



# Kontinuálne eliminačné metódy v praxi

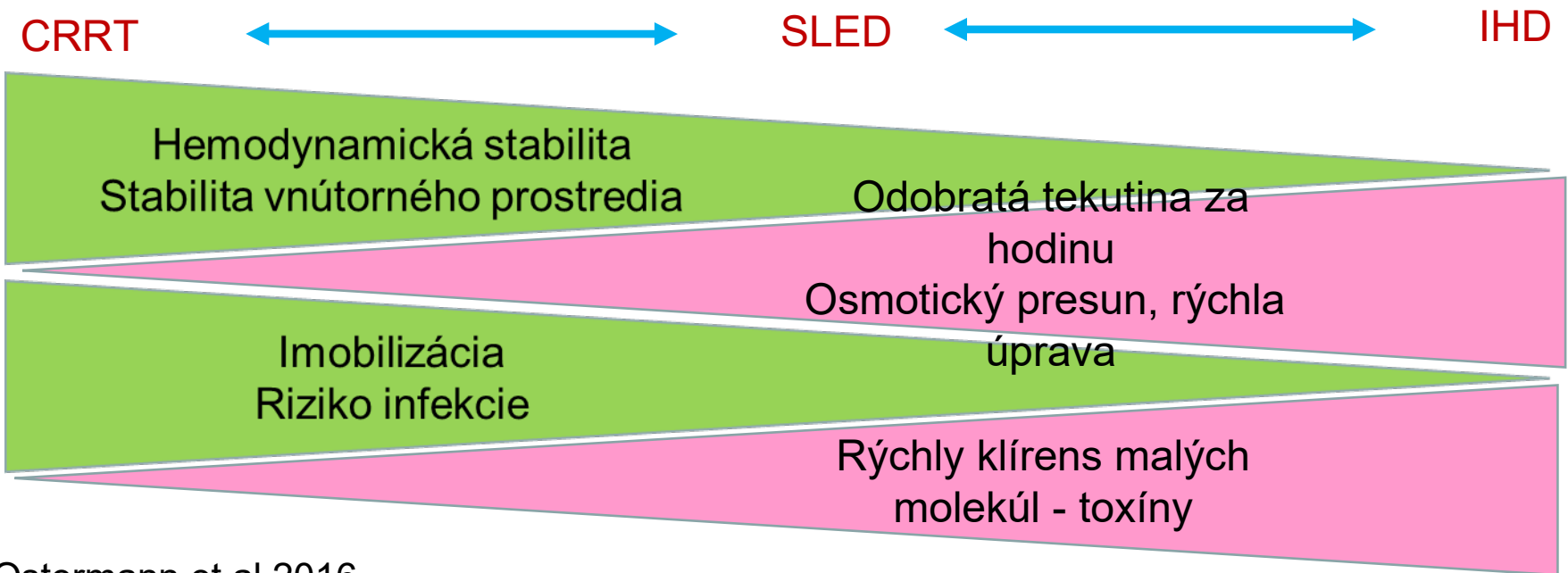
Jankó Viktor

Centrum eliminačných metód Medimpax, Bratislava

Detská klinika anestéziológie a intenzívnej medicíny, NÚDCH, Bratislava

# Eliminácia na PICU

- Využívanie eliminačných metód na jednotkách intenzívnej starostlivosti sa za posledných 10 rokov výrazne zmenilo.
- Stúpa počet detí so sepsou a multiorgánovým zlyhaním následkom intenzívnej chemoterapie, alebo akútnej infekcie pri preexistujúcom chronickom ochorení.
- Vo výbere eliminačných metód sa čoraz významnejšie zohľadňuje **trvanie** danej metódy - rýchla zmena zloženia a objemu telesnej tekutiny môže viesť k nepriaznivému vývoju klinického stavu.



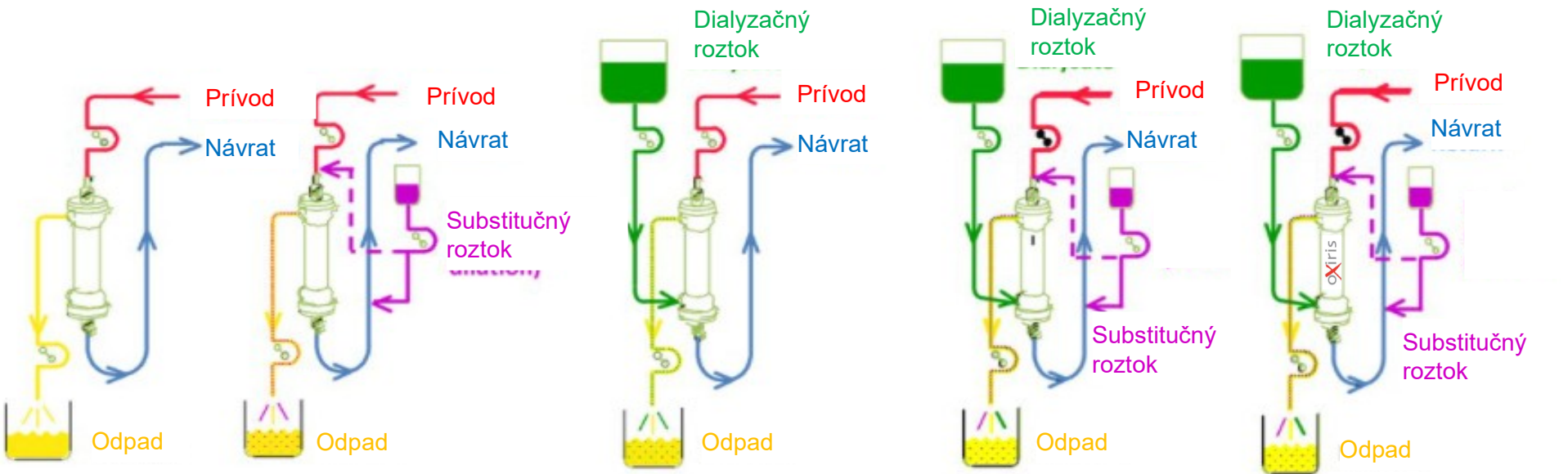
# Kontinuálne metódy



Vývoj je nezastaviteľný

# CRRT - modality

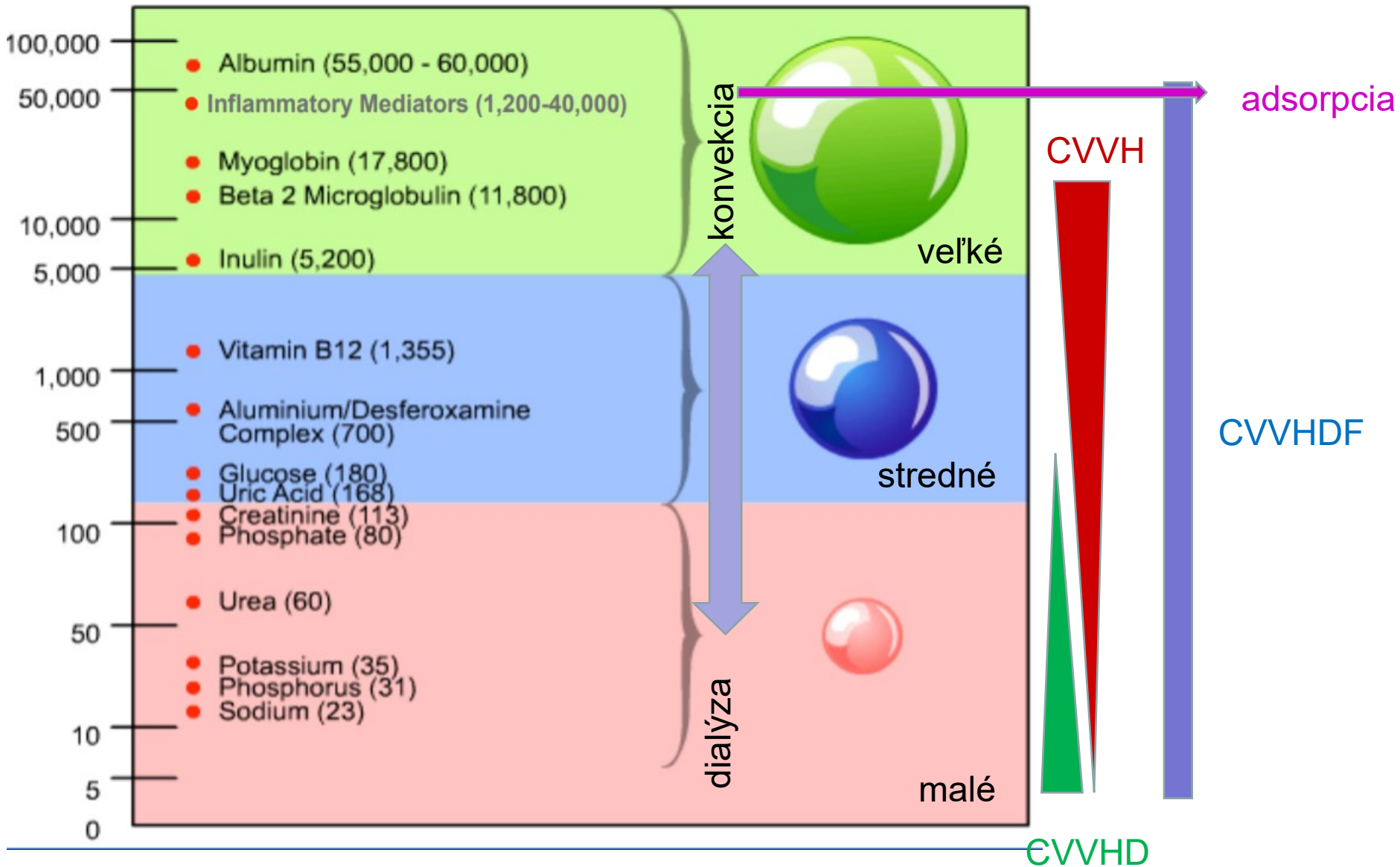
- SCUF** – Slow continuous ultrafiltration
- CVVH** – Continuous veno-venous hemofiltration
- CVVHD** – Continuous veno-venous hemodialysis
- CVVHDF** – Continuous veno-venous hemodiafiltration



SCUF	CVVH	CVVHD	CVVHDF	CVVHDF + adsorpcia
Neupravuje vnútorné prostredie	Konvekcia	Difúzia	Difúzia + konvekcia	Difúzia + konvekcia+adsorpcia
Odber tekutiny	Odber tekutiny + veľké molekuly	Odber tekutiny + malé molekuly	Odber tekutiny + malé a veľké molekuly	Odber tekutiny malé a veľké molekuly <b>cytokíny</b>



# Čo eliminujeme ?



# Antikoagulácia - CRRT

- **ŽIADNA – preplach membrány s fyziologickým roztokom**
  - Hypokoagulácia - Trombocyty pod  $50 \times 10^9/l$ , INR 1,5-2, rAPTT 1,5-2
  - Aktívne krvácanie, pooperačný stav – 24 hodín
- **SYSTÉMOVÁ** - ovplyvňuje koagulačnú kaskádu v okruhu i v tele pacienta

**CAVE !!!**  
Substitúcia  
koagulačných  
faktorov

- **Heparín**

- Príprava stroja (preplach 1/1 FR s heparínom 5000 U/l)
- Bolus heparínu 10-20 U/kg, kontinuálna infúzia heparínu 10-20U/kg
- Cieľová hodnota rAPTT 1,5-2,0 – kontrola á 30 min až 1 h
- Nežiadúce účinky – HIT, krvácanie
- Výhoda – antidotum – 1 mg protamin = 100 IU, skúsenosti, štúdie pre efektívnu terapiu

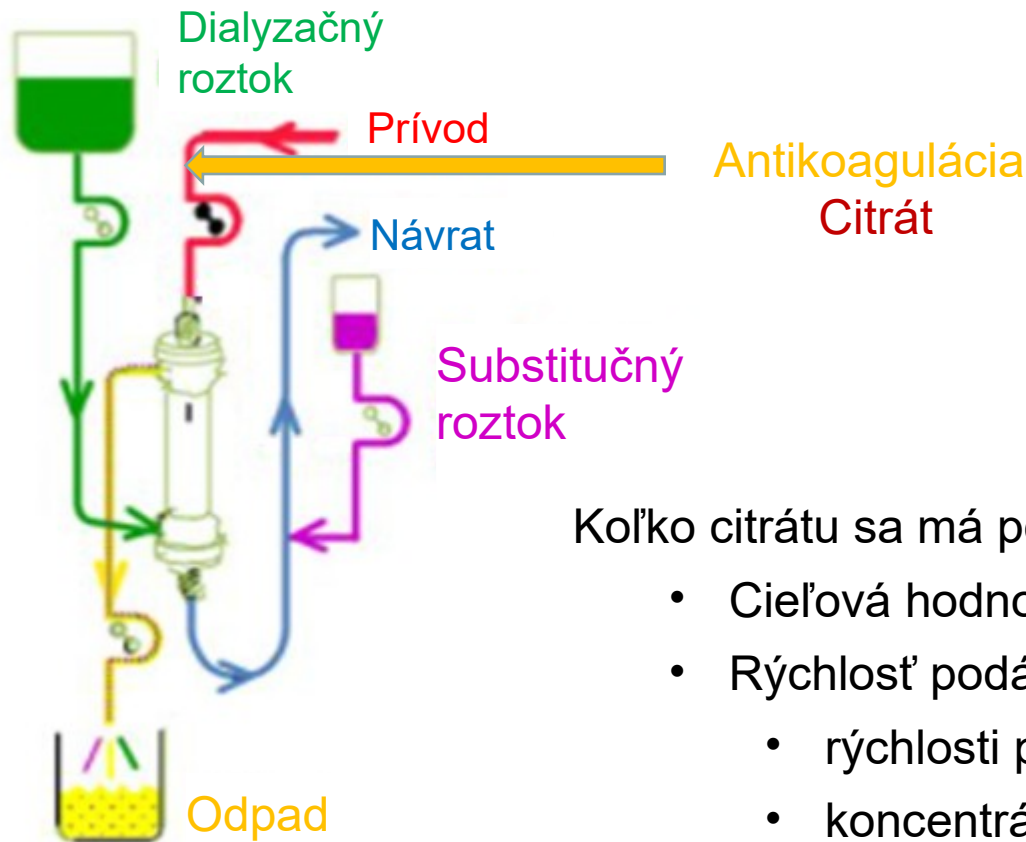
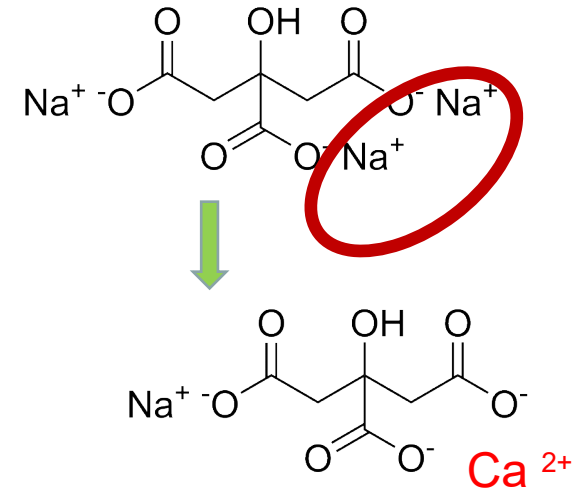
**CAVE !!!**  
Heparín vs tumor  
substitúcia AT III

- **Frakcionovaný heparin – LMW heparín**

- Modifikované dávkovanie
- Kumulácia v organizme - anti-Xa 0,25-0,3 IU/mL

# Citrátová - regionálna antikoagulácia

- funguje na princípe vyviazania kalcia citrátom
- citrát (citrátový roztok) sa podáva pred filtrom



Koľko citrátu sa má podať ?

- Cieľová hodnota 2-5 (3) mmol citátu na liter krvi
- Rýchlosť podávania citrátu závisí od
  - rýchlosti prietoku krvi (BFR – ml/min)
  - koncentrácie citrátu !!!

# Regionálna citrátová antikoagulácia (RCA)

- Cieľová hodnota 2-5 (3) mmol citrátu na liter krvi
  - nepriame monitorovanie dávku citrátu pomocou ionizovaného vápnik v stroji a u pacienta
- Citrát sa metabolizuje v pečeni (50-70%), vo svaloch (20%) v obličkách (5%) na bikarbonáty (časť v glukoneogenéze).

1 mmol/l citrát = 3 mmol  $\text{HCO}_3^-$
- Citrát sa odstraňuje dialýzou a konvekciou – kumulácia citrátu
- Pacientom tolerovaná bezpečná dávka citrátu 15-17 mmol/h (u detí 5-8mmol/h).
- Pri RCA sa používa vždy dialyzačný roztok bez vápnika !!
- Pacient má fyziologickú hemokoaguláciu!

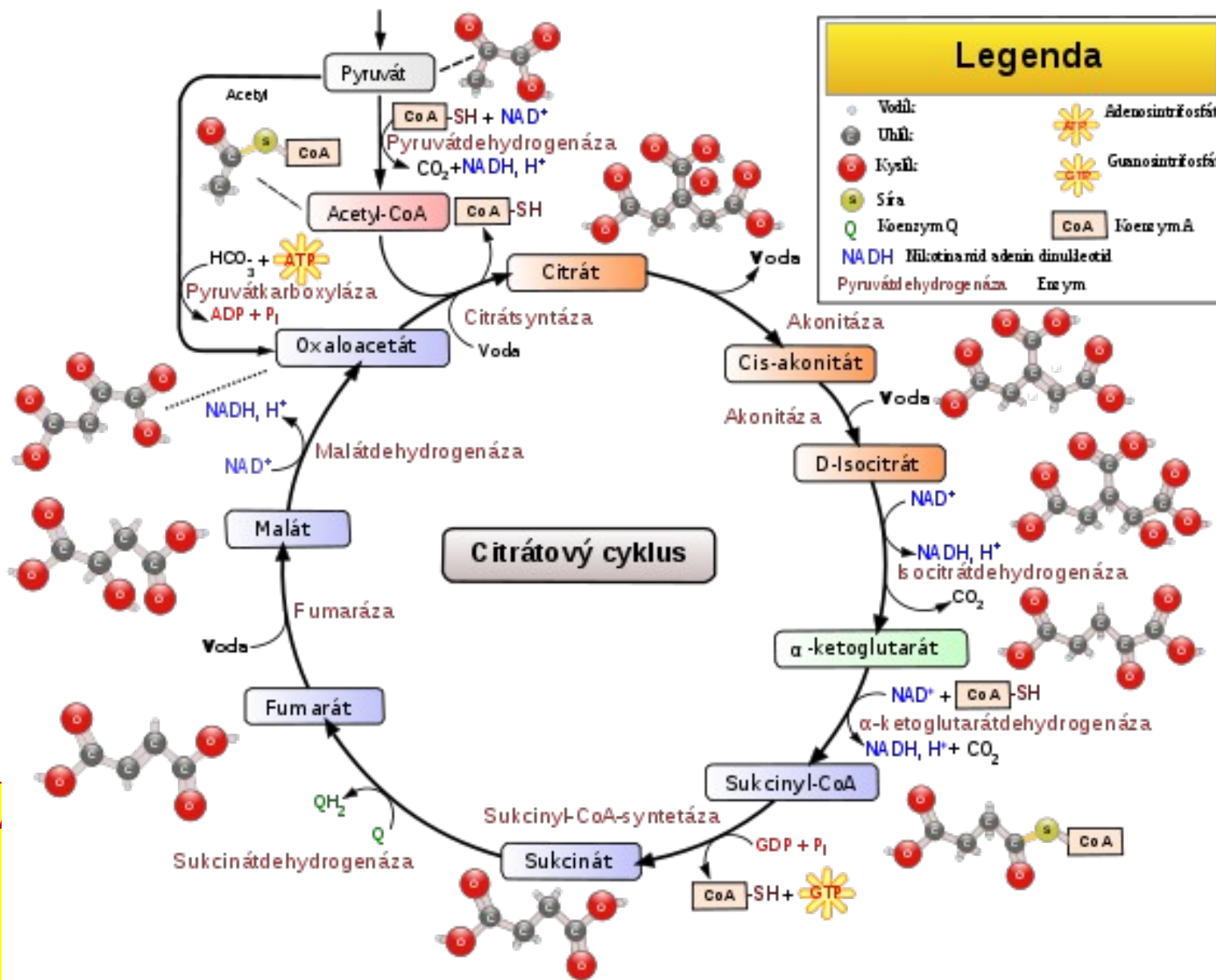
**CAVE !!!** Výživa

**CAVE !!!**

Hepatálne zlyhanie, resuscitácia, laktátová acidóza

**REDUKOVAŤ** dávku citrátu o 50 % tzn. 5-7 mmol/h (3-4 mmol/h)

# Regionálna citrátová antikoagulácia (RCA)



v stroji

5%) na

1 mol/h).

výživa

CAV



# Regionálna citrátová antikoagulácia (RCA)

- Cieľová hodnota 2-5 (3) mmol citrátu na liter krvi
  - nepriame monitorovanie dávku citrátu pomocou ionizovaného vápnik v stroji a u pacienta
- Citrát sa metabolizuje v pečeni (50-70%), vo svaloch (20%) v obličkách (5%) na bikarbonáty (časť v glukoneogénéze).

1 mmol/l citrát = 3 mmol  $\text{HCO}_3^-$
- Citrát sa odstraňuje dialýzou a konvekciou – kumulácia citrátu
- Pacientom tolerovaná bezpečná dávka citrátu 15-17 mmol/h (u detí 5-8mmol/h).
- Pri RCA sa používa vždy dialyzačný roztok bez vápnika !!
- Pacient má fyziologickú hemokoaguláciu!

**CAVE !!!** Výživa

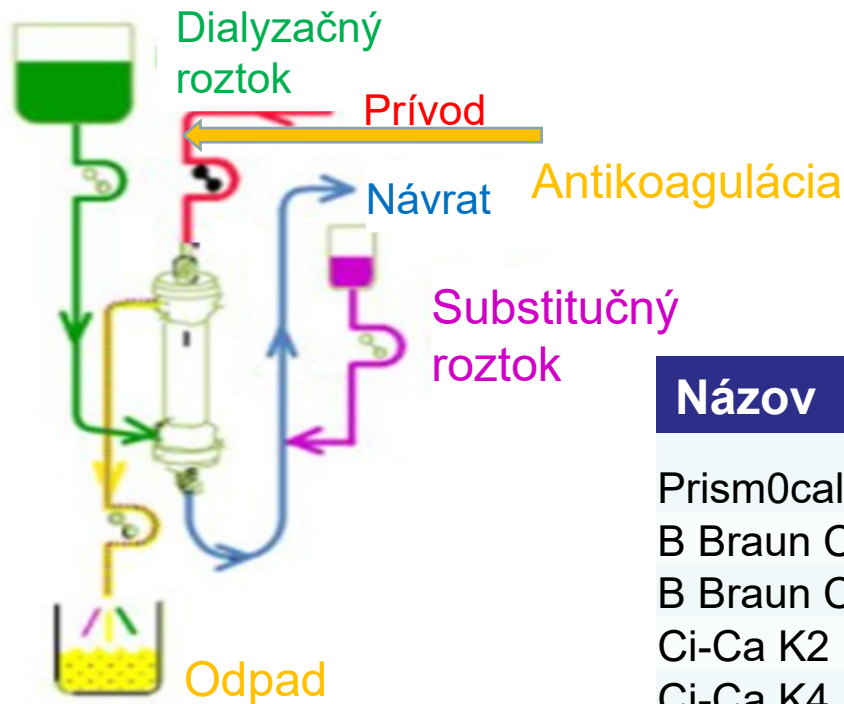
**CAVE !!!**

Hepatálne zlyhanie, resuscitácia, laktátová acidóza

**REDUKOVAŤ** dávku citrátu o 50 % tzn. 5-7 mmol/h (3-4 mmol/h)

# Citrátová - regionálna antikoagulácia

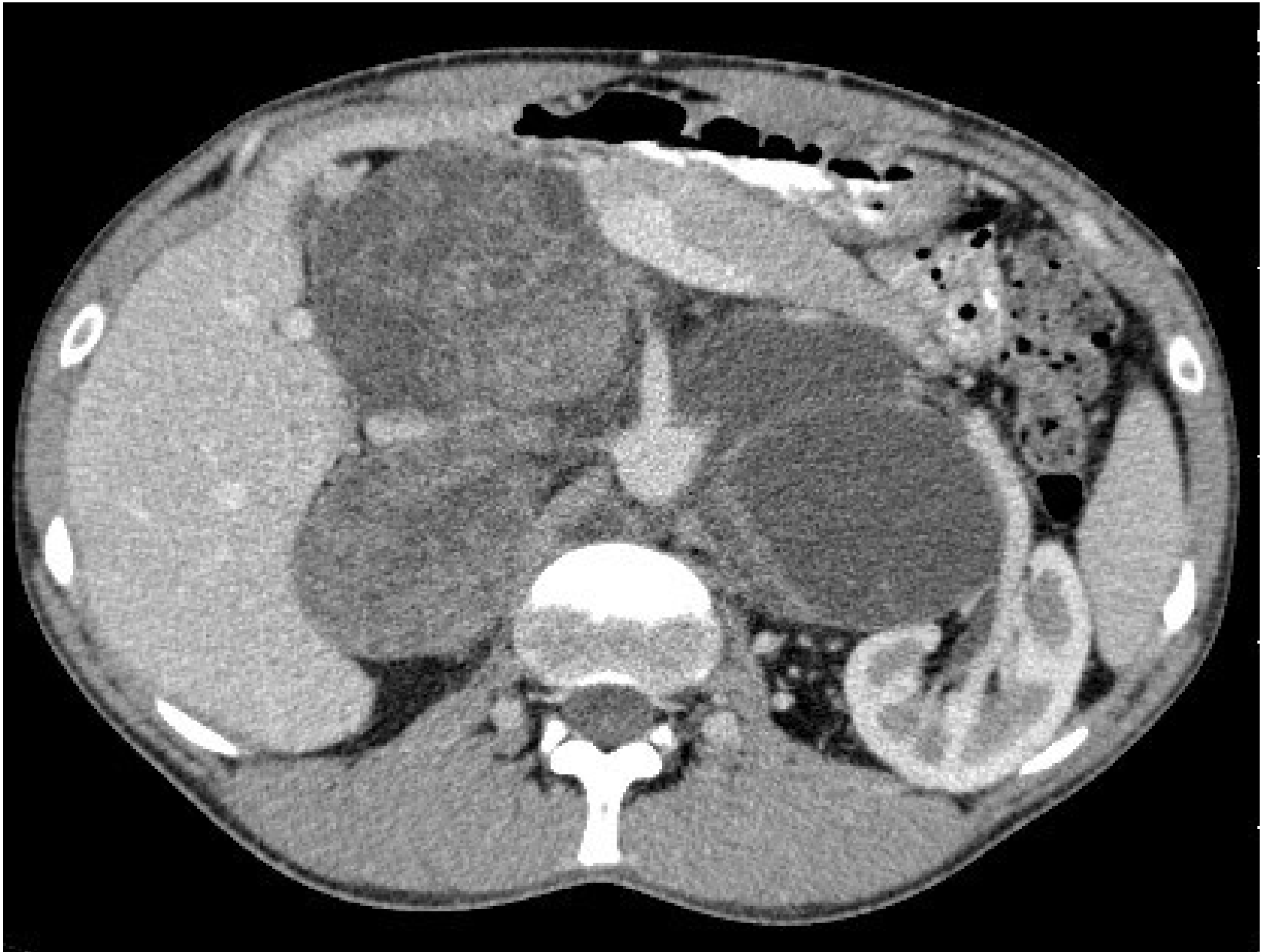
Názov	Prismocitrate 18/0	Citrasol 4%	TSC 4%
Koncentrácia citrátu (mmol/l)	18	136,4	136
BFR – prietok krvi (ml/min)	100	100	100
Rýchlosť prietoku citrátu (ml/h)	1800	132,3	131,9
Objem vaku (ml)	5000	2000	2000



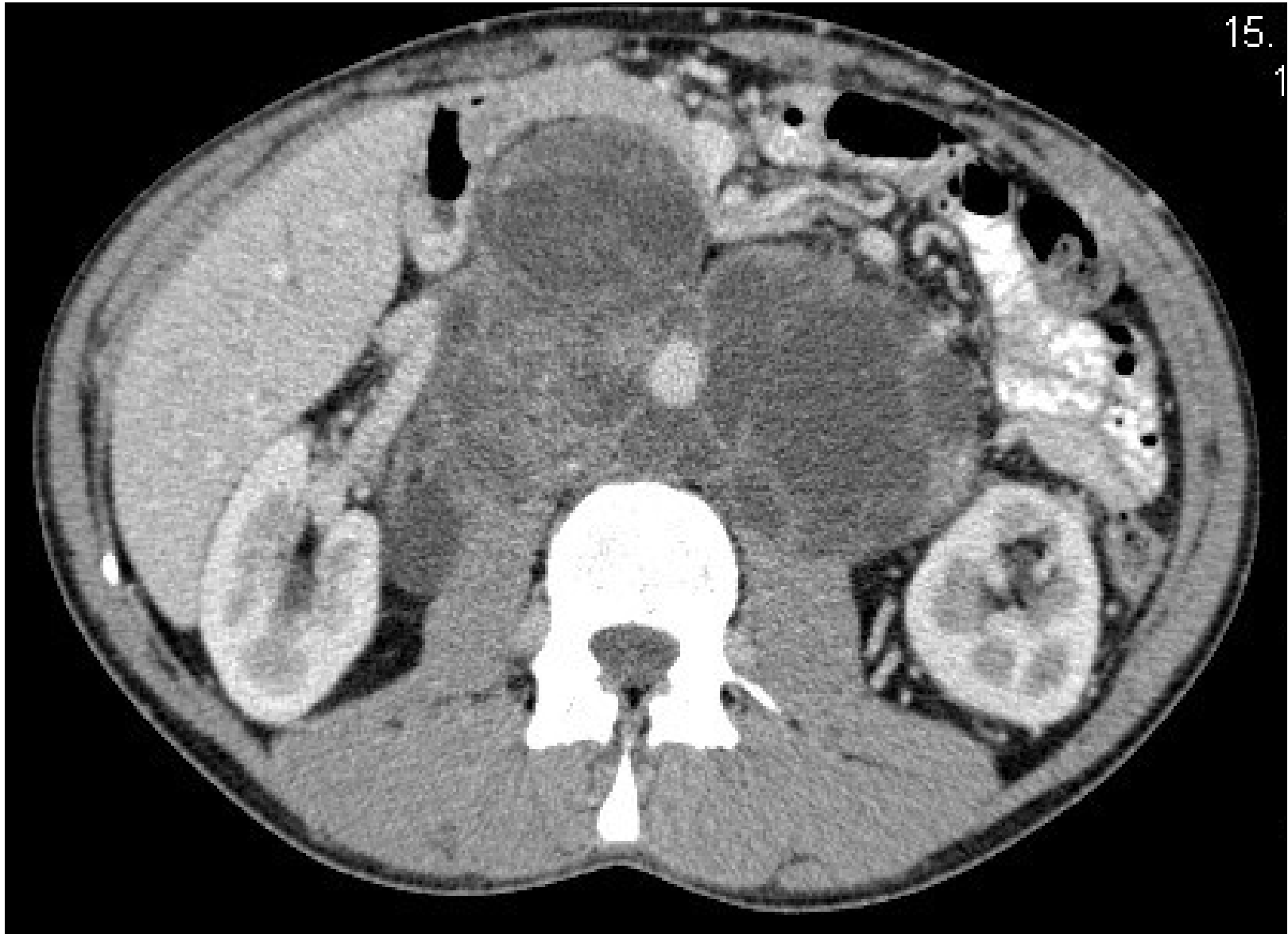
## Špeciálne dialyzačné roztoky

Názov	Na	K	Ca	Mg	HCO <sub>3</sub>
Prism0calB22	140	4	0	0,75	22
B Braun Ca free solution K4	136	4	0	0,75	25
B Braun Ca free solution K2	136	2	0	0,75	25
Ci-Ca K2	133	2	0	0,75	20
Ci-Ca K4	133	4	0	0,75	20

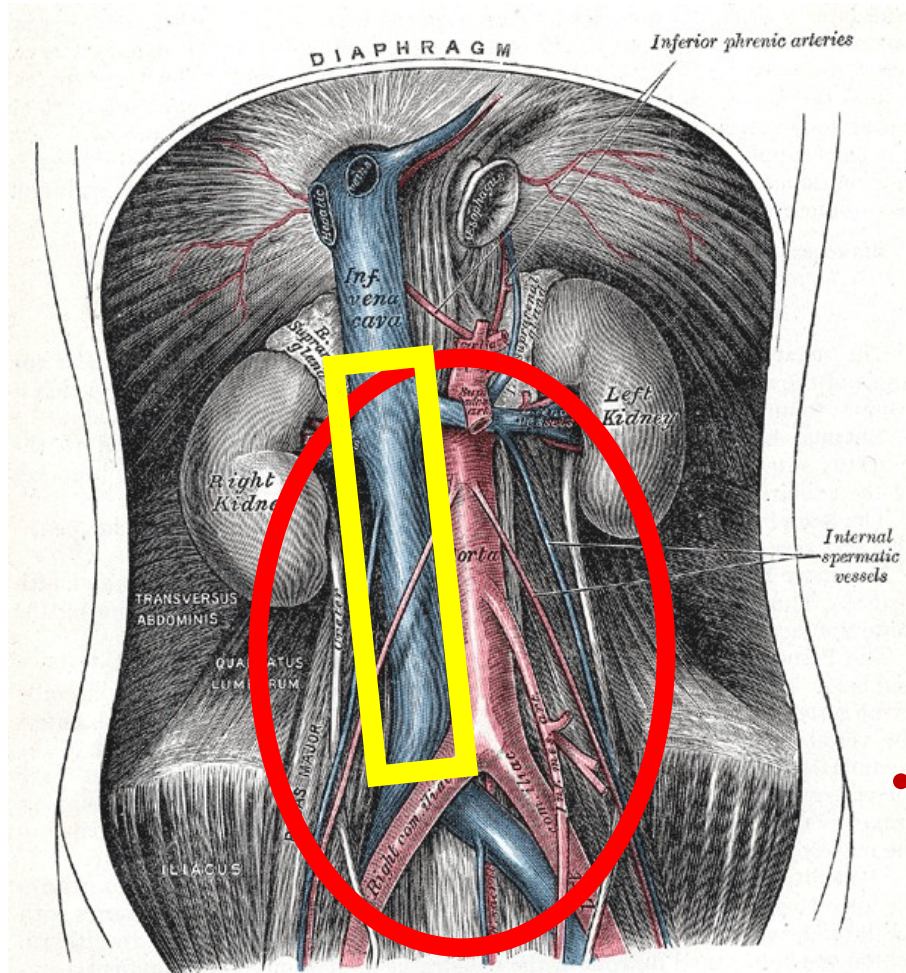
# Michal 18 ročný – rozsah tumoru



# Michal 18 ročný – rozsah tumoru



# Rozsah tumoru



- **Operácia**

- Odstránenie tumorovej masy
- Obojstranná nefrektómia
- Premostenie trombotizovanej v. cava inferior
- Autoransplantácia aspoň jednej obličky do Goratexovej cievnej náhrady
- Potrebná antikoagulácia masívne krvácanie

- **Komplikácie**

- Hyperkaliémia u nefrektomovaného pacienta po ischemizácii dolných končatín
- Krvácanie z veľkých ciev a okolia tumoru

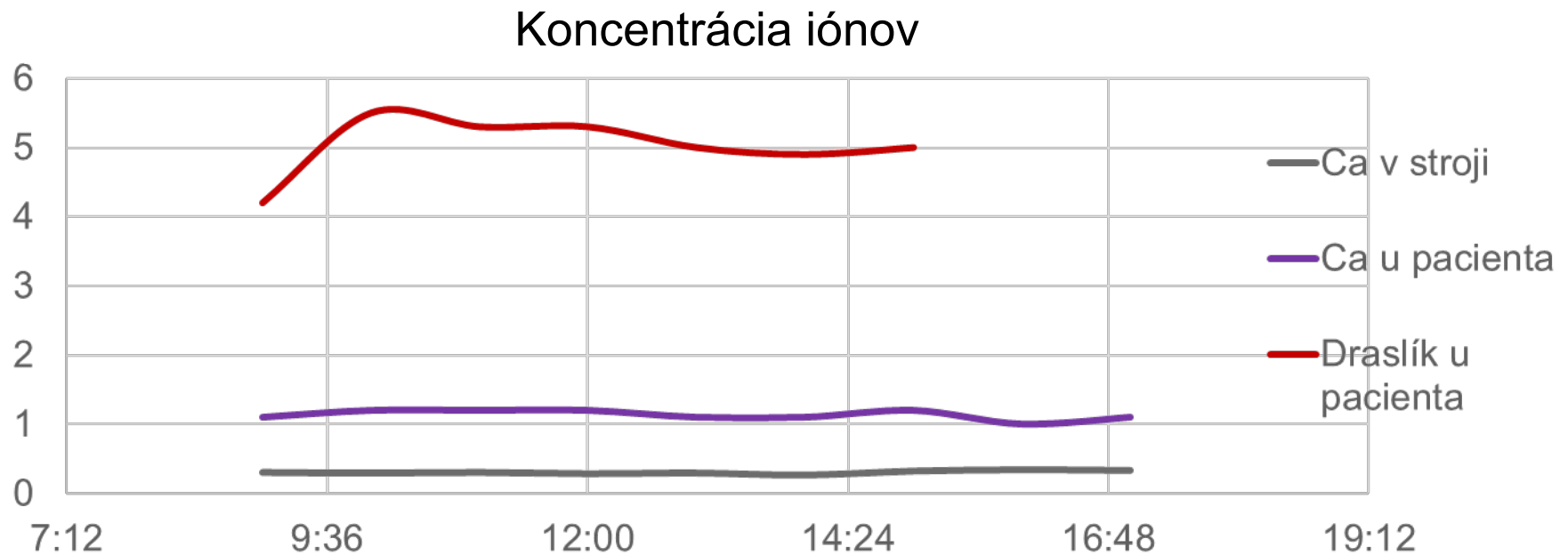
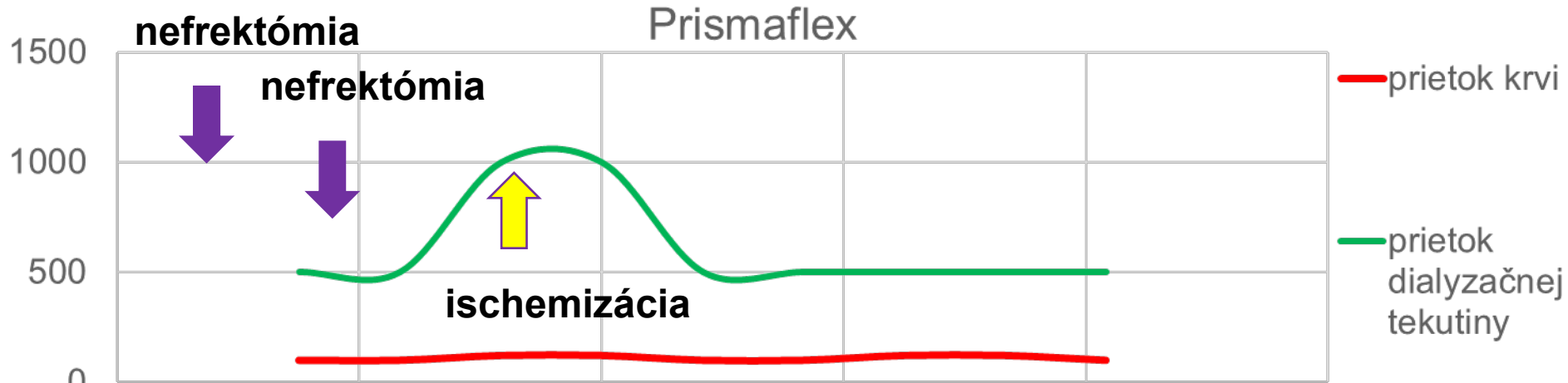


# Tímová spolupráca

- Anestéziológ
  - monitorovanie vitálnych funkcií
  - Anestézia, ventilácia
  - Transfúzie
  - Podávanie liekov podľa pokynov operatéra
- Chirurg
  - 1. skupina 4 lekári – operačný výkon
  - 2. skupina 2 lekári – príprava obličky na transplantáciu
- Dialyzačný tím
  - Stabilizácia vnútorného prostredia
  - Antikoagulácia – regionálna a celková
  - Každý pokyn operatéra analyzuje – diskutuje



# Dialýza počas operácie (CRRT – CVVHDF)



**Hlavná výhoda citrátovej regionálnej antikoagulácie  
Pacient má normálnu hemokoaguláciu !!!**



# Crush syndróm - syndróm zmliaždenia tkanív

Hmotnosť 100 kg, vek 17 rokov





# Crush syndróm - syndróm zmliaždenia tkanív

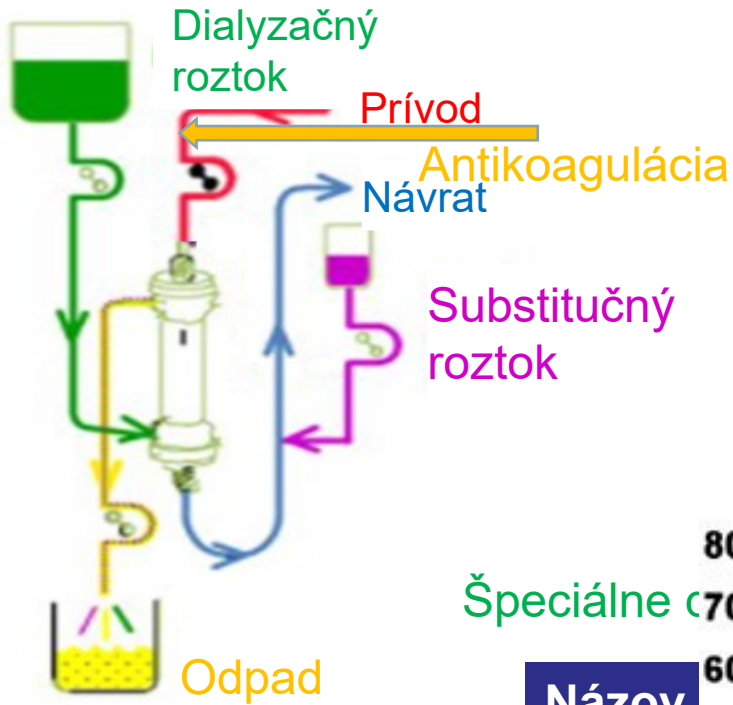
Hmotnosť 100 kg, vek 17 rokov



Glukóza	6,5
Urea	21,2
Kreatinín	380
Sodík	143
<b>Draslík</b>	<b>9,53</b>
Chloridy	96
Interleukín 6	3809
C-reaktívny proteín	171,8
Prokalcitonín	594,48
AST	74,52
ALT	33,33
CK	1245,5
HCO3	14,2

Ako by ste postupovali ?

# Dialyzačný roztok



- Rýchlosť eliminácie malých molekúl závisí od:
- Prietoku krvi
  - Plochy membrány
  - Metódy CRRT: CVVH - ECVVHD - ECVVHDF
  - Prietoku dialyzačnej a substitučnej tekutiny
  - Zloženie dialyzačnej tekutiny
  - Teplota roztokov

Špeciálne c

Názov

Prism0ca

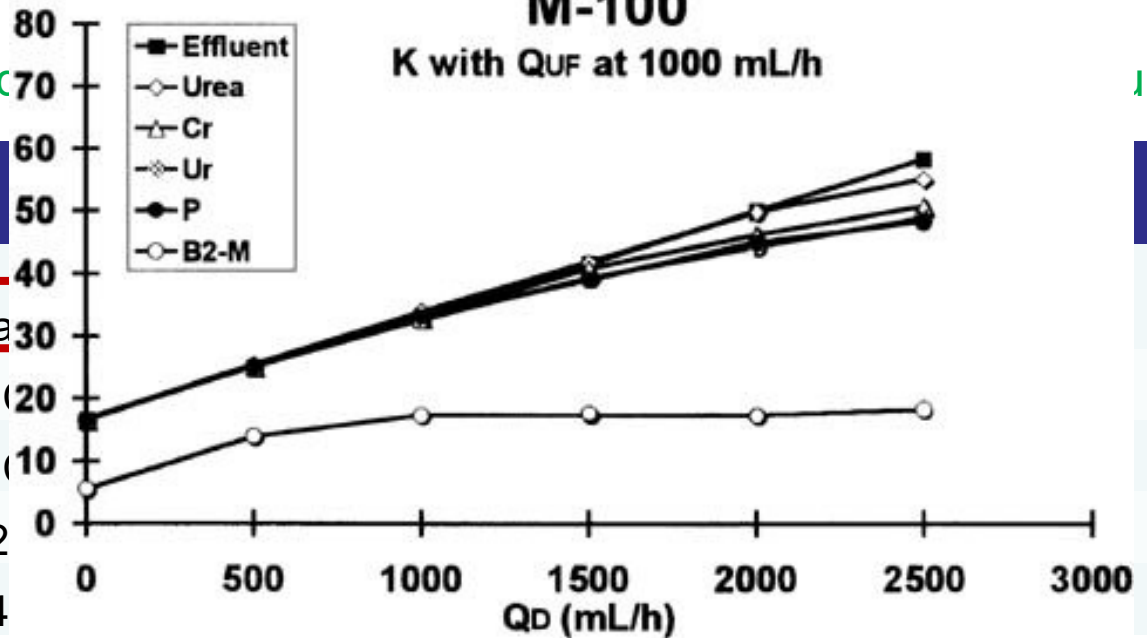
B Braun

B Braun

Ci-Ca K2

Ci-Ca K4

**M-100**  
K with QUF at 1000 mL/h







prismaflex

Urban Tomáš  
0800222890 Carol  
ID: 00000000000000000000  
2400 T08.B

**Stav** 100 kg 00:57 00:57 19:00  
▶ CVVHDF ☑ CVVHDF

Predpis		Antikoagulácia	
Krv	300 ml/min		
Citrát PBP	3000 ml/h		
Dialyzát	1500 ml/h		
Náhrada	600 ml/h		
	Post		
Tekut. odobr. od pac.	0 ml/h		
Odtok	5127 ml/h		
Dávka odtoku	51 ml/kg/h		
Dávka UFR	29 ml/kg/h		
Filtr Frakcia	25 %		

**Tlaky (mmHg)**

Prívod	-102	300
Filtračný	342	450
Odtok	133	500
Spätný	243	350

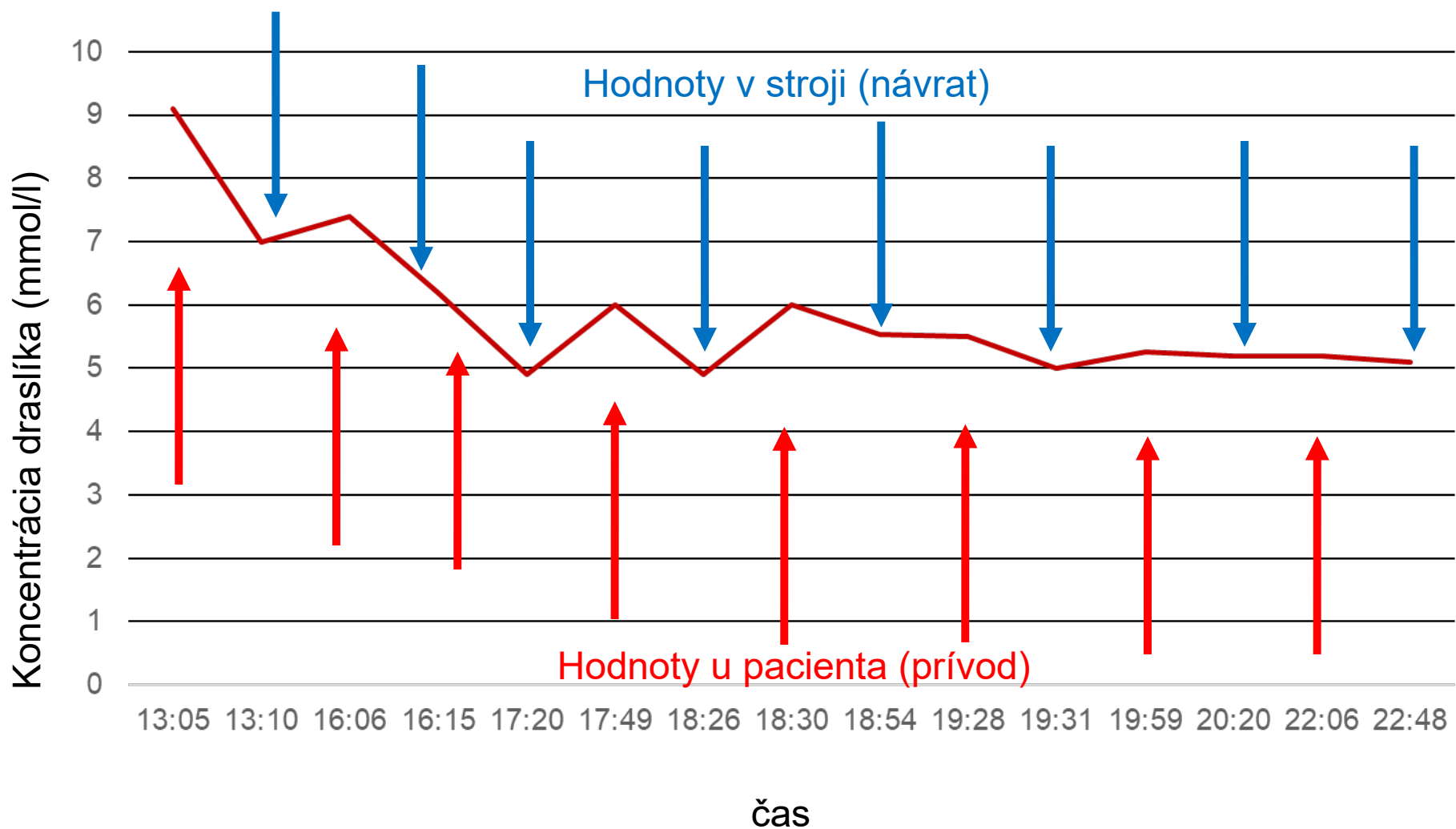
**Informácie** **TMP**

Ďalší zásah za: 0 h 56 min  
Kvôli: Odtokový vak plný.

**NASTAV**

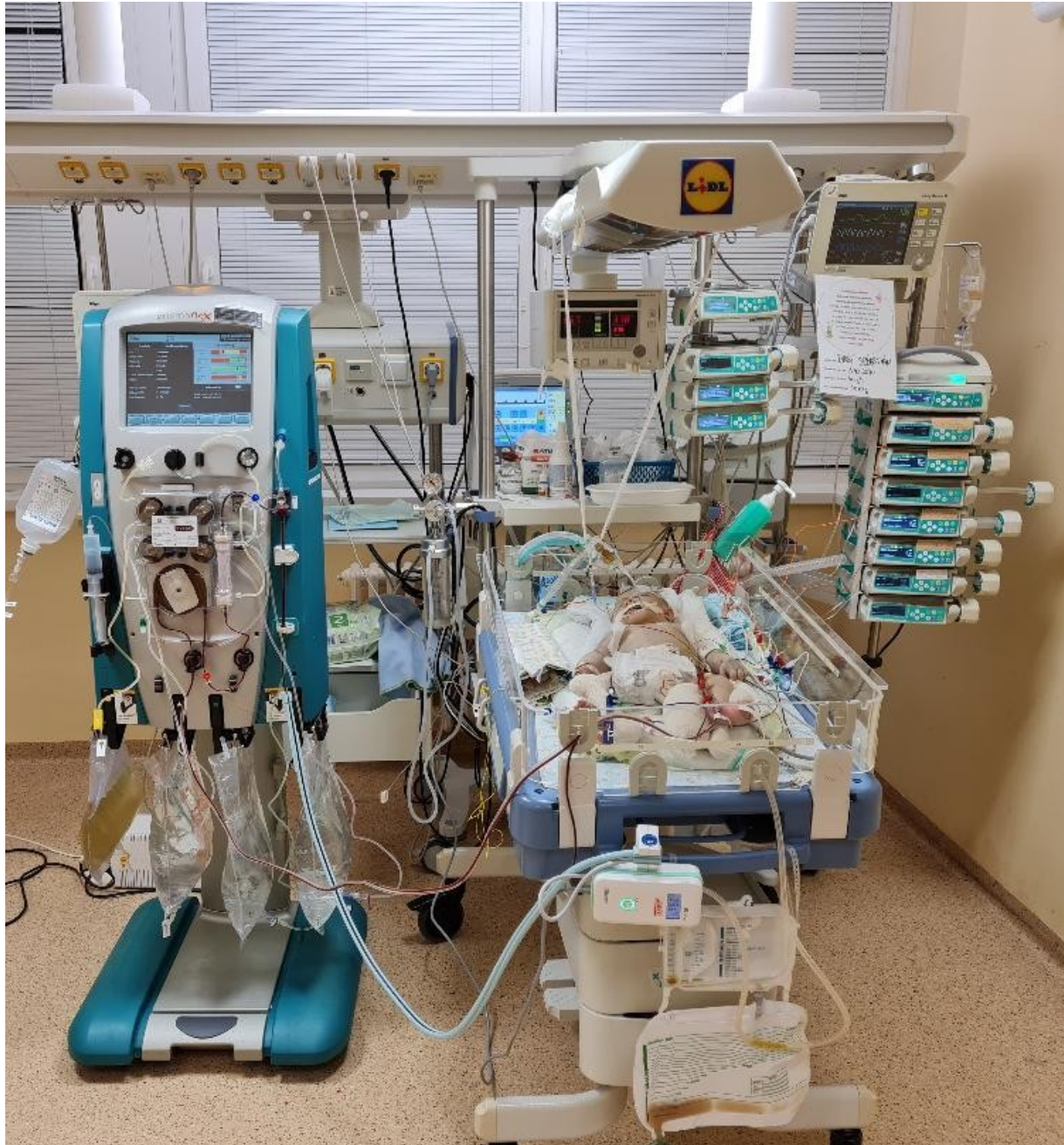
STOP    VYMEŇ VAKY    VYMEŇ STR./VED.    NASTAV KOMORU    SYST NÁSTR    HISTÓRIA    POMOC

# Koncentrácia draslíka počas operácie





# Cievny prístup

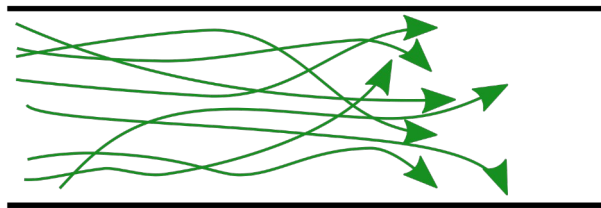


# Dialyzačný CVK



Hagenov-Poiseleov zákon

$$Q = \frac{\pi r^4 \Delta p}{8L\eta}$$



kde  $r$  je polomer trubice  
 $\eta$  dynamická viskozita  
 $\Delta p$  rozdiel tlakov na začiatku a na konci trubice  
 $L$  dĺžka trubice

- hrúbka katétra
- hematokrit pacienta
- rýchlosť prietoku krvi
- dĺžka katétra

Úzky katéter

– turbulentné prúdenie

Pomalé prúdenie v hrubom CVK

– riziko upchatia CVK

Podľa možnosti 3 lúmenový CVK

Pozor na umiestnenie - dialyzačný CVK a výživový CVK !!!



Zvoliť taký cievny prístup, ktorý v danom čase umožní mimotelovú elimináciu za najbezpečnejších podmienok, pričom sa má zachovať funkčnosť cievy aj po ukončení eliminácie !! - nepoužívať v. subclavia



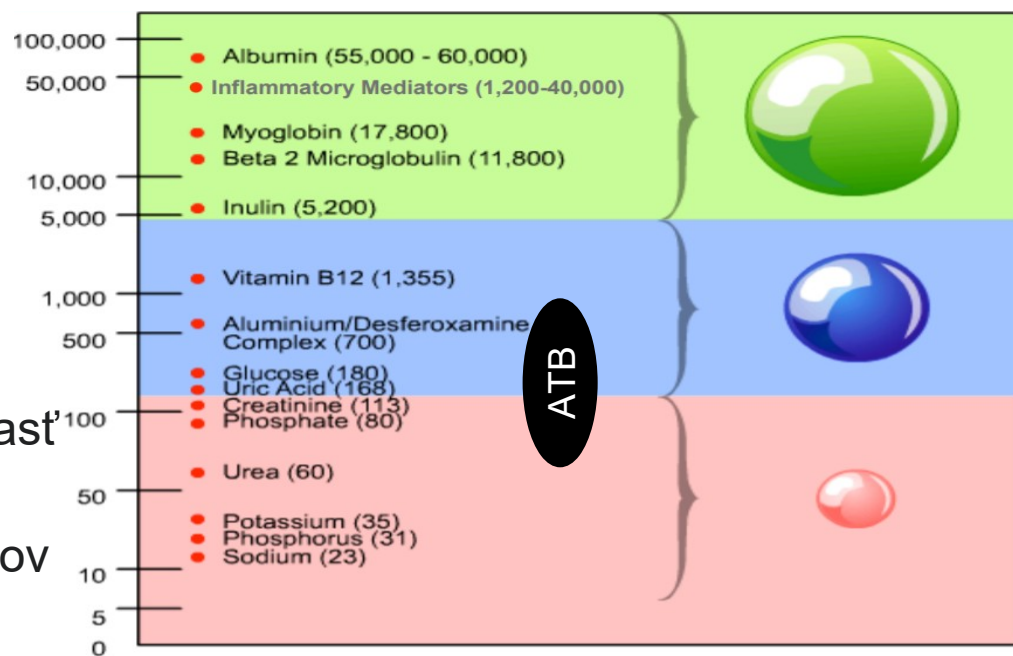
# Cievny prístup



# Dávkovanie antibiotík

- Nesprávne dávkovanie ATB
  - nežiadúce účinky
  - rezistencia mikroorganizmov
  - zlyhanie terapie
- Dávkovanie ATB počas CRRT
  - Rôzne metódy
  - Antibiotiká majú molekulovú hmotnosť do 750 D
  - Väzba na bielkoviny – len voľná časť je dialyzovateľná
  - Tvar molekuly antibiotík a tvar pórov na membráne
  - Predilúcia – menšia strata ATB
  - Postdilúcia – väčšia strata ATB
  - Lieky, ktoré sa obličkami eliminujú len v nepatrnom množstve sa podávajú bez zmeny dávkovacej schémy

Hemodialýza ≠ CRRT



amphotericin, azitromycín, ceftriaxon, doxycyklín, linezolid, metronidazol, micafungin, oxacilin, rifampicin, tigecyklin, vorikonazol

Urea, kreatinín, kyselina močová sú na hornej hranici normy = dávka ATB bez zmeny

# Dávkovanie antibiotík

Liek	Nasycovacia dávka	Dávka pri CVVHD - podľa rýchlosti dialyzančnej tekutiny			Dávka pri CVVH - podľa rýchlosti substitučnej tekutiny		
		1 L/h	2 L/h	3-4 L/h	1 L/h	2 L/h	3-4 L/h
Aminoglykozidy							
Amikacin	10 mg/kg	Ďalšia dávka po 24 h podľa reziduálnej koncentrácie			Ďalšia dávka po 24 h podľa reziduálnej koncentrácie		
Gentamicin	3 mg/kg						
Acyklovír	nepodať	5-7,5 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 12h	5-7,5 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 24h	
Ampicilín/sulbaktám	3 g	1,5-3g á8h	1,5-3g á6-8h	1,5-3g á6h	1,5-3g á8-12h		
Aztreonam	2 g	1 g á 8h alebo 2 g á12h	1g á 8h alebo 2 g á12h	2 g á8h	1 g á 8h	2 g á12h	2 g á6-8h
Cefazolín	2 g	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8h	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8h
Cefepím	2 g	1 g á8h	1 g á6h	2 g á8h	1 g á8h	1 g á6h	2 g á8h
Cefepím (neutropénia)	2g	2g á12h		2g á8h	2g á12h		2g á8h
Ceftazidím	2 g	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8hb	1 g á12h	2 g á12h	2 g á8hb
Kolistín	NA	2,5 mg/kg á24h	2,5 mg/kg á24h	2-3 mg/kg á12h	2,5 mg/kg á48 h		
Ertapenem	1g	1g IV á24h			minimálna eliminácia		
Fluconazol	800 mg	400 mg á24h	800 mg á24h	800 mg á24h	200 mg á24h	400 mg á24h	400 mg á12h
	(12 mg/kg)	800 mg á24h					
Ganciklovir	5 mg/kg	2,5 mg/kg á24h	5 mg/kg á 24h 2,5 mg/kg á12h	5 mg/kg á12h	minimálna eliminácia		
Levofloxacin	500 mg	250-750 mg á24h			250 mg á24h		
Meropenem	1-2 g	500 mg á8h	500 mg á8h	500 mg á6h	500 mg á12h	500 mg á8h	500 mg á6h
Meropenem (meningitída, cystická fibróza)	2 g	2g á12h		2g á8h	2g á12h		2g á8h
Oseltamivir	NA	150 mg á12h			minimálna eliminácia		
Piperacillin/tazobactam	NA	4,5 g predĺžená infúza - 4 hodiny á8h			4,5 g predĺžená infúza - 4 hodiny á8h		
Trimethoprim/sulfamethoxazol (TMP/SMX)	10 mg/kg	10 mg/kg/deň (TMP) podávané á12h			2,5-7,5 mg/kg/deň (TMP) podávané á12h		
Vankomycín	20-25 mg/kg	10-15 mg/kg á 24h podľa reziduálnej koncentrácie			500 mg á 12 h podľa reziduálnej koncentrácie		

# Ďalšie lieky

- Katecholamíny
  - podľa typu eliminačnej metódy sa odstraňuje 30-50 %
  - dávka podľa efektu, kombinovať
- Výživa
  - Samotný citrát má energetickú hodnotu 10,38 kcal/mmol = 2,5 kcal/g.
  - Príjem bielkovín 1,5-2,5 g/kg/deň u pacientov na CRRT
  - Celkový denný energetický príjem by mal obsahovať v 30-40% tuky **Dialyzátor**
  - **Riziko hypofosfatémie** - generalizovaná svalová slabosť, paralýza dýchacích svalov, dysfunkcia myokardu, znížená periférna vaskulárna rezistencia, metabolická encefalopatia
  - Suplementácia vitamínov
    - B1 – bazálna dávka + 83 ug/l odpadovej tekutiny
    - B6 – bazálna dávka
    - Ac. folicum – bazálna dávka + 4,4 ug/l odpadovej tekutiny
    - B 12 – nie je potrebná suplementácia
    - C – denná dávka navýšená o 1,9 mg/l odpadovej tekutiny
    - ADEK – bazálna denná dávka
  - Stopové prvky - bazálna denná dávka – **mangán** kumulácia



# Ako by to malo vyzerat' v praxi

- 3 ročný pacient, hmotnosť 18 kg,
  - 3 dni hnačky a vracanie s teplotami do 38,5
  - 4 h od prijatia rýchla progresia stavu – septický šok, doskovité brucho
  - Urgentná laparotómia, evakuácia 700 ml mliečne skaleného obsahu
  - Zavedený CVK v. femoralis l dx.
  - Objemová resuscitácia, katecholamínová podpora a preklad NÚDCH Bratislava

TK 81/73, UPV PD: 30/ min, sat 96%, TT 36,3 °C PP 150/min

Leukocyty	1,5	PT /Quick/	14,2	Interleukín 6	35490
Erytrocyty	3,62	PT /Quick/INR	1,2	CRP	169,1
Hemoglobín	6,2	PT /Quick/%	70,6	Prokalcitonín	185,04
Hematokrit	20,9	APTT-s	50,8	Glukóza	1,5
Trombocyty	71	APTT-kontrola	26	Urea	16,9
Neutrofily%	46,9	APTT ratio	1,95	Kreatinín	114
Lymfocyty%	45,5	Fibrinogén	5,3		
Monocyty%	4,1	Antitrombín	54,3		
Eozinofily%	2,8				
Bazofily%	0,7				

Gentamycin, cefotaxim, metronidazol

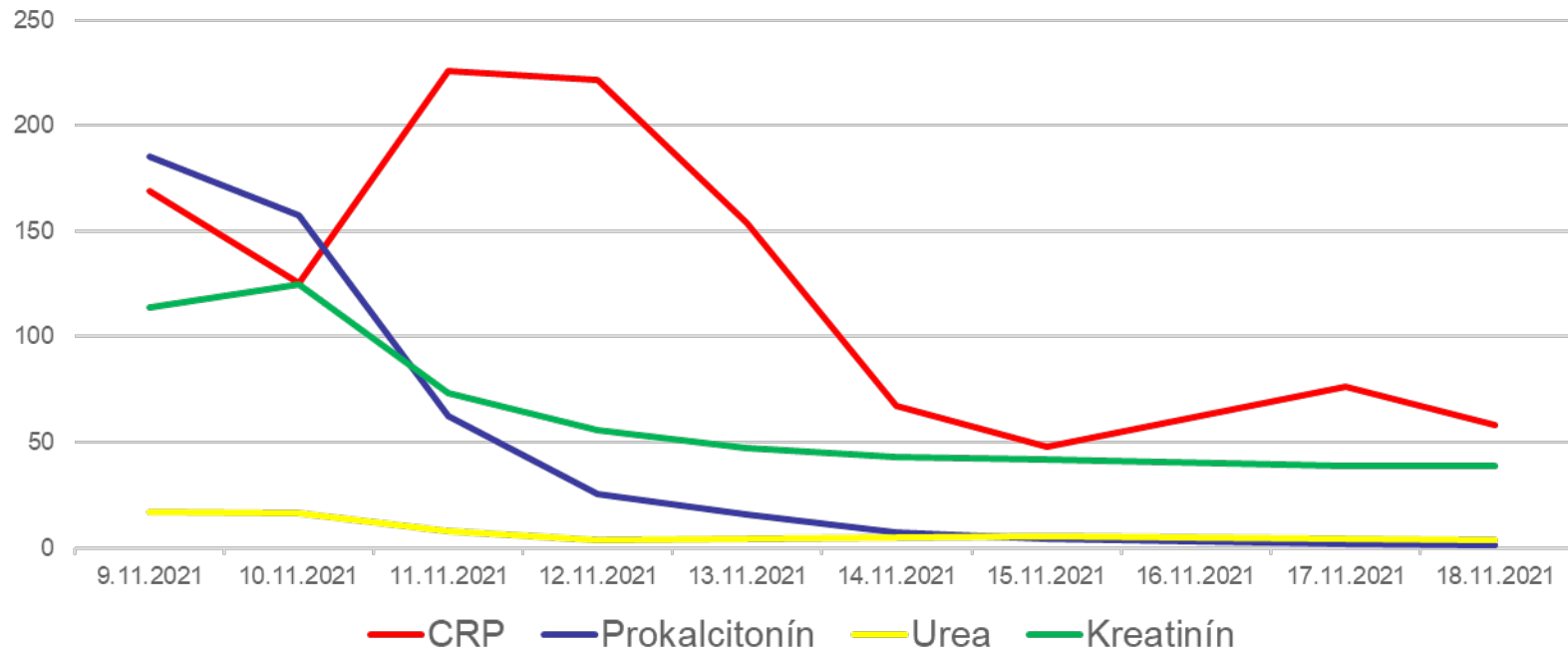
Anúria 0,1 ml/kg/h na furosemide (FE urey 5%),  
kumulatívna bilancia tekutín 2500 ml (14%) - anasarka

# CRRT s Prismaflexom

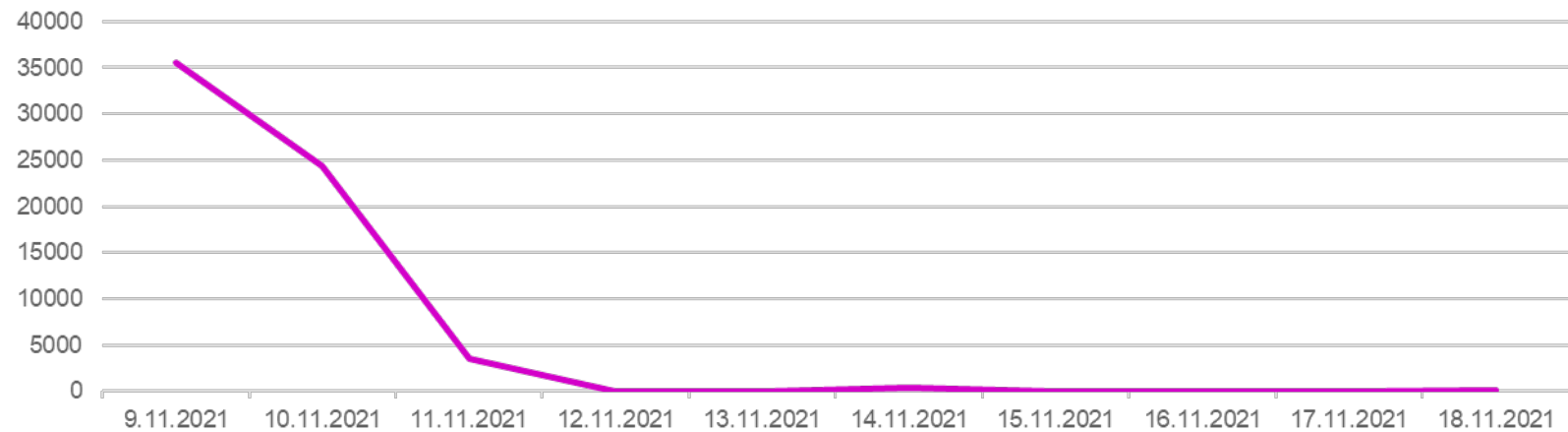
- Cievny prístup 3 ročný pacient, hmotnosť 18 kg
  - 8 Fr v. jugularis interna l dx
  - Membrána M60
- **Prietok krvi** Hmotnosť x Koeficient **70 ml/min**
- **Citrát** Automaticky **700 ml/h**
- **Dialyzačný roztok** Prietok krvi x (6 – 10) **400 ml/h**
- **Substitučný roztok** Citrát x (0,2 – **150 ml/h**  
**0,4)** **70 ml/h**
- **Odber tekutiny** max 10 % objemu krvi /h **31 %**
- **Filtračná frakcia** 30 – 35 % **82 ml/kg/h**
- **Dávka odtoku= Dávka CRRT** **45-50 ml/kg/h**

	<b>Koeficient krv</b>		<b>Dávka odtoku</b>
Novorodenci a dojčatá	6-8	ml/kg/min	80-100 ml/kg/h
Batoľatá - školský vek	4-6	ml/kg/min	60-80 ml/kg/h
Adolescenti	2-4	ml/kg/min	40-60 ml/kg/h
Dospelí	1,5-2	ml/kg/min	35-50 ml/kg/h

# Efekt terapie



## Interleukín 6



# Ladislav 13 ročný, 34 kg

- B-ALL po nepríbuzenskej transplantácii krvotvorných buniek
- Engraftment syndróm na D +10 deň
  - zvýšené uvoľňovanie cytokínov pri degranulácii neutrofilov vo fáze prihojenia
  - klinické príznaky – horúčka, erytematozny exantém, nekardiogénny pľúcny edém
  - Kortikoidy - 7 dni
- D+ 19 deň preklad na JIS
  - respiračná insuficiencia – adenovírusová pneumónia – 1 655 000 kópií/ml
  - pokles diurézy – napriek maximálnej dávke furosemidu – 1 (1,5) mg/kg/h
  - objemové preťaženie + 12 %
  - urea 13,7 mmol/l kreatinín 49 µmol/l, kyselina močová 307 µmol/l



Adenovírus DNA (PCR) 1 655 000 kópii/ml



# Rozdiely medzi aktívnymi membránami



Duté vlákno

elektricky nabitý hydrogél  
polyetylénimín

cytokíny  
Lipopolysacharid



Tkané vlákno

Polymyxín B

Lipopolysacharid



Mikroporózne koráliky

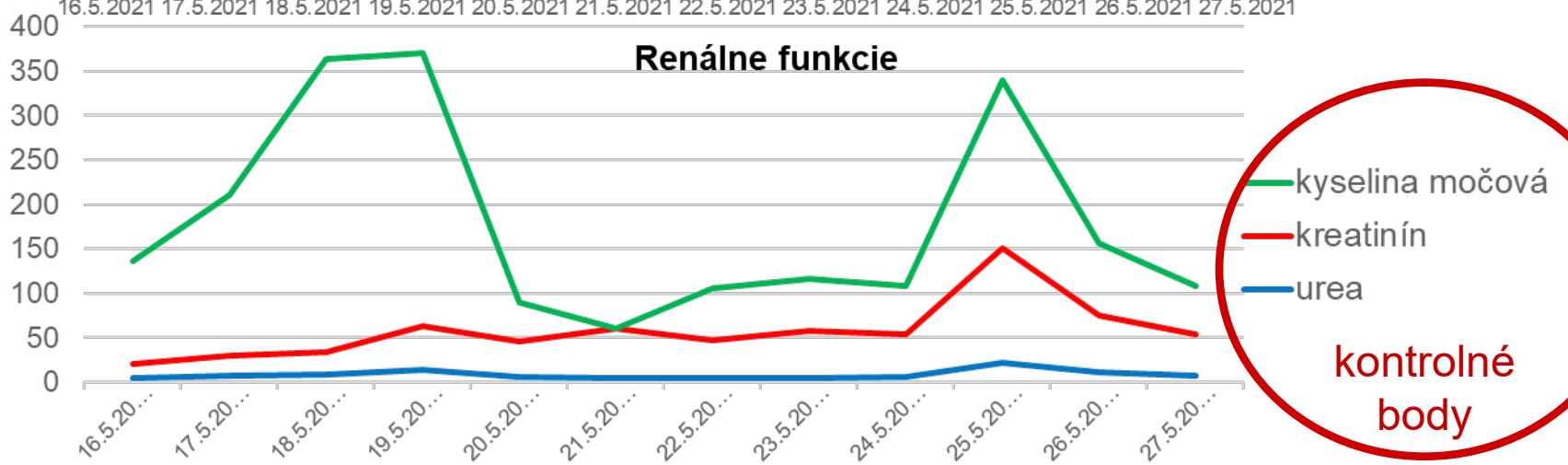
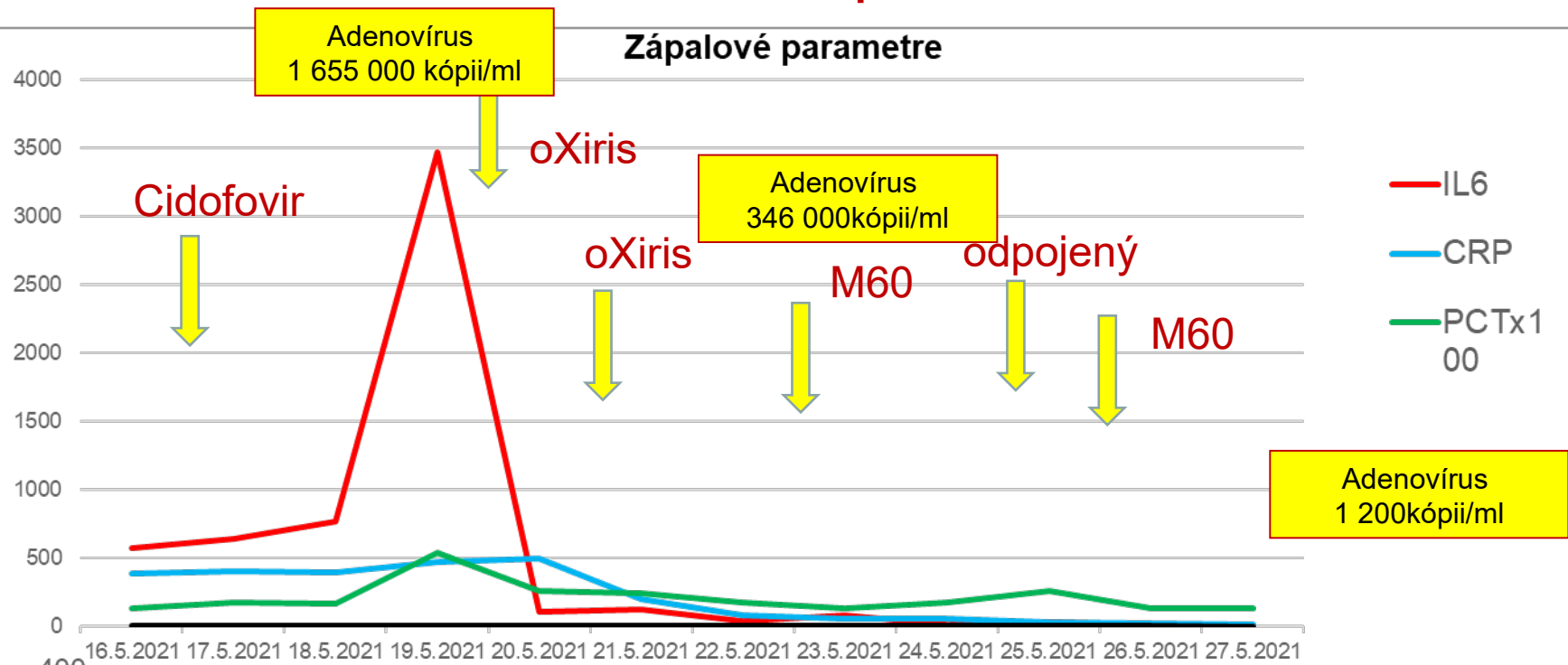
hydrofóbná živica

cytokíny  
bilirubín

# Odstránenie cytokínov a zápalových mediátorov za 120 minút

	Mediators	Removal rates (RR%) at 120 min			
		Control tubing	oXiris	CytoSorb	Toraymyxin
Pro-inflammatory cytokines	IL-3	3.9 (± 1.4)	99.3 (± 0.0)	99.4 (± 0.0)	70.2 (± 11.1)
	IP-10	16.6 (± 17.4)	99.3 (± 0.3)	99.1 (± 0.2)	68.6 (± 11.9)
	IL-17α	16.7 (± 7.8)	98.7 (± 0.4)	97.6 (± 0.3)	74.0 (± 6.2)
	MIP-1α	2.9 (± 3.1)	97.3 (± 0.4)	97.3 (± 0.4)	91.0 (± 0.4)
	MIP-1β	4.7 (± 2.9)	91.5 (± 1.2)	92.4 (± 0.0)	70.3 (± 9.0)
	HMGB-1	8.4 (± 3.2)	89.5 (± 0.4)	91.8 (± 0.9)	61.5 (± 1.9)
	IL-8	4.6 (± 8.0)	100 (± 0.0)	100 (± 0.0)	34.5 (± 13.1)
	IFN-γ	7.9 (± 8.8)	99.5 (± 0.3)	95.7 (± 0.6)	37.4 (± 8.3)
	Eotaxin	14.3 (± 9.1)	99.1 (± 0.1)	99.0 (± 0.0)	42.2 (± 7.9)
	IL-6	5.2 (± 9.3)	93.5 (± 1.4)	99.6 (± 0.1)	41.8 (± 14.6)
	MIF	14.3 (± 5.9)	78.0 (± 24.4)	83.0 (± 20.2)	45.1 (± 13.8)
	MCP-1	6.0 (± 4.1)	100 (± 0.0)	100 (± 0.0)	11.3 (± 4.4)
	TNF-α	11.8 (± 12.5)	90.1 (± 2.2)	98.4 (± 0.2)	17.9 (± 9.2)
	IL-1β	8.2 (± 4.5)	86.8 (± 1.0)	97.2 (± 0.0)	15.0 (± 13.3)
Anti-inflammatory cytokines	IL-4	6.1 (± 8.3)	99.9 (± 0.0)	99.9 (± 0.0)	55.9 (± 16.0)
	IL-2	1.8 (± 5.0)	99.4 (± 0.2)	99.3 (± 0.3)	61.6 (± 13.6)
	IL-10	8.9 (± 7.7)	99.0 (± 0.4)	99.8 (± 0.0)	40.6 (± 14.9)
	IL-13	12.2 (± 5.9)	93.5 (± 0.0)	94.2 (± 0.0)	73.7 (± 20.6)
	IL-1Ra	11.2 (± 3.6)	90.2 (± 2.8)	92.1 (± 0.0)	35.4 (± 16.2)
	IL-12 p70	7.0 (± 7.5)	22.1 (± 4.5)	76.5 (± 2.5)	6.9 (± 8.0)
	Complement factors	C3a	14.8 (± 11.5)	96.4 (± 1.2)	98.2 (± 0.2)
C5a		1.3 (± 4.8)	90.7 (± 0.6)	95.7 (± 1.2)	38.8 (± 7.9)
Serine protease	PAI-1	8.5 (± 4.9)	87.9 (± 1.8)	95.5 (± 0.4)	30.9 (± 9.6)
Growth factors	FGF-23	18.3 (± 12.2)	98.7 (± 1.1)	99.4 (± 0.8)	88.4 (± 5.5)
	FGF-21	2.9 (± 0.5)	96.0 (± 0.9)	99.9 (± 0.0)	70.9 (± 10.1)
	G-CSF	8.1 (± 9.0)	36.0 (± 2.9)	99.4 (± 0.0)	16.9 (± 8.0)
Fluid removal	CRRT	-	Yes	No	No

# Efekt terapie



# Záver

- Kontinuálna eliminačná metóda na PICU si vyžaduje multidisciplinárny tímový prístup lekárov intenzívnej medicíny, nefrológov a **kvalifikovaného ošetrovateľského personálu.**
- Dobre koordinovaná práca umožňuje excelentné výkony aj pri diagnózach s vysokou úmrtnosťou.
- Správne zvolené prístrojové vybavenie pracoviska je základným predpokladom poskytnutia zdravotnej starostlivosti na najvyššej úrovni.
- Neexistuje jednotné nastavenie pre každého pacienta – typické nastavenia môžu byť efektívne až u 80 % pacientov
  - Kontrolné body – urea, kreatinín, kyselina močová
- Objemové preťaženie (+10 %) – primárna indikácia na CRRT !



Ďakujem za pozornosť







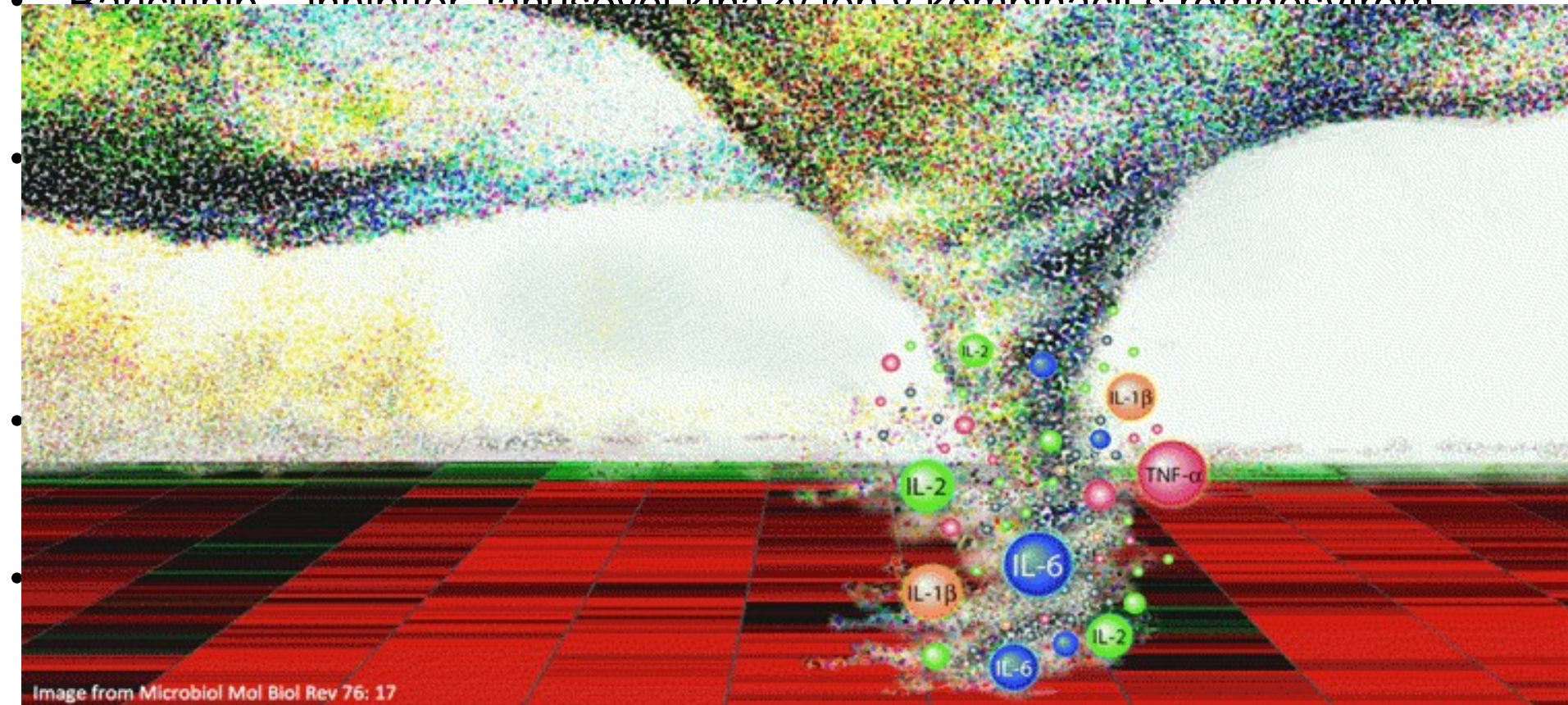
# COVID-19 a liečba

- Kortikoidy – závažný a veľmi závažný priebeh
  - dexametazón 6-10 mg, hydrokortizón 150 mg, prednizón 40 mg, metylprednizón 32 mg  
JAMA. 2020;324(13):1330.
- Remdesvir – pozitívny efekt len u pacientov s nízkym prietokom kyslíka  
BMJ. 2020;370:m3379  
BMJ. 2020;370:m2980
- Baricitinib – inhibítor Janusovej kinázy len v kombinácii s remdesvírom u pacientov s nízkym prietokom kyslíka  
Sci Adv. 2021;7(1)
- Tocilizumab – inhibítor IL- 6, rýchlo sa zhoršujúci pacienti, CRP nad 75 mg/l aj s dexametazónom, bez trombopenie a neutropenie  
Tocilizumab in patients admitted to hospital with COVID-19 (RECOVERY): preliminary results of a randomised, controlled, open-label, platform trial.
- Plazma – klinický efekt je variabilný podľa dávky plazmy a klinického stavu pacienta
- Chlorochín, favipiravir, interleukiny, **anakinra**, lopinavir, ivermectin, azytromycin



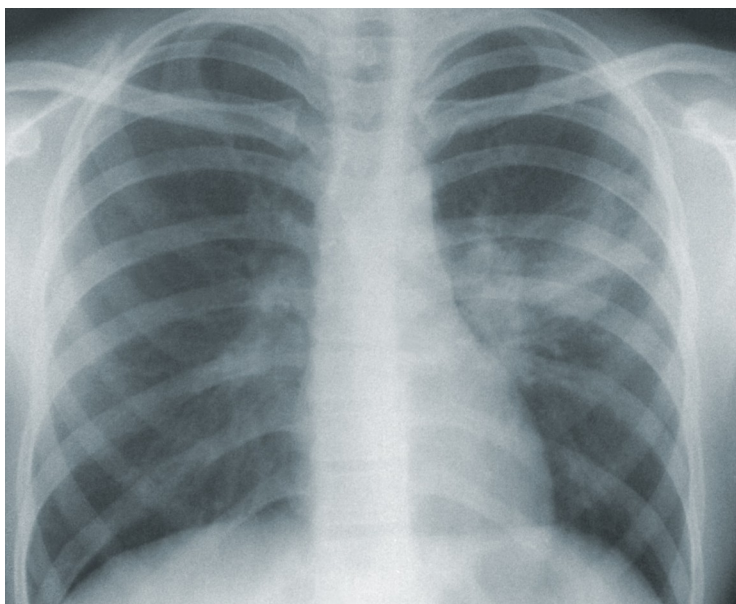
# COVID-19 a liečba

- Kortikoidy – závažný a veľmi závažný priebeh
  - dexametazón 6-10 mg, hydrokortizón 150 mg, prednizón 40 mg, metylprednizón 32 mg  
JAMA. 2020;324(13):1330.
- Remdesvir – pozitívny efekt len u pacientov s nízkym prietokom kyslíka  
BMJ. 2020;370:m3379  
BMJ. 2020;370:m2980
- Baricitinib – inhibítor Janusovej kinázy len v kombinácii s remdesvírom



# COVID-19 a oXiris

- 43 ročný pacient doteraz zdravý  
Neproductívny kašeľ 3 dni, bolesti hlavy, 24 h pred prijatím hnačky
- TT 38,9 °C, počet dychov 25/min, sat 86 %, TK 122/70 AS 92 / min  
Vezikulárne dýchanie s krepitáciami obojstranne, ľahká dehydratácia
- SARS-CoV-2 PCR pozit.



## V čase prekladu na JIS

Leukocyty	9,4 x 10 <sup>9</sup> /l
Hemoglobín	145 g/l
Trombocyty	350 x 10 <sup>9</sup> /l
FW	15/32
D-dimér	9,2 mg/l
IL-6	350 ng/l
Ferritín	1150 µg/l
SOFA score	9

- Začatá terapia dexametazón, azytromycin, anopyrin, LMWH
- 6 h po prijatí, hemodynamická instabilita preklad na JIS
  - Intubovaný, katecholamínová podpora

# COVID-19 a oXiris

- Plazma, plazmaferéza ?
- Tocilizumab – schválenie?
- Aktívna membrána – oXiris – **meniť po 24 h**

43 ročný pacient 72 kg HTC 40%

- **Prietok krvi** Hmotnosť x 2 **160 ml/min**
- **Citrát** Automaticky **1600 ml/h**
- **Dialyzačný roztok** Prietok krvi x **2000 ml/h**  
11 **400 ml/h**
- **Substitučný roztok** Citrát x **0 ml/h**  
0,4 **28 %**
- **Odber tekutiny** 100-150 ml/h **50 ml/kg/h**

	1. deň	2. deň	3. deň	4. deň
IL 6 ng/l	350	302	180	80
SOFA score	9	7	5	3
D - dimér mg/l	9,2	6,8	5,2	2,3
Leukocyty 10 <sup>9</sup> /l	9,4	9,2	8,8	7,8
Trombocyty 10 <sup>9</sup> /l	350	300	250	212
oXiris	nie	áno	áno	nie



# COVID-19 and oXiris

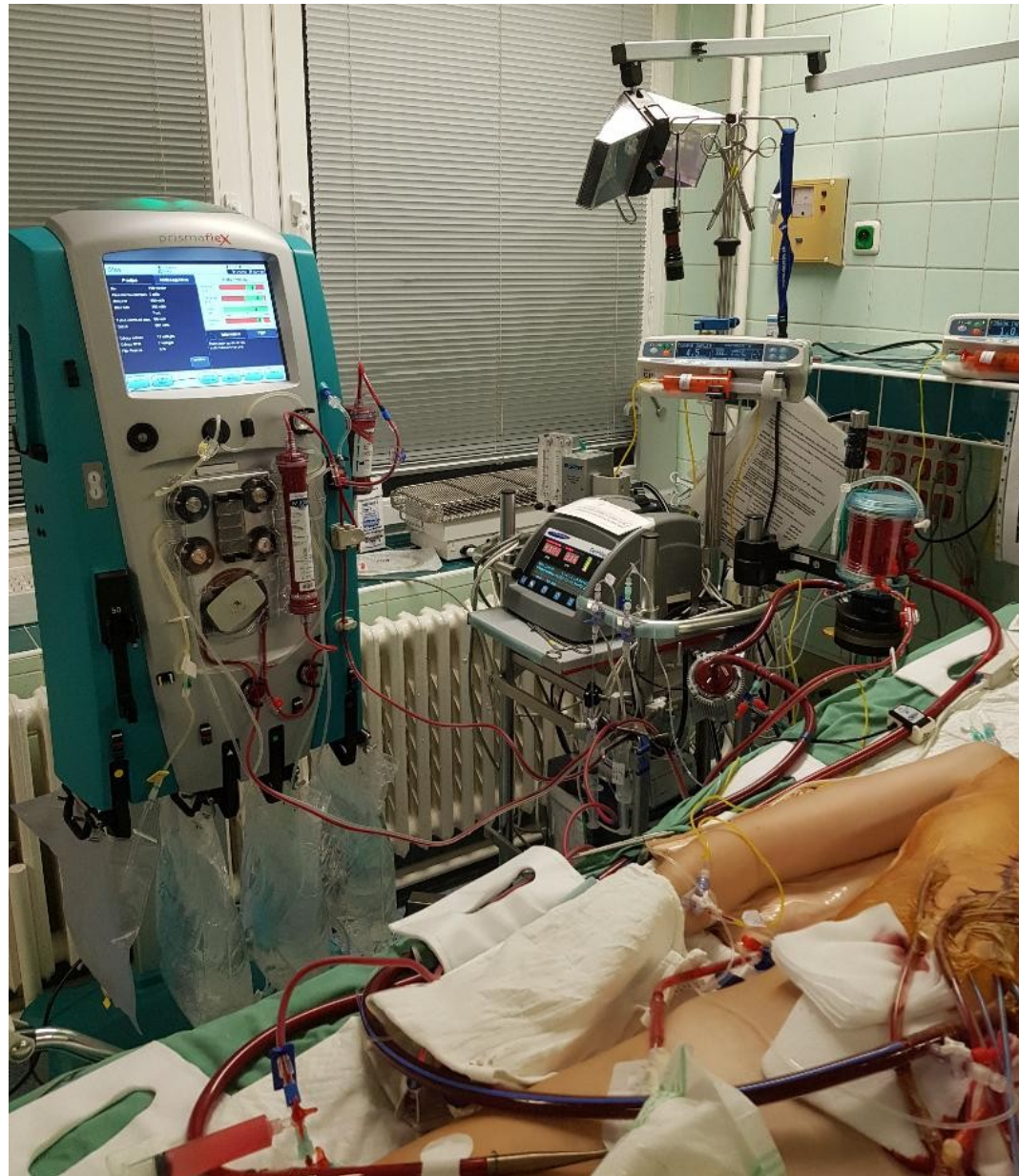
- Turani F et al Continuous Renal Replacement Therapy with the Adsorbing Filter oXiris in Septic Patients: A Case Series, *Blood Purif* 2019;47(suppl 3):54–58
  - In sepsis/septic shock patients with AKI, CRRT with the adsorbing membrane oXiris may be safe and improves the cardiorenal – function and the clinical condition. The **effect on cytokines and endotoxin may explain in part these results**. A RCT is warranted to confirm these data.
- Zhang et al. The adsorbing filter Oxiris in severe coronavirus disease 2019 patients: A case series *Artif Organs*. 2020 Dec;44(12)
  - Our study observed **a reduced level of overexpressed cytokines**, stabilization of hemodynamic status, and staged **improvement of organ function during the treatment** with Oxiris filter.
- Atchison, K. et al Evaluation of oXiris in COVID-19 patients on VV-ECMO with AKI *Perfusion*; 36(1 SUPPL):39-40, 2021.
  - The use of oXiris adsorbent membrane in patients requiring VV-ECMO for COVID-19 with clinical evidence of a cytokine storm was safe, with no adverse events. There was also **significant improvement of haemodynamic stability and initial renal recovery**. Further evaluation through a large randomised control trial is warranted.
- Thomas Tao-Min Huang et al Successful Treatment of a Critically Ill COVID-19 Patient Using Continuous Renal Replacement Therapy With Enhanced Cytokine Removal and Tocilizumab: A Case Report. *Front. Med.*, 07 June 2021
  - In this report, we demonstrate that timely combined hemoperfusion with cytokine adsorptive capacity and anti-cytokine therapy can **successfully treat COVID-19 patients with fulminant CRS**. It also highlights the importance of implementing cytokine-targeted therapy for severe COVID-19 guided by the precise measurement of disease activity.



# Nastavenie CRRT – CVVHDF je kľúčové

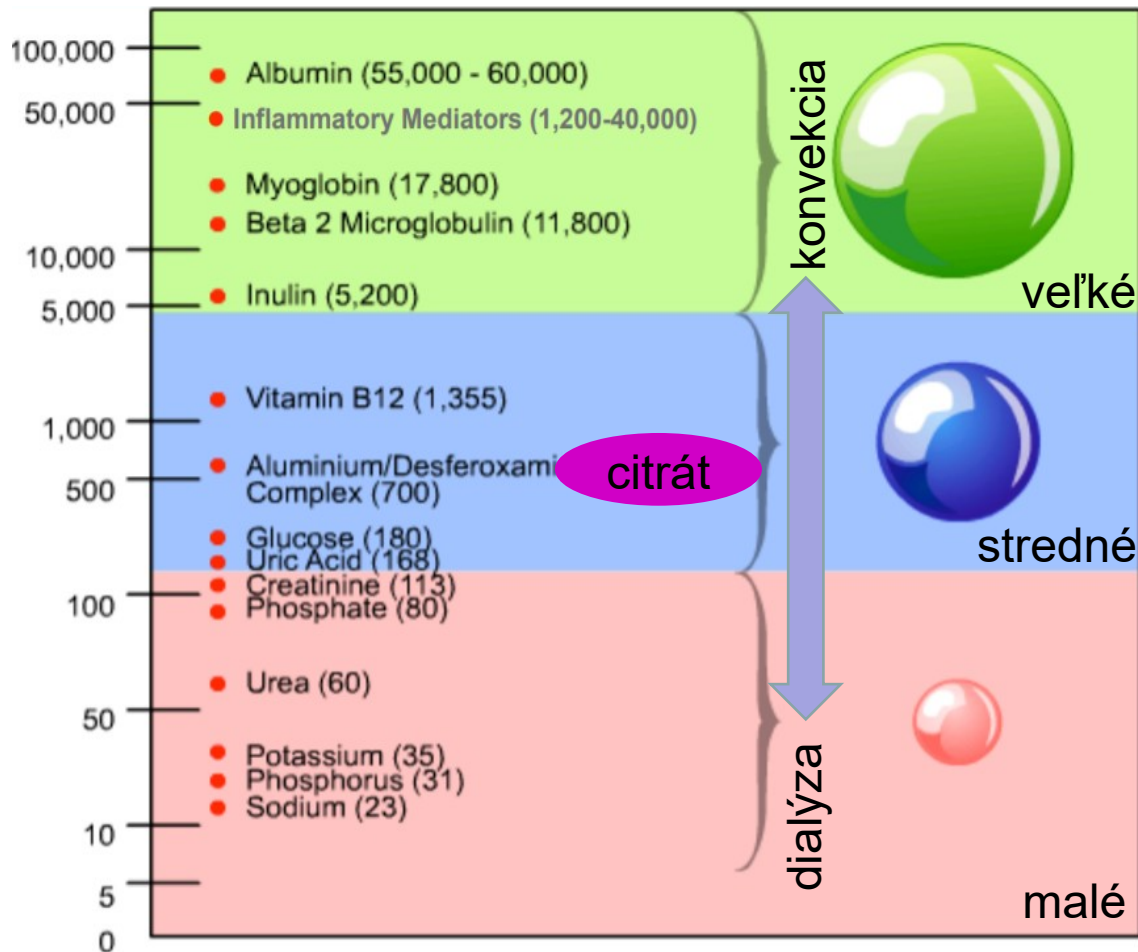


Ďakujem za pozornosť





# Komplikácie - citrátová antikoagulácia



Čo sa stane **komplexom citrát + vápnik** ?

1/3 podaného objemu sa stratí pri prechode cez hemofilter – ide do **odpadu**

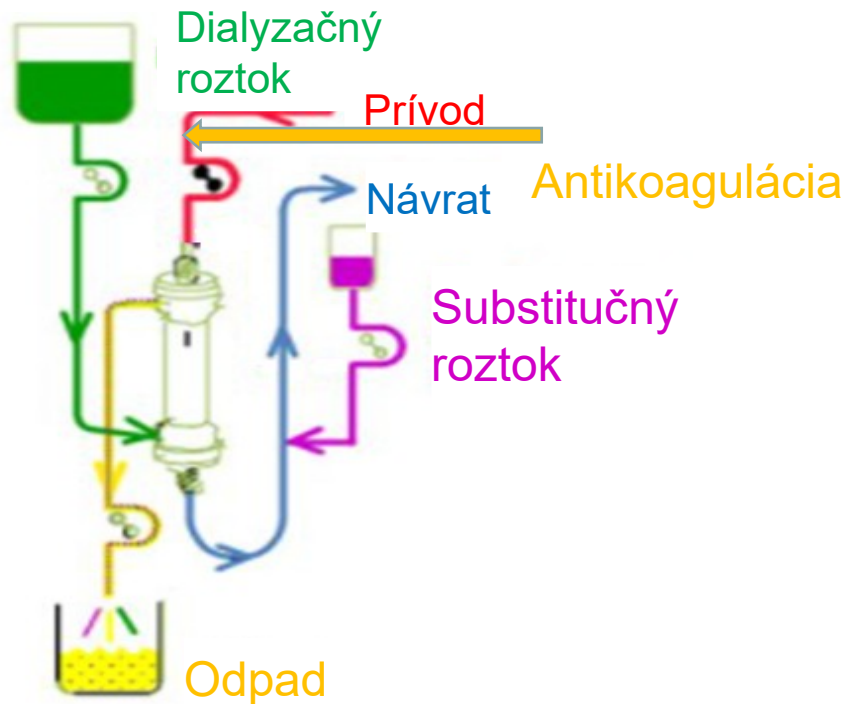
- keď zrýchlíme prietok **dialyzátu** alebo zvýšime objem **substitučnej tekutiny** stráca sa viac
- keď spomalíme prietok **dialyzátu** alebo znížime objem **substitučnej tekutiny** stráca sa menej

2/3 podaného objemu ide do pacienta

Pacientom tolerovaná **bezpečná dávka citrátu** 15-17 mmol/h

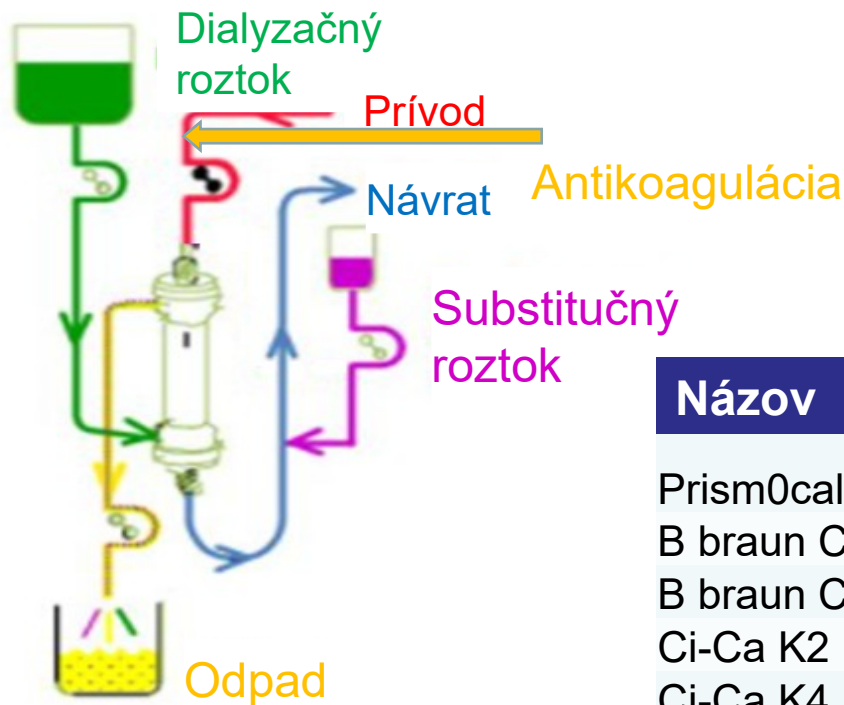
# Citrátová - regionálna antikoagulácia

Názov	Prismocitrate 18/0	Citrasol 4%	TSC 4%
Koncentrácia citrátu (mmol/l)	18	136,4	136
BFR – prietok krvi (ml/min)	100	100	100
Rýchlosť prietoku citrátu (ml/h)	1800	132,3	131,9
Objem vaku (ml)	5000	2000	2000
Spotreba vakov za deň	4,8	1,6	1,6



# Citrátová - regionálna antikoagulácia

Názov	Prismocitrate 18/0	Citrasol 4%	TSC 4%
Koncentrácia citrátu (mmol/l)	18	136,4	136
BFR – prietok krvi (ml/min)	100	100	100
Rýchlosť prietoku citrátu (ml/h)	1800	132,3	131,9
Objem vaku (ml)	5000	2000	2000
Spotreba vakov za deň	4,8	1,6	1,6



## Špeciálne dialyzačné roztoky

Názov	Na	K	Ca	Mg	HCO <sub>3</sub>
PrismocalB22	140	4	0	0,75	22
B braun Ca free solution K4	136	4	0	0,75	25
B braun Ca free solution K2	136	2	0	0,75	25
Ci-Ca K2	133	2	0	0,75	20
Ci-Ca K4	133	4	0	0,75	20



# Monitorovanie - citrátová antikoagulácia

			Úroveň ionizovaného Ca <sup>2+</sup> v okruhu (post-filter - stroj)		
			nízka < 0,25	normálna 0,25 - 0,35	vysoká > 0,35
Úroveň ionizovaného Ca <sup>2+</sup> v plazme (pacient)	nízka	<1,0	Znížiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l	Zvýšiť infúziu Ca o 5-10%	Zvýšiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l, zvýšiť infúziu Ca o 5-10%
	normálna	1,0 - 1,2	Znížiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l	Bez zmeny	Zvýšiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l
	vysoká	>1,2	Znížiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l, znížiť infúziu Ca o 5-10%	Znížiť infúziu Ca o 5-10%	Znížiť infúziu Ca o 5-10% (pri Ca <sup>2+</sup> > 0,45 v stroji) zvýšiť dávku citrátu o 0,5 mmol/l)

# Monitorovanie - citrátová antikoagulácia

- *Pred napojením*
  - koncentrácia ionizovaného Ca (iCa) u pacienta (>0,9 mmol/l)
- *Počas terapie*
  - Ionizovaný vápnik (iCa)
    - 60 min od začatia liečby (**stroj**, **pacient**)
    - á 60 min počas prvých 4 h – **pri zmene** v nastaveniach
    - po 1-2 h **pri zmene** v nastaveniach po 4 h od začatia
    - á 4 h počas prvého dňa – keď sme **NIČ** nemenili na nastaveniach
    - á 6 -12 h počas – keď sme **NIČ** nemenili na nastaveniach
  - pH, bikarbonáty, BE, Na, K – len **u pacienta**
    - rovnaké intervaly ako pri monitoringu iCa
  - Celkový vápnik (tCa), **fosfor**, magnézium – len **u pacienta**
    - raz denne
    - **vypočítať pomer tCa/iCa >2,5** (↑↑↑ kumulácia citrátu v tele)

# Komplikácie - citrátová antikoagulácia

- Metabolická acidóza – kumulácia **NE**metabolizovaného citrátu,  $tCa/iCa > 2,5$ 
  - Zvýšiť rýchlosť **prietoku krvi** o 20 %
  - Zvýšiť rýchlosť **dialyzačnej tekutiny** na dvojnásobok
  - Zvýšiť rýchlosť **substitučnej tekutiny** o 20 %
  - Redukovať dávku citrátu o 50 % ale **pridať bolus Heparinu 10 IU/kg/h**
  - **Dávka citrátu** 7-9 mmol/h (znížiť o 50 % oproti pôvodnej dávke 15-17 mmol/h )
- Metabolická alkalóza – kumulácia **metabolizovaného citrátu**
  - Zvýšiť rýchlosť **dialyzačnej tekutiny** na dvojnásobok
  - Zvýšiť rýchlosť **substitučnej tekutiny** o 10 %
  - **Dávka citrátu** 10-11 mmol/h (znížiť o 10-20 % oproti pôvodnej dávke 15-17 mmol/h )
  - **POZOR !** Metabolická alkalóza môže signalizovať obnovu funkcie obličiek
- Hypokalciémie – tetánia, arytmia, zmätenosť
  - Bolus kalcia !
  - Hľadať príčinu – nenapojené vedenie vápnika, nesprávna koncentrácia vápnika, ťažká metabolická alkalóza
  - Zvýšiť kompenzáciu vápnika o 20 %
- Hyperkalciémia – halucinácia, kóma, arytmia
  - **Znížiť kompenzáciu vápnika o 30 %**
  - Zvýšiť rýchlosť **dialyzačnej tekutiny** na dvojnásobok
  - Spomaliť rýchlosť **substitučnej tekutiny** o 50 %

## CAVE !!!

Hypomagnezémia  
Hypofosfatémia  
Hypovitaminóza  
Hyper/Hyponatriémia  
Hypokaliémia

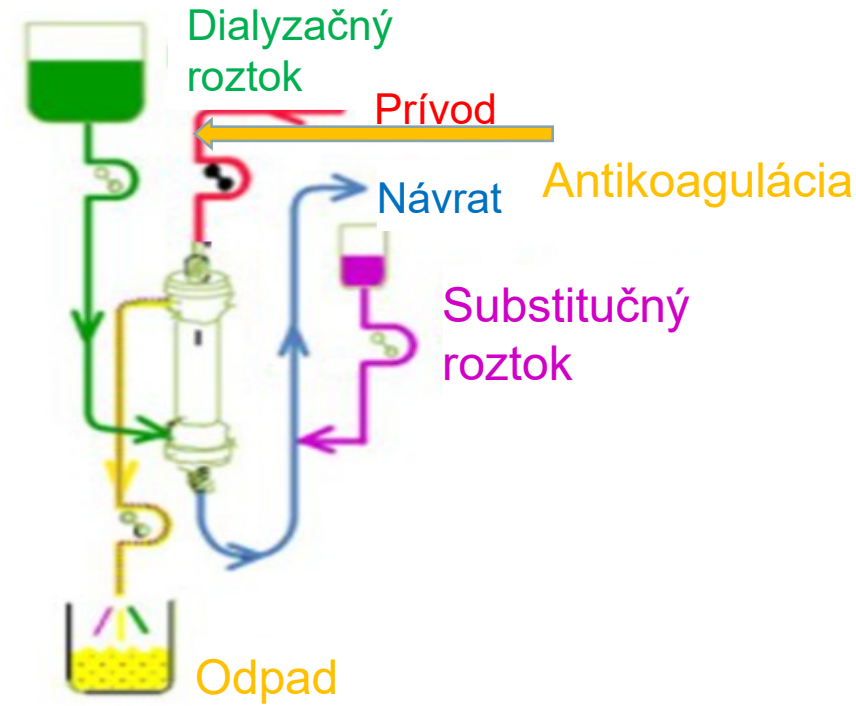
# Všeobecné nastavenie CRRT - CVVHDF

- Neexistuje jednotné nastavenie pre všetky stroje umožňujúce kontinuálne eliminačné metódy
  - Iná koncentrácia citrátu – iný objem – tento objem je taktiež substitučná tekutina
  - Rôzne membrány – rôzna priepustnosť pre citrát
- Väčšina dostupných štúdií a odporúčaní boli robené na heparíne alebo na koncentrovanom citráte – všeobecné nastavenia
  - Dávka CRRT 20 - 25 ml/kg/h (pri sepse 30-35 ml/kg/h)
    - množstvo tekutiny, ktoré sa dostáva do styku s krvou pacienta – citrát, dialyzačná tekutina, substitučná tekutina, odber tekutiny od pacienta
  - Filtračná frakcia do 25 %
    - o koľko dochádza k zahusteniu krvi na konci membrány
    - Ovplyvňuje HCT pacienta, substitučná tekutina, citrát, odber tekutiny od pacienta

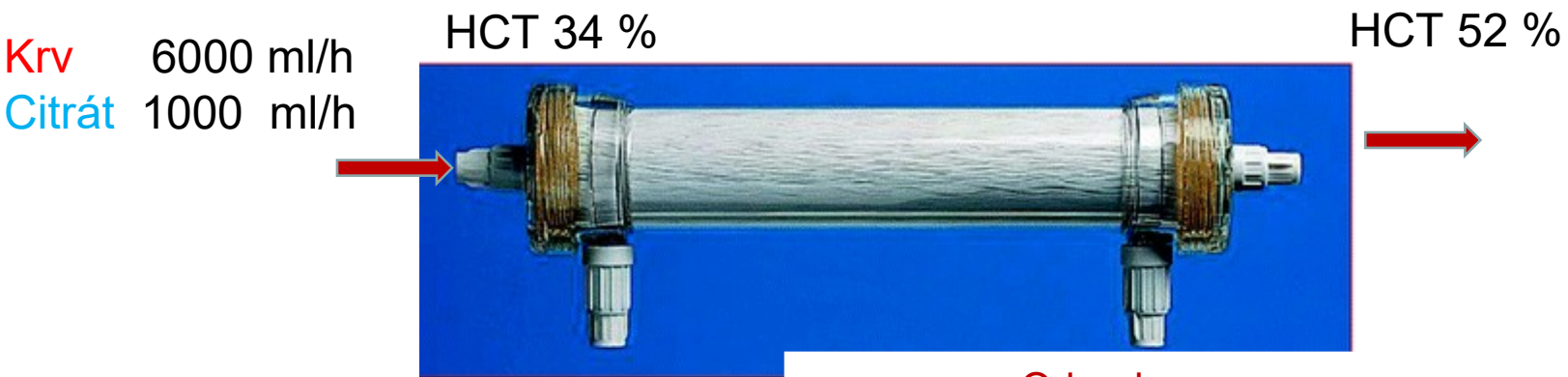


# Filtračná frakcia

Prietok krvi	100	ml/min
Citrát	1000	ml/h
Dialyzačný roztok	800	ml/h
Substitučný roztok	600	ml/h
Odber tekutiny		
Hmotnosť	60	kg
HTC	40	%

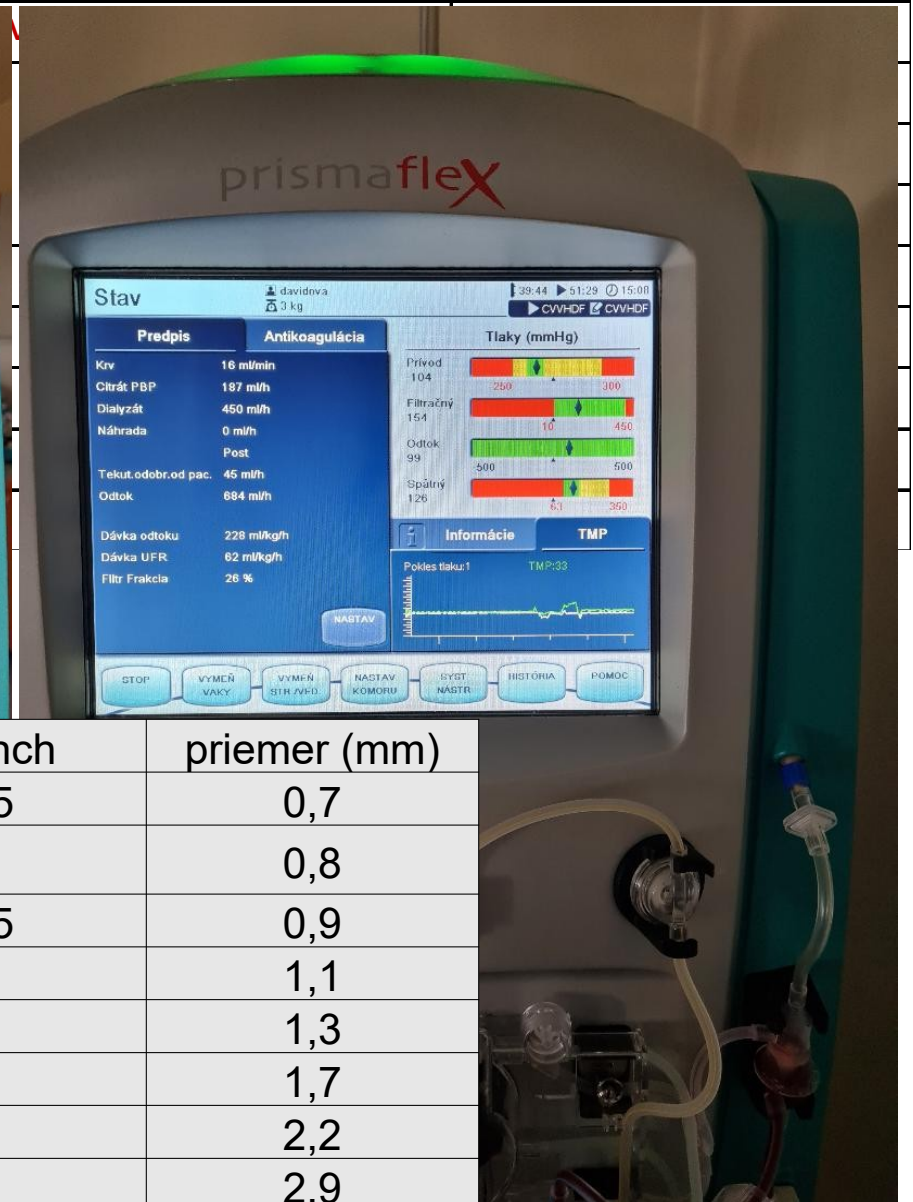
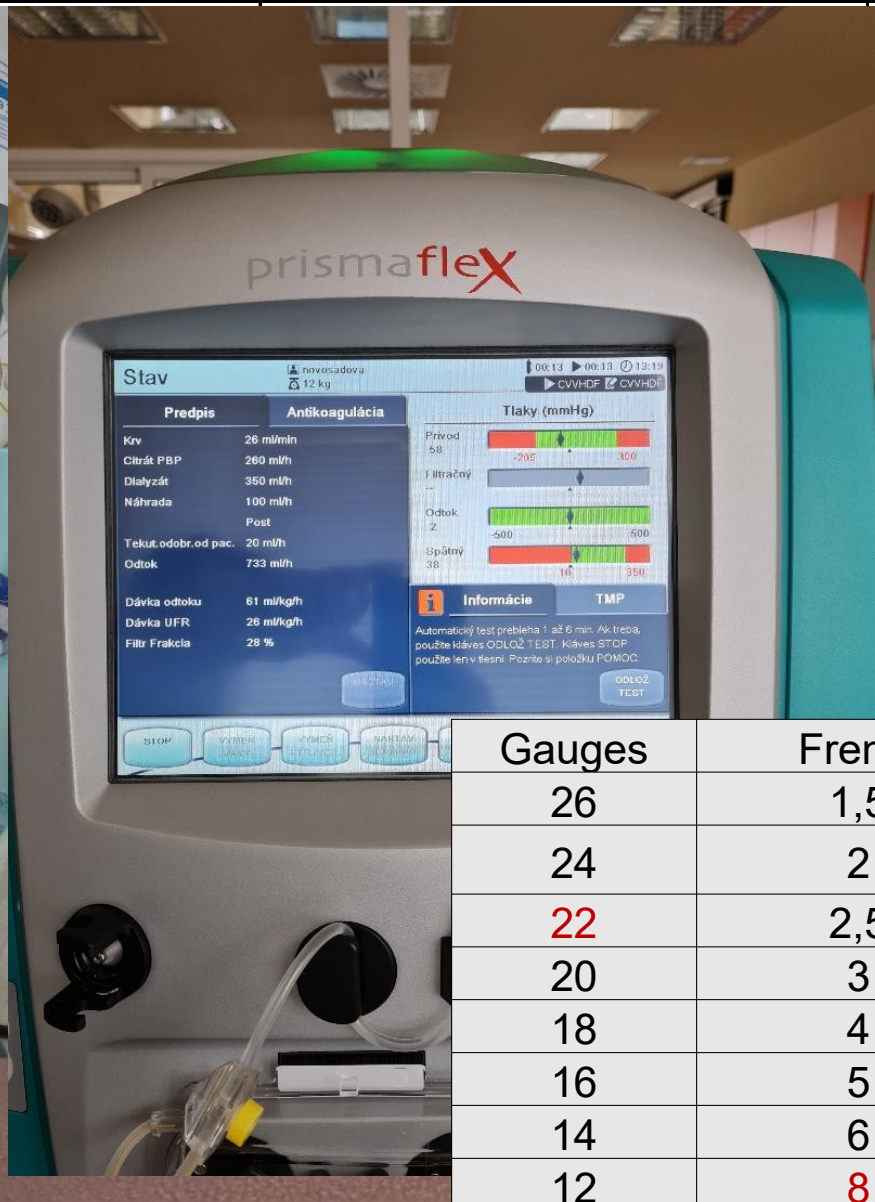


Filtračná frakcia =  $1 - (34/52) = 34\%$



Citráta	1000	ml/h
Dialyzát	800	ml/h
Odber tekutiny	100	ml/h
Substitučný roztok	600	ml/h

# Dialyzačný CVK

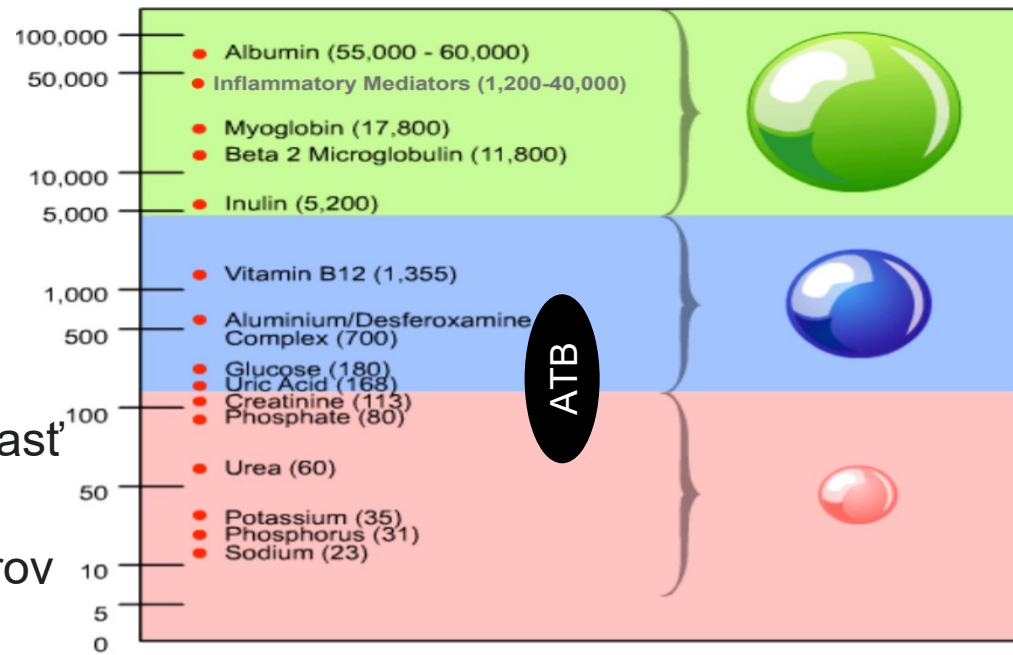


Gauges	French	priemer (mm)
26	1,5	0,7
24	2	0,8
22	2,5	0,9
20	3	1,1
18	4	1,3
16	5	1,7
14	6	2,2
12	8	2,9

# Dávkovanie antibiotík

- Nesprávne dávkovanie ATB
  - nežiadúce účinky
  - rezistencia mikroorganizmov
  - zlyhanie terapie
- Dávkovanie ATB počas CRRT
  - Rôzne metódy
  - Antibiotiká majú molekulovú hmotnosť do 750 D
  - Väzba na bielkoviny – len voľná časť je dialyzovateľná
  - Tvar molekuly antibiotík a tvar pórov na membráne
  - Predilúcia – menšia strata ATB
  - Postdilúcia – väčšia strata ATB
  - Lieky, ktoré sa obličkami eliminujú len v nepatrnom množstve sa podávajú bez zmeny dávkovacej schémy

Hemodialýza ≠ CRRT



amphotericin, azitromycín, ceftriaxon, doxycyklín, linezolid, metronidazol, micafungin, oxacilin, rifampicin, tigecyklin, vorikonazol

# Dávkovanie antibiotík

Liek	Nasycovacia dávka	Dávka pri CVVHD - podľa rýchlosti dialyzančnej tekutiny			Dávka pri CVVH - podľa rýchlosti substitučnej tekutiny		
		1 L/h	2 L/h	3-4 L/h	1 L/h	2 L/h	3-4 L/h
Aminoglykozidy							
Amikacin	10 mg/kg	Ďalšia dávka po 24 h podľa reziduálnej koncentrácie			Ďalšia dávka po 24 h podľa reziduálnej koncentrácie		
Gentamicin	3 mg/kg						
Acyklovír	nepodať	5-7,5 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 12h	5-7,5 mg/kg á 24h	5-10 mg/kg á 24h	
Ampicilín/sulbaktám	3 g	1,5-3g á8h	1,5-3g á6-8h	1,5-3g á6h	1,5-3g á8-12h		
Aztreonam	2 g	1 g á 8h alebo 2 g á12h	1g á 8h alebo 2 g á12h	2 g á8h	1 g á 8h	2 g á12h	2 g á6-8h
Cefazolín	2 g	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8h	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8h
Cefepím	2 g	1 g á8h	1 g á6h	2 g á8h	1 g á8h	1 g á6h	2 g á8h
Cefepím (neutropénia)	2g	2g á12h		2g á8h	2g á12h		2g á8h
Ceftazidím	2 g	1 g á8h alebo 2 g á12h	1 g á8h alebo 2 g á12h	2 g á8hb	1 g á12h	2 g á12h	2 g á8hb
Kolistín	NA	2,5 mg/kg á24h	2,5 mg/kg á24h	2-3 mg/kg á12h	2,5 mg/kg á48 h		
Ertapenem	1g	1g IV á24h			minimálna eliminácia		
Fluconazol	800 mg	400 mg á24h	800 mg á24h	800 mg á24h	200 mg á24h	400 mg á24h	400 mg á12h
	(12 mg/kg)	800 mg á24h					
Ganciklovir	5 mg/kg	2,5 mg/kg á24h	5 mg/kg á 24h 2,5 mg/kg á12h	5 mg/kg á12h	minimálna eliminácia		
Levofloxacin	500 mg	250-750 mg á24h			250 mg á24h		
Meropenem	1-2 g	500 mg á8h	500 mg á8h	500 mg á6h	500 mg á12h	500 mg á8h	500 mg á6h
Meropenem (meningitída, cystická fibróza)	2 g	2g á12h		2g á8h	2g á12h		2g á8h
Oseltamivir	NA	150 mg á12h			minimálna eliminácia		
Piperacillin/tazobactam	NA	4,5 g predĺžená infúza - 4 hodiny á8h			4,5 g predĺžená infúza - 4 hodiny á8h		
Trimethoprim/sulfamethoxazol (TMP/SMX)	10 mg/kg	10 mg/kg/deň (TMP) podávané á12h			2,5-7,5 mg/kg/deň (TMP) podávané á12h		
Vankomycín	20-25 mg/kg	10-15 mg/kg á 24h podľa reziduálnej koncentrácie			500 mg á 12 h podľa reziduálnej koncentrácie		



# Ďalšie lieky

- Katecholamíny

- podľa typu eliminačnej metódy sa odstraňuje 30-50 %

- C

- Výživ

- S

- F

- C

- F

- S

- S

- S

- S

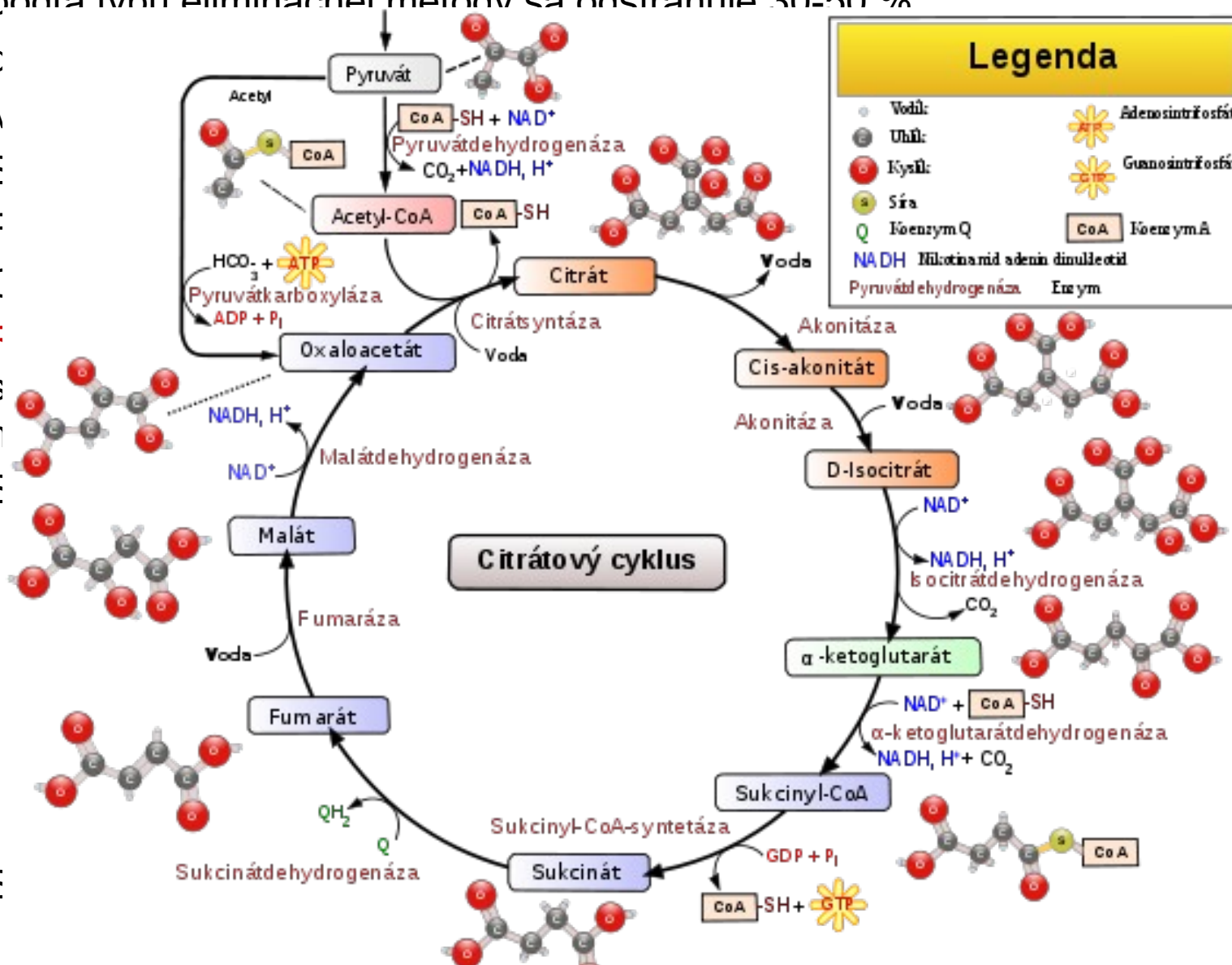
- S

- S

- S

- S

- S



yzátor  
ích

# Kedy indikovať CRRT

- Oligúria (menej ako 200 ml / 12 hodín)
- Anúria (menej ako 50 ml / 12 h)
- Hyperkaliémia (draslík nad 6,5 mmol/l)
- Ťažká acidóza (pH < 7,1)
- Azotémia (urea > 30 mmol/l)
- Edémy – pľúc, preťaženie srdca
- Uremická encefalopatia, perikarditída, neuro/myopatia
- Poruchy natriémie (Na>160 mmol/l Na<115 mmol/l)
- Objemové preťaženie
- Hypertermia
- Rabdomyolýza
- **Intoxikácie liekmi !!!**
- Metabolické ochorenia (močovinový cyklus, organické acidémie, poruchy metabolizmu aminokyselín)
- Syndróm spôsobený rozpadom nádoru
- Sepsa
- Autoimunitné ochorenia ???

Hlavnou kontraindikáciou pre CRRT je existencia inej liečebnej modality, ktorou sa dá dosiahnuť rýchlejší a lepší efekt

# Furosemid a akútna renálna insuficiencia

## Podávanie furosemidu NEZNIŽUJE

- Dĺžku hospitalizácie
- Riziko vzniku renálnej insuficiencie a potrebu dialýzy
- Dĺžku CRRT

Ho KM et al. **Benefits and risks of furosemide in acute kidney injury**. Anaesthesia 2010; 65: 283–293

Voort PH et al. **Furosemide does not improve renal recovery after hemofiltration for acute renal failure in critically ill patients: a double blind randomized controlled trial**. Crit Care Med 2009; 37: 533–538. 196.

## Vysoká dávka furosemidu ZVYŠUJE riziko ototoxicity

- Furosemid > 1 g/ deň alebo Furosemid > 0,5 mg/kg/h
- Riziko vzniku renálnej insuficiencie

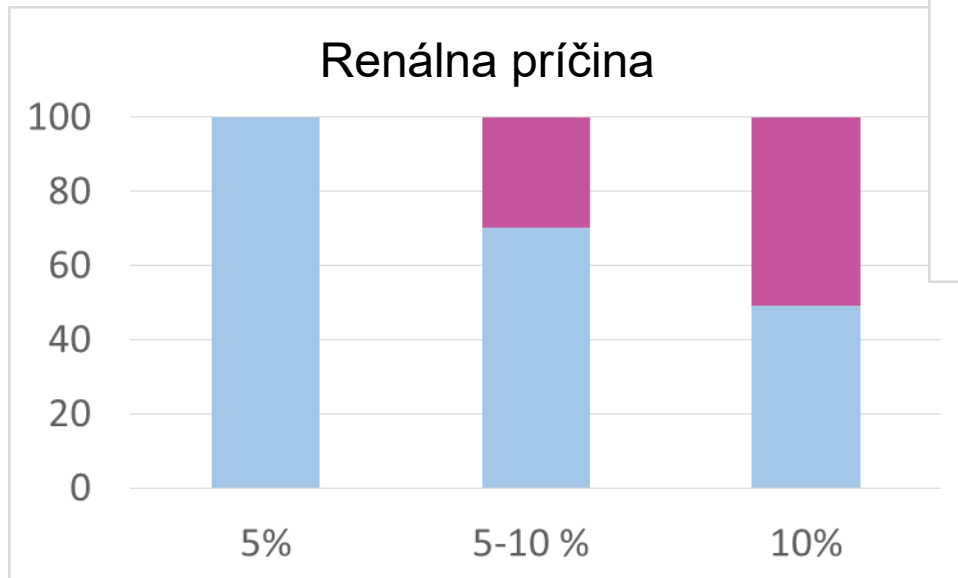
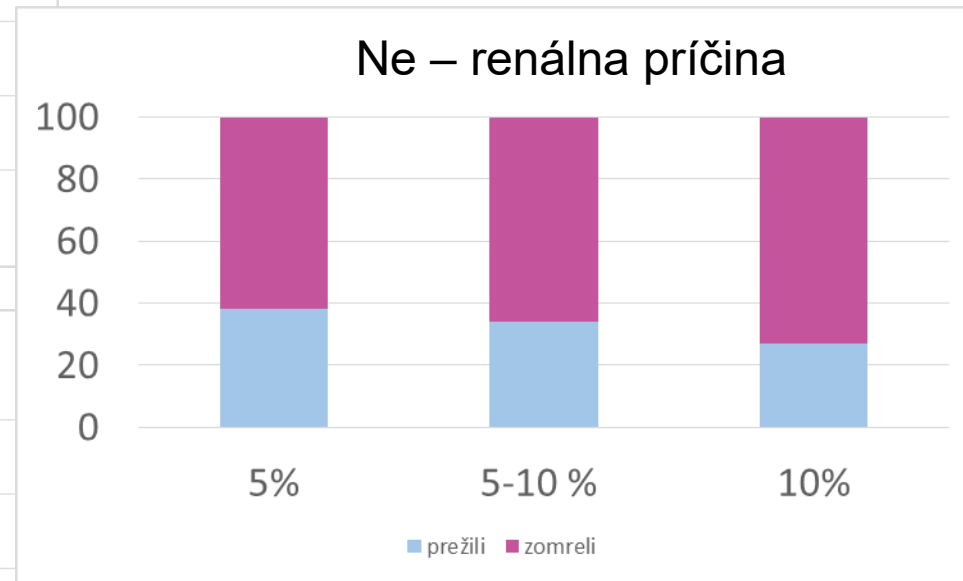
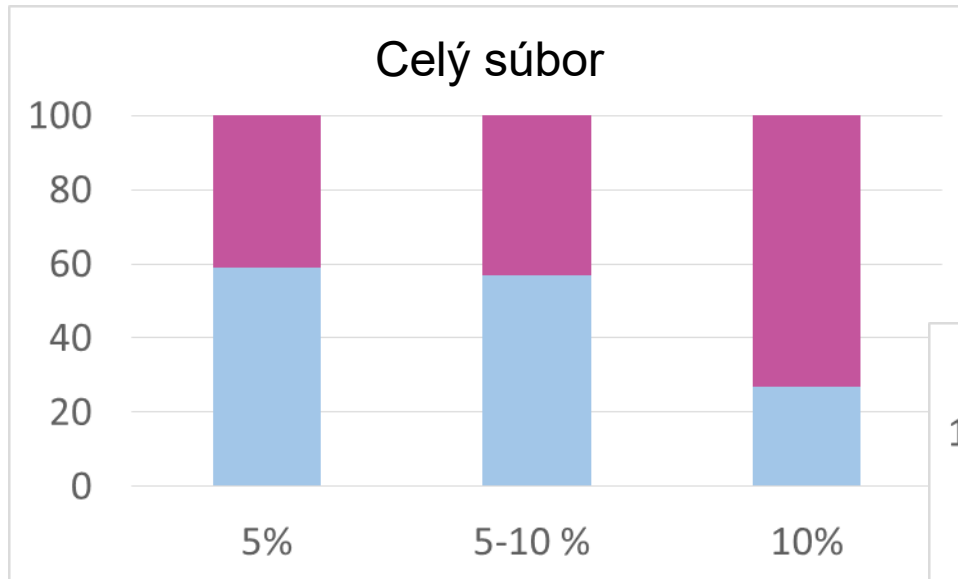
Cantarovich F et al. **High-dose furosemide for established ARF: a prospective, randomized, double-blind, placebocontrolled, multicenter trial**. Am J Kidney Dis 2004; 44: 402–409.

## Furosemid v praxi

- V počiatočných štádiách pomáha udržať bilanciu tekutín a korigovať iónovú dysbalanciu
- Furosemidový test (1-1,5 mg/kg) – výdaj moču menší ako 200 ml/2h
  - 87 % senzitivita a 88 % špecificita – pre zlú prognózu ARI

Cantarovich F et al. **High-dose furosemide for established ARF: a prospective, randomized, double-blind, placebocontrolled, multicenter trial**. Am J Kidney Dis 2004; 44: 402–409.

# Preťaženie tekutinami



Renálna príčina – nad 10 %  
indikovaná CRRT



# Výber membrány

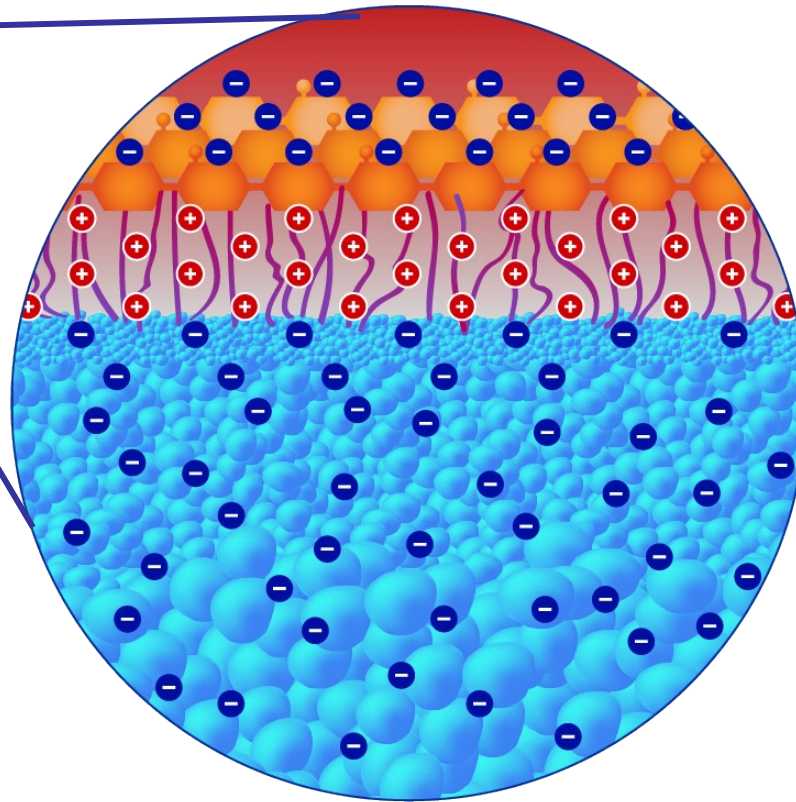
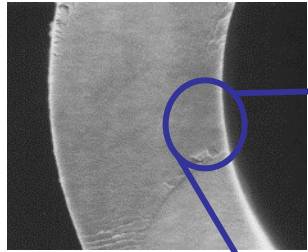


Difúzia + konvekcia



Difúzia + konvekcia + adsorpcia

# oXiris – jedinečná medzi membránami



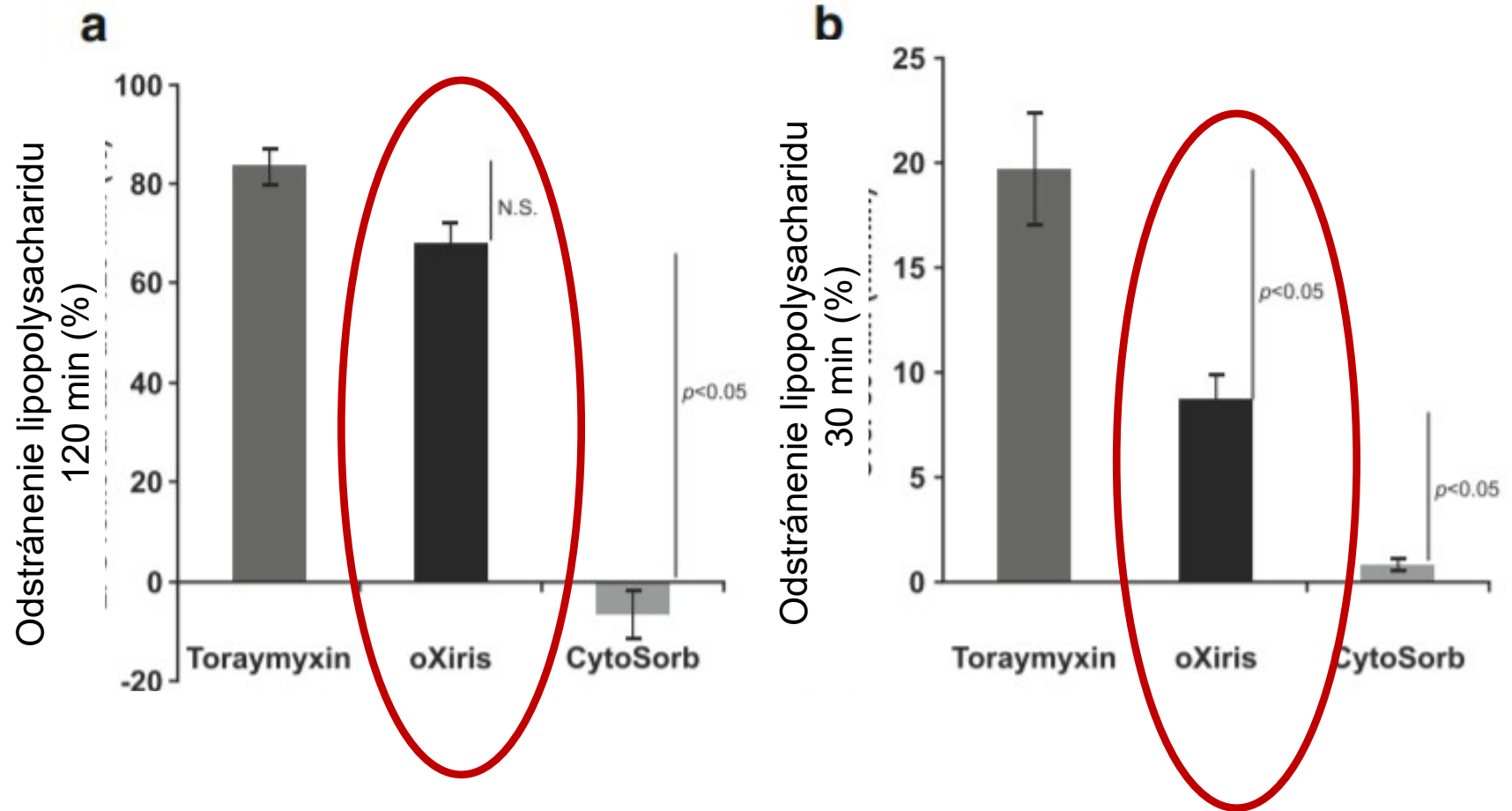
Heparín  
Prevenca zrážaniu

Polyetylénimín  
Väzba  
lipopolysacharidu

Elektricky nabitý hydrogél  
AN69  
Väzba cytokínov

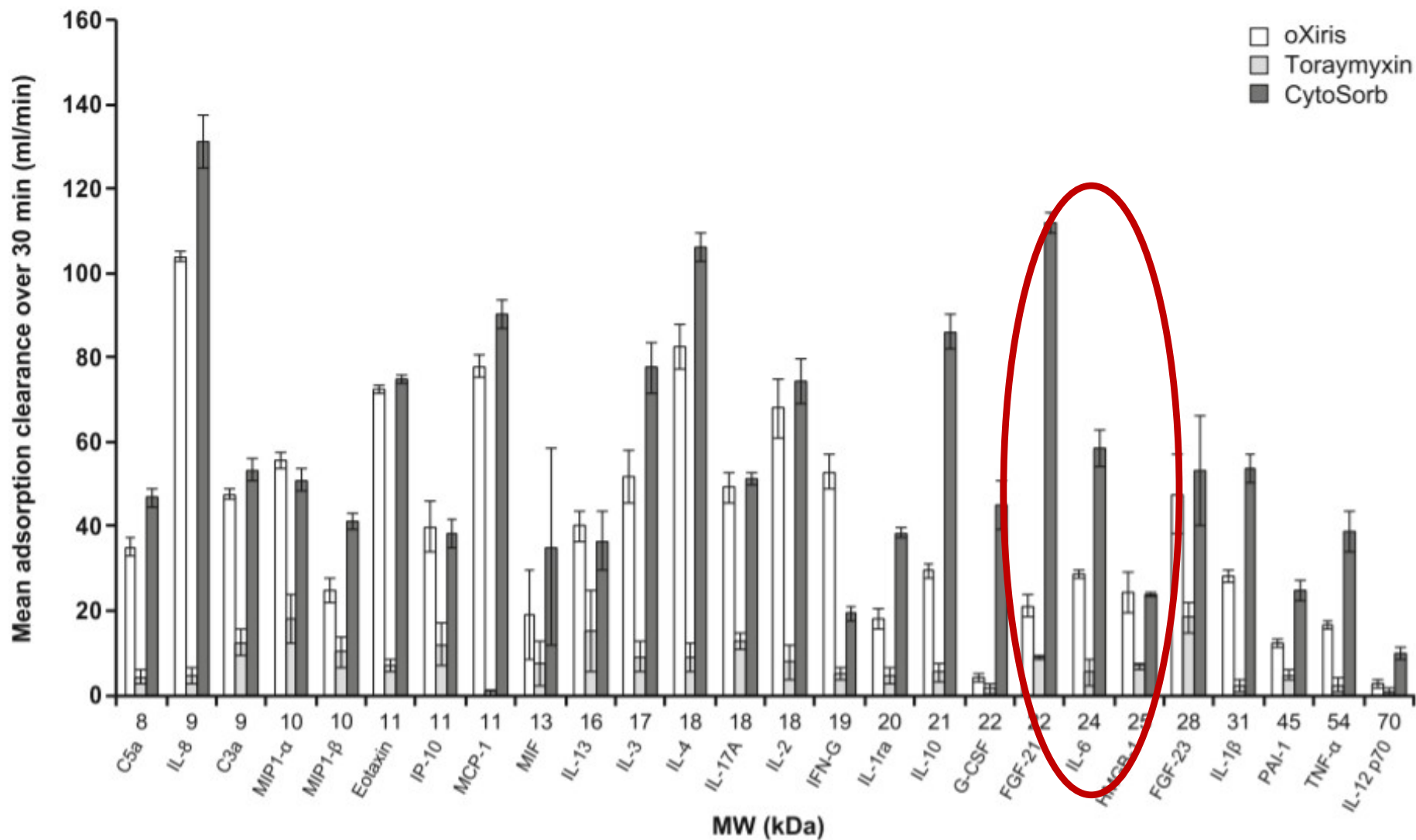
# Efektívnosť aktívnych membrán 1

Odstránenie lipopolysacharidu



# Efektívnosť aktívnych membrán 2

Odstránenie cytokínov a zápalových mediátorov za 30 min

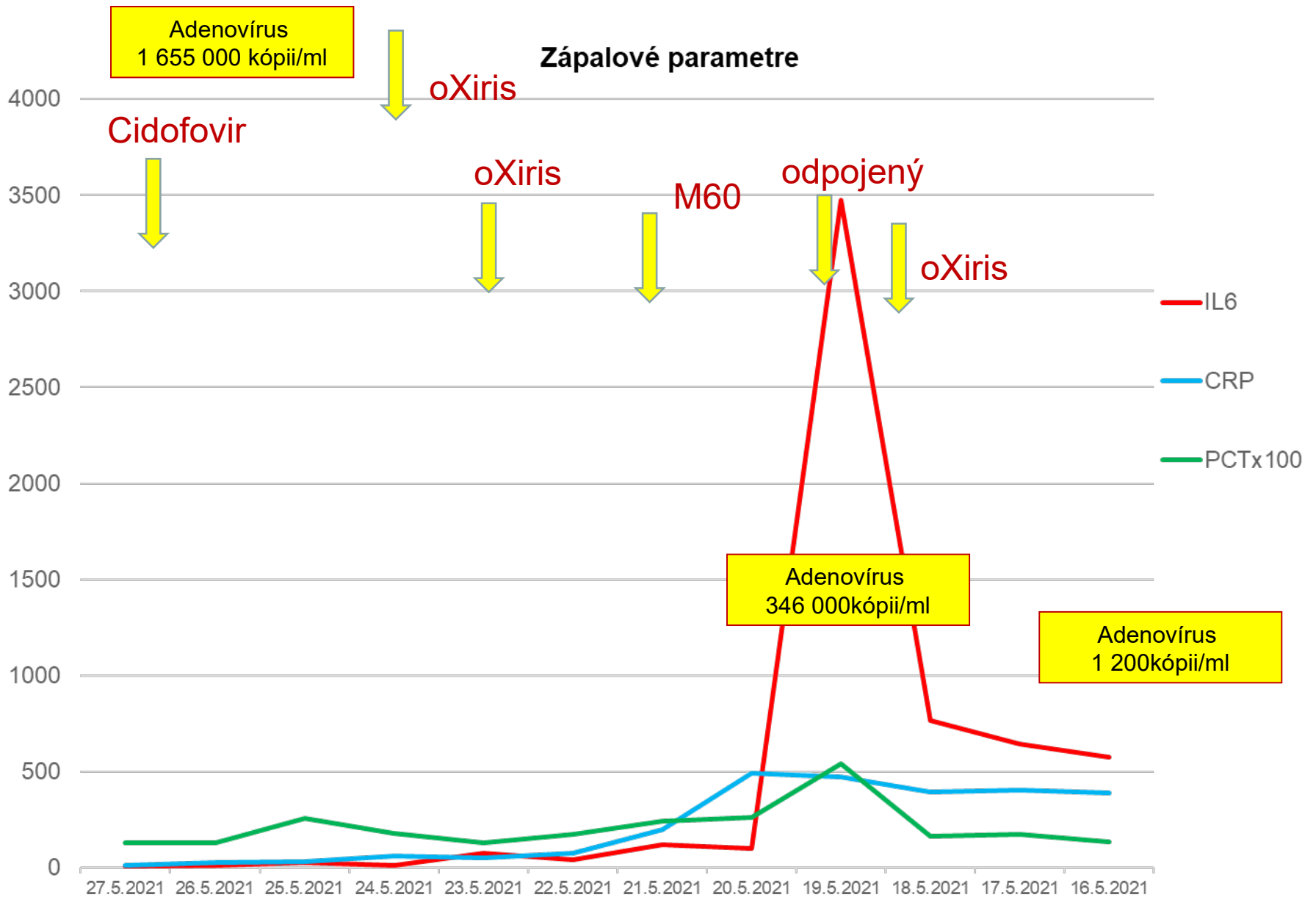




# Odstránenie cytokínov a zápalových mediátorov za 120 minút

		Mediators	Removal rates (RR%) at 120 min			
			Control tubing	oXiris	CytoSorb	Toraymyxin
Pro-inflammatory cytokines	IL-3	3.9 (± 1.4)	99.3 (± 0.0)	99.4 (± 0.0)	70.2 (± 11.1)	
	IP-10	16.6 (± 17.4)	99.3 (± 0.3)	99.1 (± 0.2)	68.6 (± 11.9)	
	IL-17α	16.7 (± 7.8)	98.7 (± 0.4)	97.6 (± 0.3)	74.0 (± 6.2)	
	MIP-1α	2.9 (± 3.1)	97.3 (± 0.4)	97.3 (± 0.4)	91.0 (± 0.4)	
	MIP-1β	4.7 (± 2.9)	91.5 (± 1.2)	92.4 (± 0.0)	70.3 (± 9.0)	
	HMGB-1	8.4 (± 3.2)	89.5 (± 0.4)	91.8 (± 0.9)	61.5 (± 1.9)	
	IL-8	4.6 (± 8.0)	100 (± 0.0)	100 (± 0.0)	34.5 (± 13.1)	
	IFN-γ	7.9 (± 8.8)	99.5 (± 0.3)	95.7 (± 0.6)	37.4 (± 8.3)	
	Eotaxin	14.3 (± 9.1)	99.1 (± 0.1)	99.0 (± 0.0)	42.2 (± 7.9)	
	IL-6	5.2 (± 9.3)	93.5 (± 1.4)	99.6 (± 0.1)	41.8 (± 14.6)	
	MIF	14.3 (± 5.9)	78.0 (± 24.4)	83.0 (± 20.2)	45.1 (± 13.8)	
	MCP-1	6.0 (± 4.1)	100 (± 0.0)	100 (± 0.0)	11.3 (± 4.4)	
	TNF-α	11.8 (± 12.5)	90.1 (± 2.2)	98.4 (± 0.2)	17.9 (± 9.2)	
	IL-1β	8.2 (± 4.5)	86.8 (± 1.0)	97.2 (± 0.0)	15.0 (± 13.3)	
	Anti-inflammatory cytokines	IL-4	6.1 (± 8.3)	99.9 (± 0.0)	99.9 (± 0.0)	55.9 (± 16.0)
IL-2		1.8 (± 5.0)	99.4 (± 0.2)	99.3 (± 0.3)	61.6 (± 13.6)	
IL-10		8.9 (± 7.7)	99.0 (± 0.4)	99.8 (± 0.0)	40.6 (± 14.9)	
IL-13		12.2 (± 5.9)	93.5 (± 0.0)	94.2 (± 0.0)	73.7 (± 20.6)	
IL-1Ra		11.2 (± 3.6)	90.2 (± 2.8)	92.1 (± 0.0)	35.4 (± 16.2)	
IL-12 p70		7.0 (± 7.5)	22.1 (± 4.5)	76.5 (± 2.5)	6.9 (± 8.0)	
Complement factors	C3a	14.8 (± 11.5)	96.4 (± 1.2)	98.2 (± 0.2)	67.9 (± 7.5)	
	C5a	1.3 (± 4.8)	90.7 (± 0.6)	95.7 (± 1.2)	38.8 (± 7.9)	
Serine protease	PAI-1	8.5 (± 4.9)	87.9 (± 1.8)	95.5 (± 0.4)	30.9 (± 9.6)	
Growth factors	FGF-23	18.3 (± 12.2)	98.7 (± 1.1)	99.4 (± 0.8)	88.4 (± 5.5)	
	FGF-21	2.9 (± 0.5)	96.0 (± 0.9)	99.9 (± 0.0)	70.9 (± 10.1)	
	G-CSF	8.1 (± 9.0)	36.0 (± 2.9)	99.4 (± 0.0)	16.9 (± 8.0)	
Fluid removal	CRRT	-	Yes	No	No	

# Efekt terapie



# Ladislav 13 ročný, 34 kg

## M 60

- **Prietok krvi** Hmotnosť x 1,6 **55 ml/min**
- **Citrát** Automaticky **550 ml/h**
- **Dialyzačný roztok** Prietok krvi x 8 **440 ml/h**
- **Substitučný roztok** Citrát x 0,4 **220 ml/h**
- **Odber tekutiny** 100-150 ml/h **120 ml/h**
- **Filtračná frakcia** 30 – 35 % **34%**
- **Dávka odtoku= Dávka CRRT** 35 ml/kg/h **38 ml/kg/h**

## oXiris

- **Prietok krvi** Hmotnosť x 2 **70 ml/min**
- **Citrát** Automaticky **700 ml/h**
- **Dialyzačný roztok** Prietok krvi x **770 ml/h**  
11 **280 ml/h**
- **Substitučný roztok** Citrát x **120 ml/h**  
0,4 **33 %**
- **Odber tekutiny** 100-150 ml/h **51 ml/kg/h**
- **Filtračná frakcia** 30 – 35 %

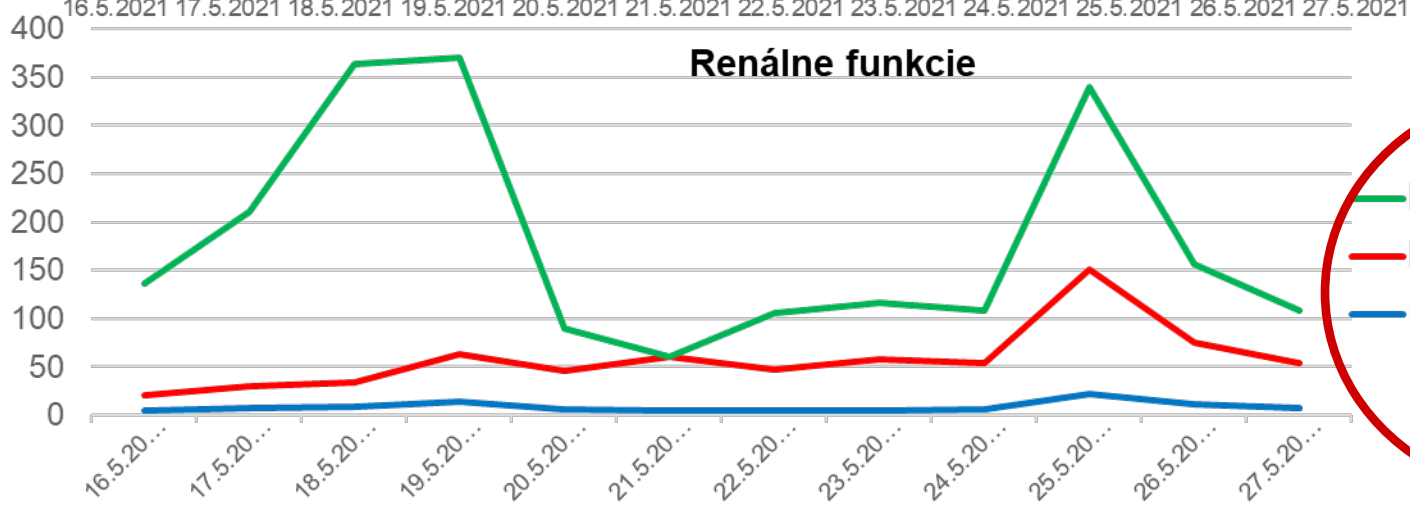
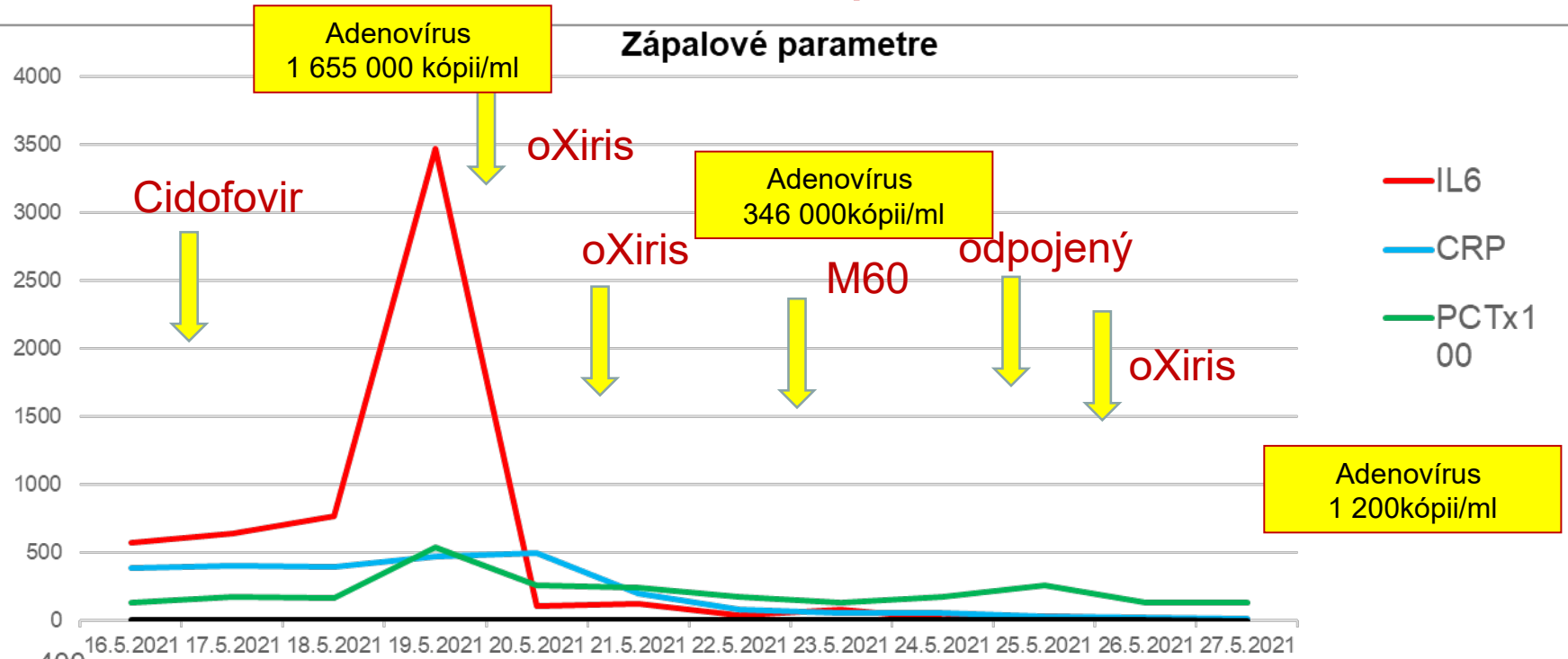
# Ladislav 13 ročný, 34 kg

- B-ALL po nepríbuzenskej transplantácii krvotvorných buniek
- Engraftment syndróm na D +10 deň
  - zvýšené uvoľňovanie cytokínov pri degranulácii neutrofilov vo fáze prihojenia
  - klinické príznaky – horúčka, erytematozny exantém, nekardiogénny pľúcny edém
  - Kortikoidy - 7 dni
- D+ 19 deň preklad na JIS
  - respiračná insuficiencia – adenovírusová pneumónia – 1 655 000 kópií/ml
  - pokles diurézy – napriek maximálnej dávke furosemidu – 1 (1,5) mg/kg/h
  - objemové preťaženie + 12 %
  - urea 13,7 mmol/l kreatinín 49  $\mu$ mol/l, kyselina močová 307  $\mu$ mol/l



Adenovírus DNA (PCR) 1 655 000 kópii/ml

# Efekt terapie





# Ďakujem za pozornosť

