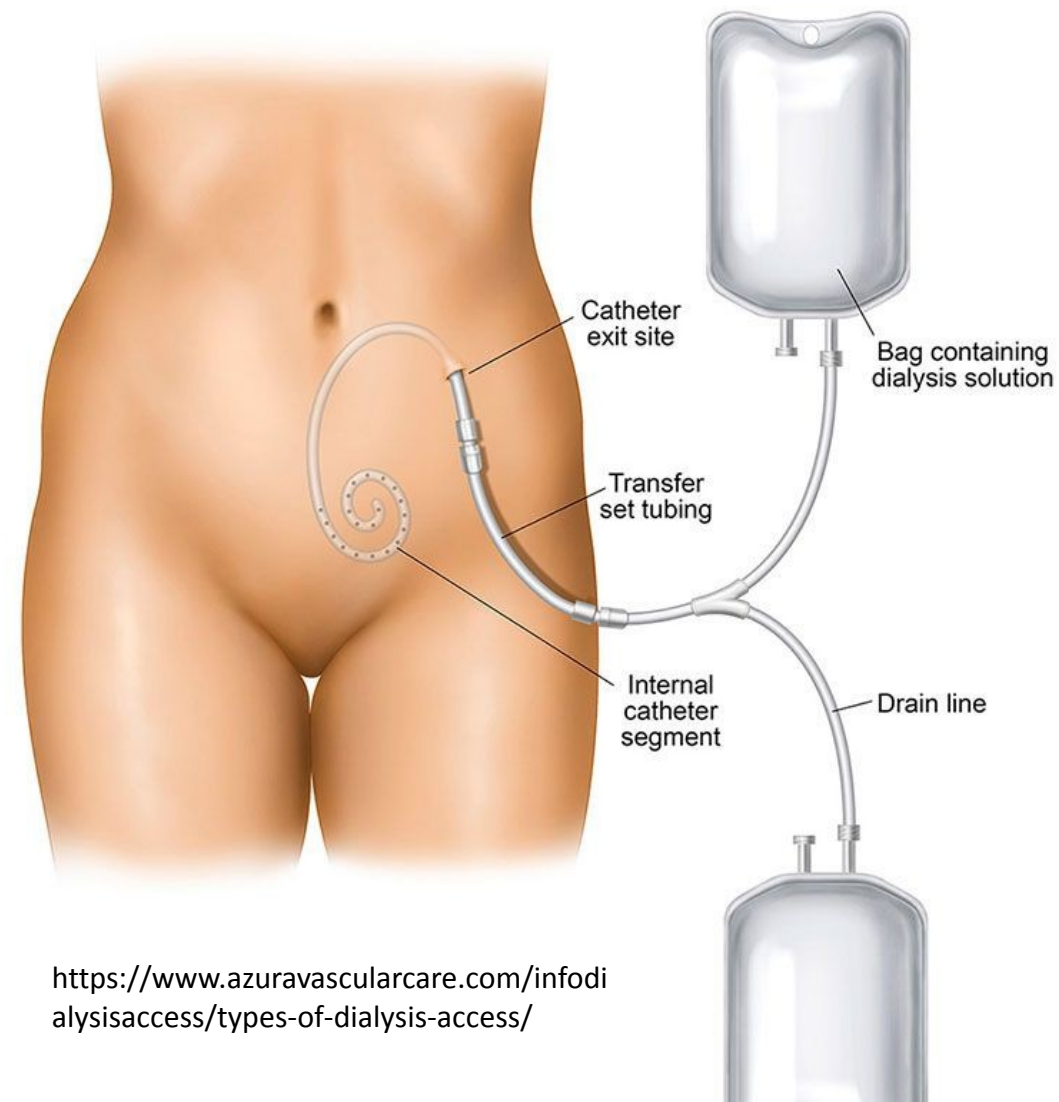
Difuze (čerstvý roztok)



Difuze (odpadní roztok)



Odvod kapaliny



<https://www.azuravascularcare.com/infodialisaccess/types-of-dialysis-access/>

Kazuistika 1 – Přejchod z predialýzy do dialýzy

Pacient, 45 let, s CHRI na podkladě diabetické nefropatie a hypertenzní nefrosklerózy, sledovaný ve vaší nefrologické ambulanci již řadu let.

I přes řádnou léčbu krevního tlaku i cukrovky během let vidíte postupný pokles renální funkce, progresi CHRI, pacient přestává močit, zhoršují se mu další výsledky (hladiny Ca, P, ...), proto se domluvíte na zahájení HD.

ZBV		2015	2016	2017	2018					
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	17,2	20,0	20,7	40,0					
Krea	44–110 µmol/l	276	357	353	642					
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,46	0,33	0,34	0,16					

Kazuistika 1 – Přejchod z predialýzy do dialýzy

Pacient podstoupí cévní vyšetření – má kvalitní cévy na obou horních končetinách, proto je mu na nedominantní končetině založena AV spojka.

Po založení čekáte asi 4 týdny aby se mohla rozvinout, načež zahajujete pravidelnou dialyzační léčbu 2x týdně.

ZBV		2015	2016	2017	2018	po HD	Před HD	Po HD	Před HD	Po HD
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	17,2	20,0	20,7	40,0	18,5	34,1	16,7	17,4	5,0
Krea	44–110 µmol/l	276	357	353	642	262	502	357	588	287
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,46	0,33	0,34	0,16	0,49	0,14	0,21	0,11	0,46

Kazuistika 1 – Od dialýzy k transplantaci

Pacient se postupně z HD programu 2x týdně dostává do HD programu 3x týdně a zároveň je zařazen na čekací listinu pro pacienty na transplantaci ledviny.

Vhodný kadaverózní dárce se pro pacienta objevuje cca po 2 letech.

ZBV		21.7.	22.7.	23.7.	24.7.	25.7.	28.7.	1.8.	14.8.	1.9.	10.9.
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	25,1	31,5	33,5	34,1	30,7	31,5	25,0	19,3	7,2	6,0
Krea	44–110 μ mol/l	766	759	728	502	357	297	236	178	99	91
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,08	0,08	0,09	0,14	0,21	0,26	0,34	0,48	0,98	1,09

Transplantace

Dimise

Kazuistika 2 – Peritoneální dialýza

Pacient, 54 let, s CHRI na bázi chronické IgA nefropatie + FSGS (biopticky verifikováno 2006). Dále má nefrogenní anémii, hypertenzi a hyperparathyreózu, léčen s DM2T, je po radikální prostatektomii pro Ca prostaty.

Postupně se během posledního roku horší renální fce, domluva na PDP.

ZBV		29.11.19	4.5.20	15.6.20	2.7.20				
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	29,0	35,9	36,8	35,1				
Krea	44–110 μ mol/l	401	521	588	580				
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,23	0,17	0,14	0,15				



Zahájen PDP

Kazuistika 2 – Peritoneální dialýza

Pacient je podnikatel, aktivní, nepřeje si dojíždět do nemocnice na hemodialýzu.

Rozebrány možnosti peritoneální dialýzy, tuto preferuje, proto zaveden Tenckhoffův katetr a zahájen program peritoneální dialýzy.

Režim:

1. Napouštění (během 15 minut, 2300 ml roztoku), 1. napouštění večer
2. Prodleva (čas, kdy je roztok v peritoneální dutině: 1h 28minut), poté vypuštění
3. Takto celkem 4x během noci automatickým přístrojem
4. Po poslední výměně napustit 500ml a vypustit večer před dalším cyklem

Kazuistika 2 – Peritoneální dialýza

Pacienti v programu chronické peritoneální dialýzy mívají vyšší hodnoty urei a kreatininu, než by měli v hemodialyzačním programu. Dlouhodobě si na ně zvyknou.

V případě, že dojde k vymizení diurézy, použijí se roztoky s vyšší osmolaritou, které osmoticky z těla vytáhnou vodu (poté pacient napouští cca 2300 ml a vypouští 2500 a více ml)

ZBV		29.11.19	4.5.20	15.6.20	2.7.20	3.8.	28.8.	8.10	
Urea	1,7 – 8,3 mmol/l	29,0	35,9	36,8	35,1	21,6	24,5	25,0	
Krea	44–110 μ mol/l	401	521	588	580	543	540	590	
GFR	> 1 ml/s/1,73m ²	0,23	0,17	0,14	0,15	0,16	0,16	0,14	



Zahájen PDP



Děkuji za
pozornost