

# **Kontinuální renální substituční terapie** **CRRT**

**(Continuous Renal Replacement Therapy)**

**15.11.2021**

# Kriticky nemocný pacient

- vyšší metabolické rychlosti
- sepse
- hypotenze – vazoaktivní léky
- multiorgánové selhávání
- nepřetržité odstraňování odpadu
- příjem velkých objemů tekutin

# Indikace CRRT

## Obecné indikace:

- Vysoké hladiny sloučenin obsahujících dusík v krvi (močovina a kreatinin)
- Přetížení tekutinami - oligurie a anurie
- Metabolická acidóza - pH nižší než 7,2
- Hyperkalémie - draslík vyšší než 6 mmol/l
- Hypernatrémie - sodík vyšší než 160 mmol/l nebo nižší než 115 mmol/l

# Indikace CRRT

- SIRS, sepse
- ARDS
- Akutní pankreatitida
- Rhabdomyolýza
- Kongestivní srdeční selhání
- Tumor lysis syndrom (např. po léčby cytostatiky..)
- Intoxikace – toxiny rozpustné ve vodě

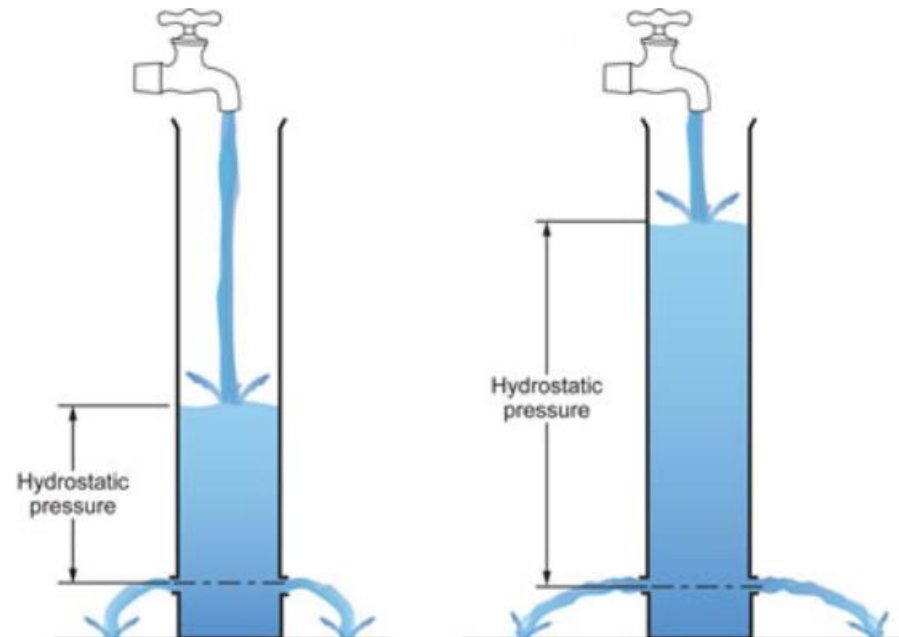
# Principy CRRT

- **Ultrafiltrace** označuje pohyb vody přes polopropustnou membránu způsobený tlakovým gradientem. To znamená, že se voda přesouvá z oblasti s vyšším tlakem do oblasti s nižším tlakem a lze toho dosáhnout pozitivním tlakem na jedné straně, který vodu protlačí membránou, nebo negativním tlakem na druhé straně protažením vody přes membránu. Čím vyšší je tlakový rozdíl, tím vyšší je rychlost ultrafiltrace. Čím nižší je tlakový rozdíl, tím nižší je rychlost ultrafiltrace.



# Principy CRRT

- **Konvekce** je objemové proudění rozpuštěné látky přes semipermeabilní membránu spolu s rozpouštědlem způsobem, který je závislý na transmembránovém tlaku a charakteristikách membrány.



# Principy CRRT

- **Difúze se** týká pohybu rozpuštěných látek přes polopropustnou membránu způsobenou koncentračním gradientem. To znamená, že rozpuštěné látky se přesouvají z oblasti s vyšší koncentrací do oblasti s nižší koncentrací a dochází k tomu, dokud se koncentrace rozpuštěné látky na obou stranách nevyrovnají.



# Cévní přístupy

## – Dočasné - akutní žilní přístupy

- Nepředvídatelná nutnost provedení hemodialýzy

Akutní renální selhání

Náhlé zhoršení chronické renální insuficience

Zánik trvalého žilního přístupu

„Zrání“ píštěle, kdy pacienta je nutné již dialyzovat.

Poškozené cévy pacienta nebo cévy velmi křehké

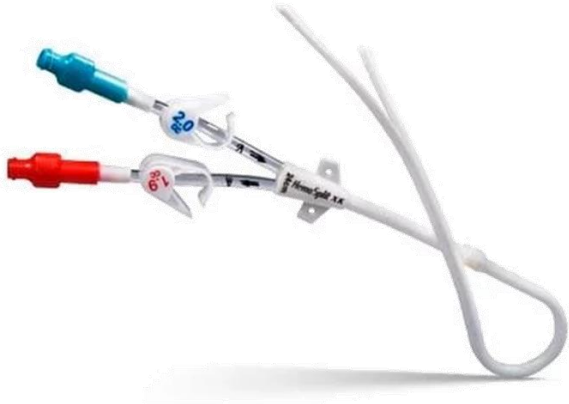
Některé typy intoxikací

- Životnost přístupu 2-3 týdny



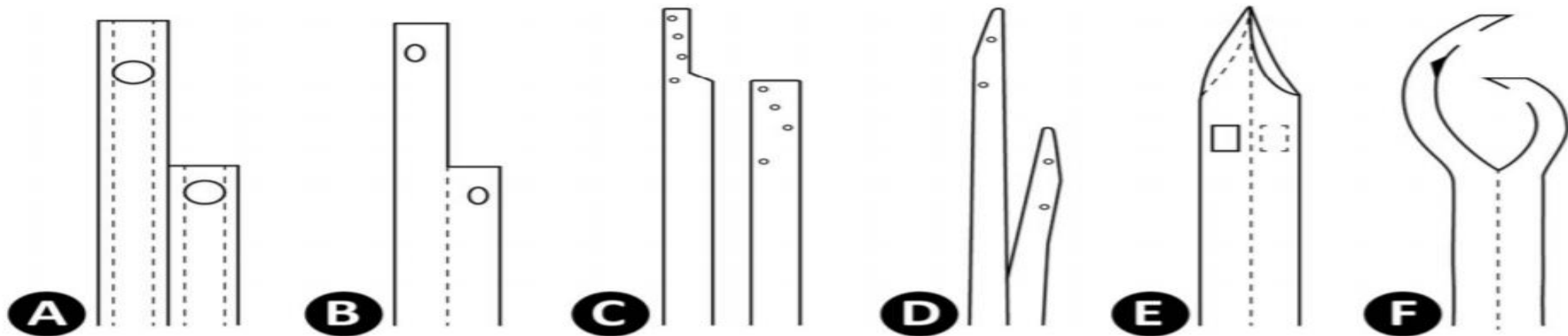
# Cévní přístupy - venovenózní přístup (punkční)

- Dvojcestná linka
  - Červená - pro nasávání
  - Modrá - pro návrat krve



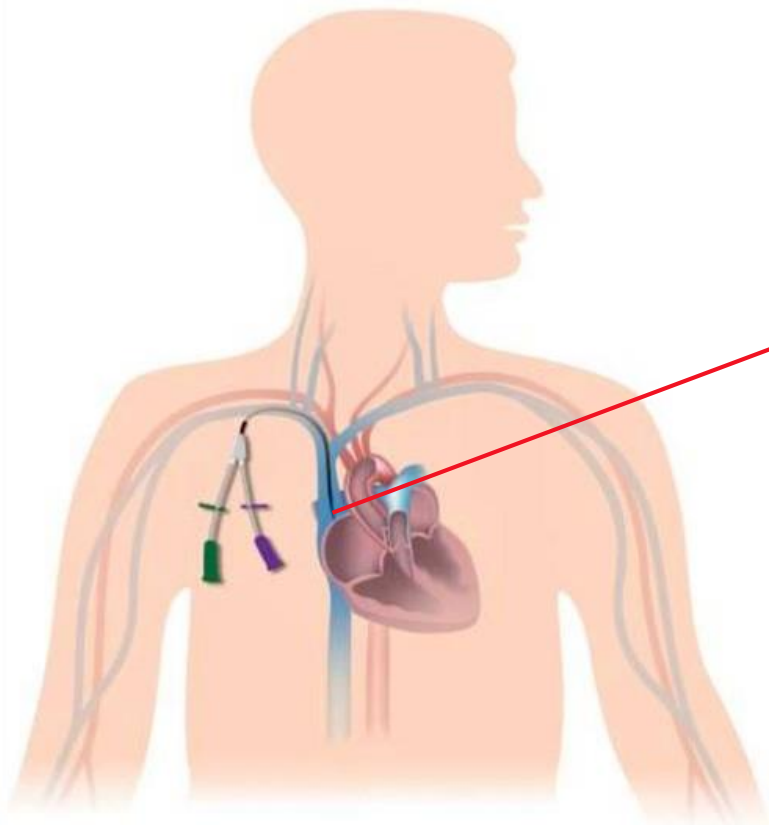
# Cévní přístupy – sací otvory

Sací otvory jsou po straně katétru návratový na jeho konci, aby nedocházelo k zpětnému nasávání očištěné krve, tzv. recirkulaci.

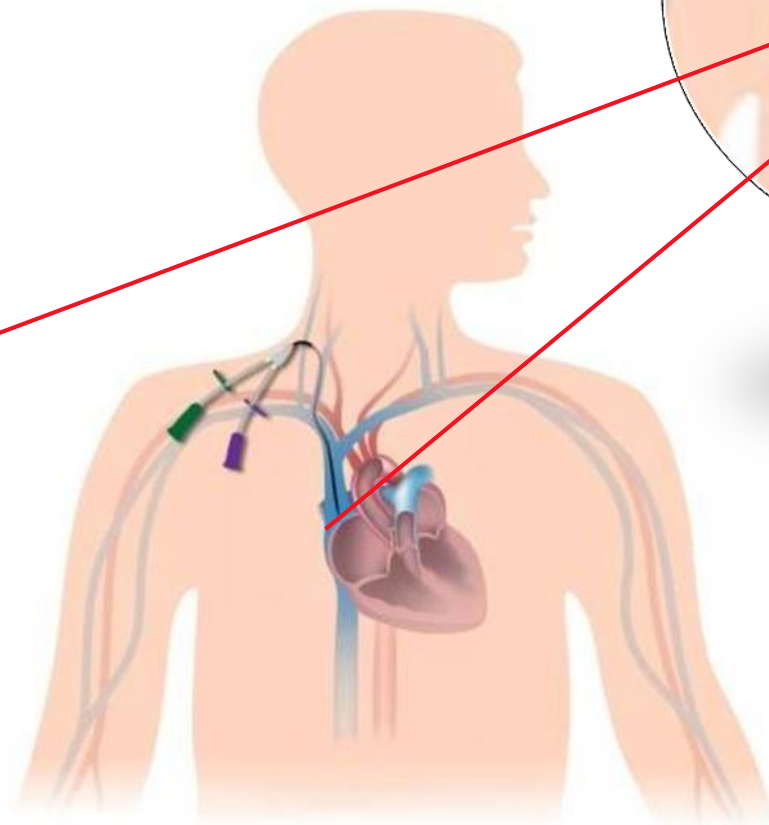


- A. Quintonův oválný hrot PermCath™ s kulatým hrotem
- B. Mahurkarův katétr se špičkovou špičkou.
- C. dvojité katétrů Canaud a Tesio (Canaud se subkutánními průchodkami)
- D. Ash SplitcathVR katétr s rozdělenou špičkou.
- E. Symetrický hrotový katétr Tal Palindrome™ (s bočními otvory).
- F. katétr CentrosFlo™

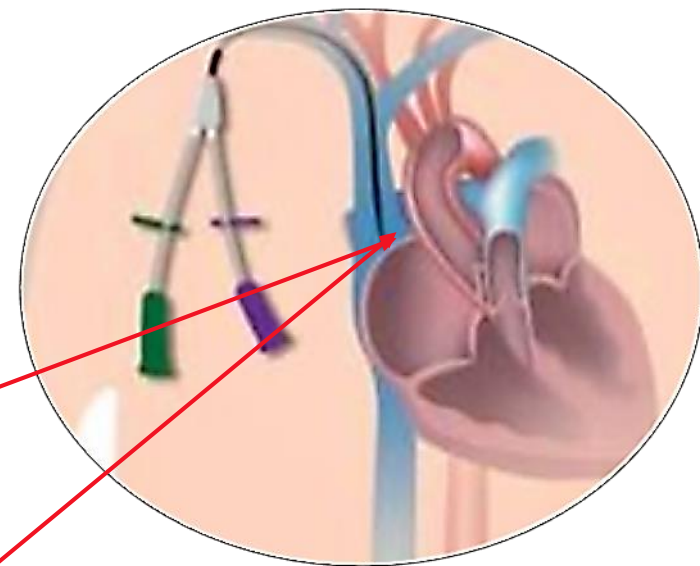
# Cévní přístupy



v. subclavia dx.



v. jugularis interna dx.



Pravá srdeční předsíň

# Paralera CRRT x Močový systém

- a.renalis = přívodná linka (červená)
- v. renalis = návratová linka (modrá)
- ledvina = kapilární systém (dialyzátor/filtr)
- ultrafiltrace = glomerulární filtrace
- substituční  $\odot$  = tubulární resorpce
- ureter = linka ultrafiltrátu
- moč. měchýř = sběrný vak

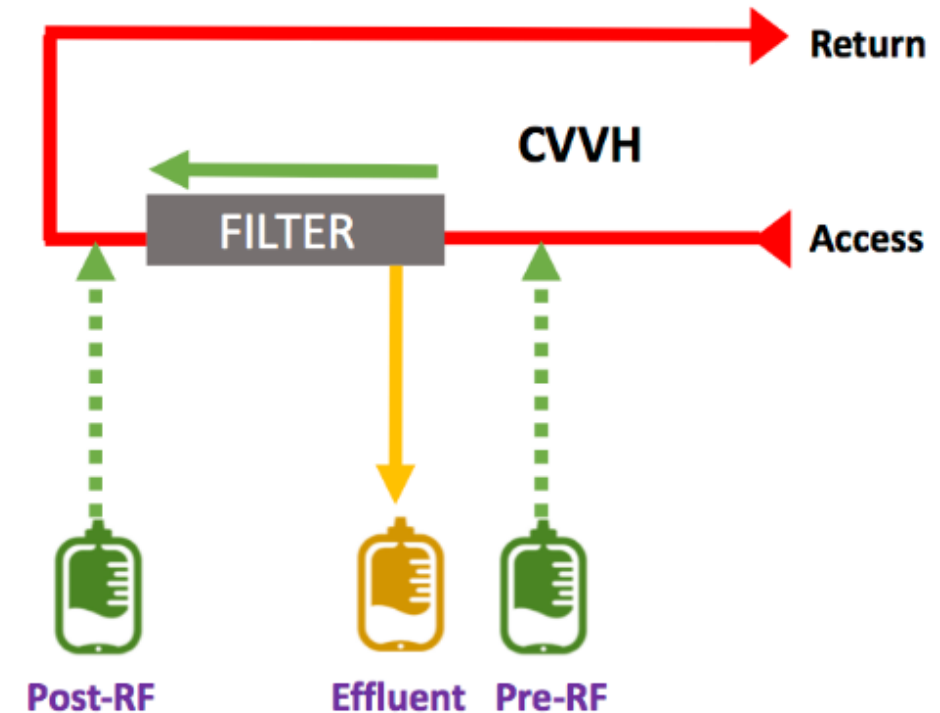
# Dělení eliminačních metod CRRT

- **SCUF (Slow Continuous Ultrafiltration)** – pomalá kontinuální ultrafiltrace.
  - pomalé odstranění tekutin z organismu,
  - nedochází k jejich náhradě substitučním roztokem
  - eliminace přebytečné vody z organismu.
- Filtrace 2-7 l/24h
- Indikace:
  - srdeční selhávání
  - hyperhydratace

# Dělení eliminačních metod CRRT

## – CVVH (Continuous Veno-Venous Hemofiltration) kontinuální venovenózní hemofiltrace

- odstranění odpadních látek z organismu na principu konvekce a hemofiltrace
- látky rozpustné ve vodě jsou filtrovány přes polopropustnou membránu
- aplikace sterilního fyziologického substitučního roztoku do krevního okruhu
  - před filtrem - prediluce
  - za filtrem - postdiluce
- možnost využití obou metod
- využívá se:
  - pro odstranění rozpuštěných látek (malých a středně velkých molekul)
  - k vyrovnání bilance tekutin
  - výměna tekutin 20-35 ml/kg/hod

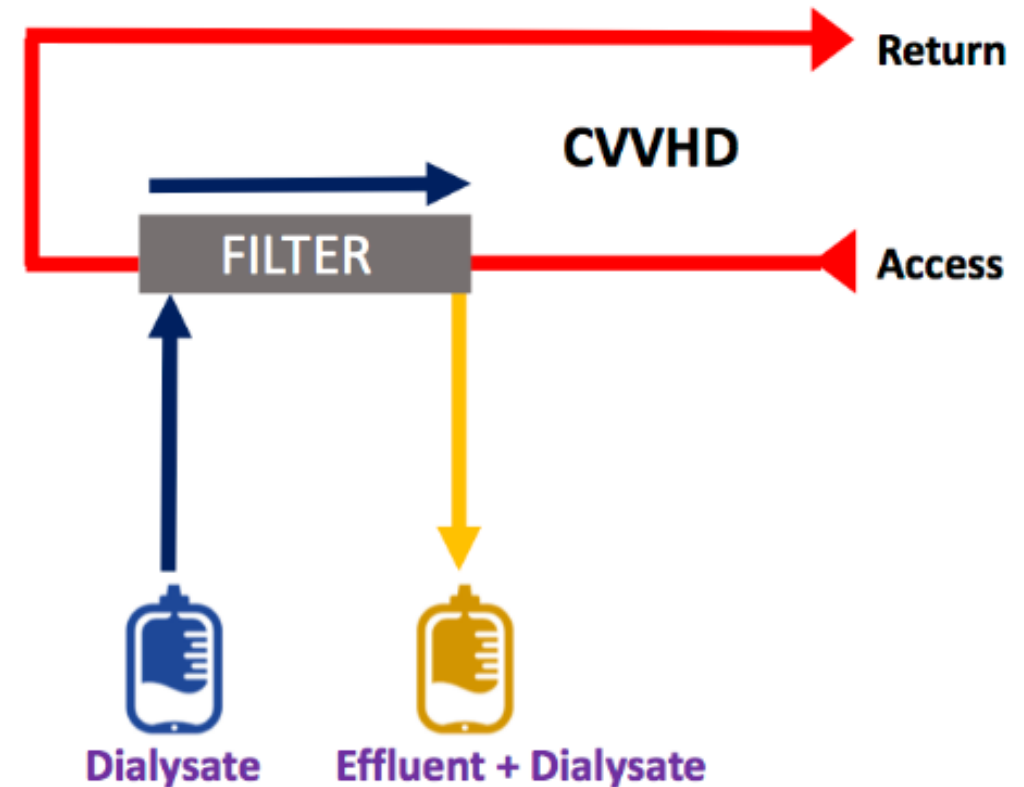


# Dělení eliminačních metod CRRT

## – CVVHD (Continuous Veno-Venous Hemodialysis) – kontinuální venovenózní hemodialýza

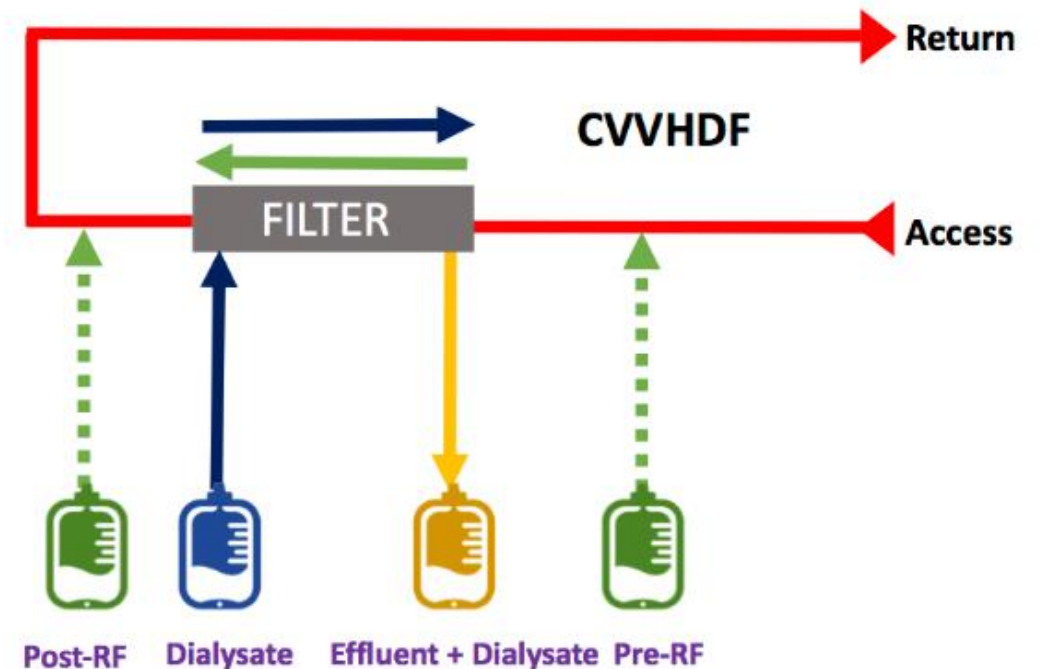
- odstranění látek z organismu na principu difúze
- nevyužívá substituční roztok
- dialyzační roztok, proudí proti krevnímu proudu

Průtok dialyzačního roztoku 1-2 l /hod  
Výměna tekutin 20-30ml/kg/hod



# Dělení eliminačních metod CRRT

- **CVVHDF (Continuous Veno-Venous Hemodiafiltration)** – kontinuální venovenózní hemodiafiltrace
  - kombinace konvekce, filtrace a dialýzy
  - využití dialyzačních roztoků
  - filtrace 15-20l/24h ( nutná substituce )
  - vysoce účinná pro eliminaci malých i velkých molekul





# Dělení eliminačních metod CRRT

- **SLED (sustained lowficiency hemodialysis)**
- hybridní metoda kontinuálních a intermitentních eliminačních metod
- v metodě se používají standartní hemodialyzační přístroje
- průtok dialyzátu 100-200ml/min
- průtok krve max. 200 ml/hod
- doba terapie 8-12 hod/den
  
- Využívá se u oběhově nestabilních pacientů

# ANTIKOAGULACE

## SYSTÉMOVÁ ANTIKOAGULACE

Kontinuální celková heparinizace se provádí u nemocných, kteří nemají krvácivé stavy, nejsou po invazivních výkonech.

- nefrakcionovaný heparin
- nízkomolekulární hepariny



## REGIOÁLNÍ ANTIKOAGULACE

- PROTAMIN- HEPARINOVÁ ANTIKOAGULACE .
- REGIONÁLNÍ CITRÁTOVÁ ANTIKOAGULACE
  - Citrát se aplikuje vždy před hemofiltr a kalcium za filtr.

# Podávání Heparinu

- Dobré antikoagulační účinky, možná neutralizace Protaminem, rychle odezní účinek
- Úvodní bolus (2000 – 5000 IU)
- Udržovací dávka (300 – 1000IU/hod)
- Nutná monitorace aPTT požadovaná hodnota aPTT 1,5 – 2,5x norma (35-45s)
  - podávání heparinu do mimotělního okruhu (aPTT v okruhu je dvojnásobně vyšší).
  - podáním protaminu za filtr vede ke snížení aPTT u pacienta
  
- Komplikace: trombocytopenie, krvácení

# Podávání citrátu sodného

- Koncentrace 4% nebo 2.2% citrát sodný
- Brání srážení krve vazbou na ionizované Calcium
- Citrát se v játrech svalech a v ledvinách mění na bikarbonát =pufr.
- Má vysoký obsah Natria
- Při závažném poškození jater – riziko kumulace a není metabolizován jako bikoarnobát
- Citrát se aplikuje vždy před hemofiltr a kalcium za filtr.

# Podávání citrátu sodného

- **Citrát se aplikuje vždy před hemofiltr**

- 4% - 150-180ml/hod
- 2,2% - 300-500ml/hod

Obsah bikarbonátu v substitučních roztocích nutno upravit dle aktuálních hladin v plazmě.  
Průtok citrátu se automaticky mění se změnou průtoku krve.

- **Kalcium je podáváno samostatně venozní linkou za hemofiltrem**

Počáteční dávka:       $\text{CaCl}_2$                       5-10 ml/hod  
                                  $\text{Ca gluconicum}$  10- 20 ml/hod

Dávka kalcia se automaticky přizpůsobuje při:

- změně dávky citrátu
- změně průtoku dialyzačního roztoku nebo ultrafiltrace

# Podávání citrátu sodného

- Monitorace vnitřního prostředí
  - Po 6 hod : Na, K, Chl, ionizované Ca, ABR
  - Po 12 hod: +urea , kreatinin, fosfát
  - Po 24hod : celkové Ca a Mg
- Optimální hladiny ionizovaného Ca
  - v mimotělním systému za filtrem – 0,25 - 0,35 mmol/l
  - systémově v plazmě – 0,96 - 1,2 mmol/l

**zapisovat výsledky hladin kalcia do protokolu/dokumentace a pravidelně je hodnotit**

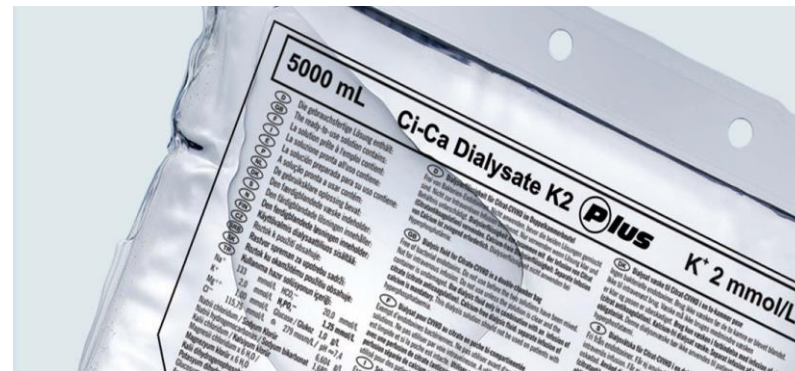
# Komplikace při podávání citrát – kalcium

1. **metabolická alkalóza** - vzniká při zvýšené dodávce citrátu do organismu (citrát se v organismu mění za normálních okolností na bikarbonát)
2. **metabolická acidóza** – dochází k významnému postižení jaterních funkcí (citrát dostatečně metabolizován)
3. **hypernatrémie** – citrát se podává ve formě sodné soli, na podkladě toho může dojít ke zvýšení hladiny natria
4. **hypokalcémie a hypomagnezémie** - vyvazování kalcia a magnesia citrátem (důležitá je jejich substituce)
  - důležité je sledování hladin ionizovaného kalcia za filtrem (0,30 – 0,35 mmol/l)
  - celkového kalcia v organismu - sledovat i hladina Mg v krvi/1xden

# Substituční vaky

Nahrazují v organismu ztracené soluty a vodu. Substituční roztok, který má obdobné minerálové složení jako krevní plasma,

- K2 – základní roztok (draslík 2 mmol/l)
- Bi4 (draslík 4 mmol/l) → těsně před použitím naředit (dvoukomorový vak)
- Bi0 (bez draslíku, vápník 0,8 mmol/l) – u citrátové antikoagulace  
→ těsně před použitím naředit (dvoukomorový vak)
- Multi Bic 0-4
- Medisol
- Ci-Ca – při CVVHD





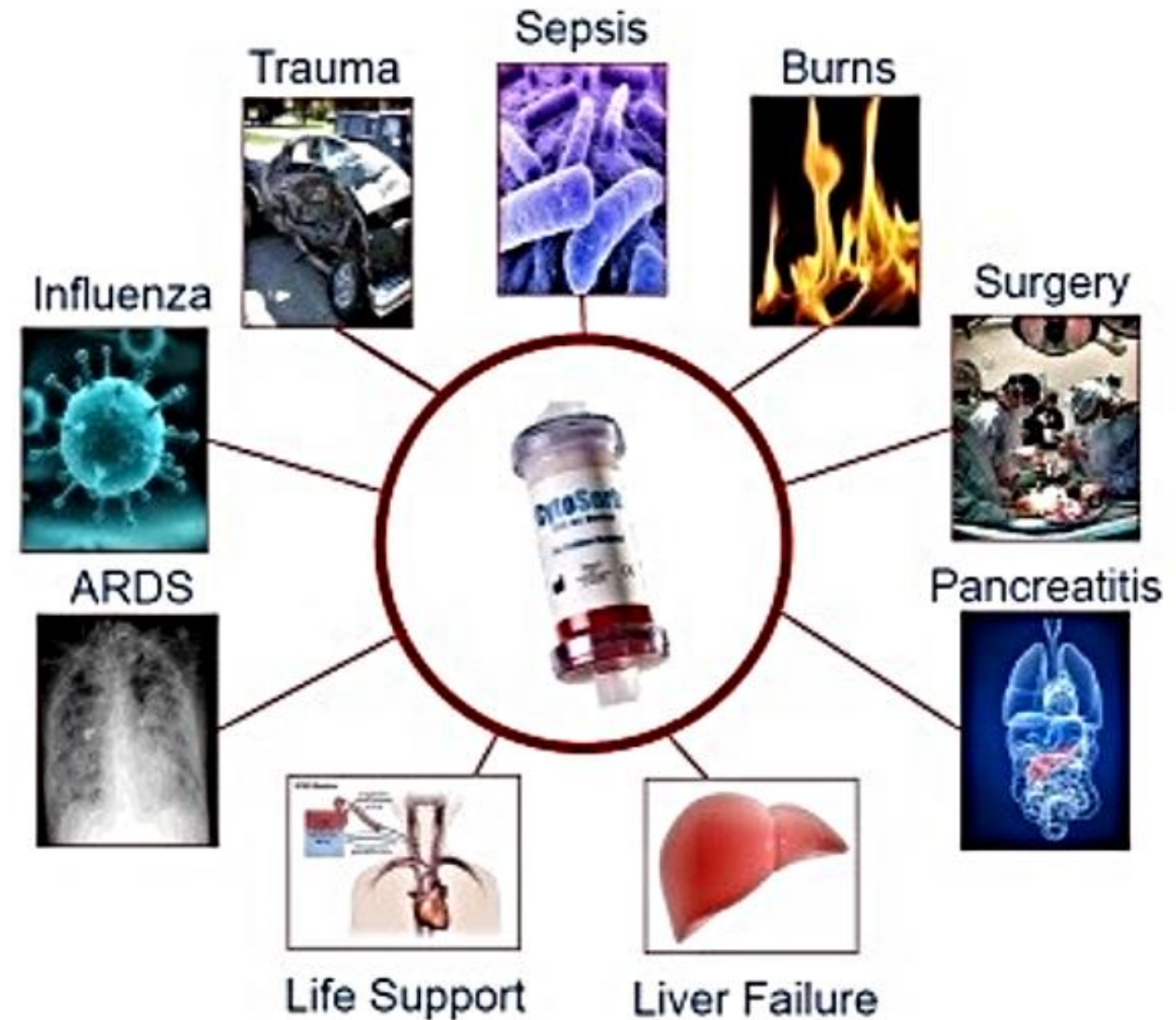
# Hemofiltr



# Hemofiltr Cytosorb

adsorbér cytokinů

- odstranění přebytečných cytokinů a antitrombotik
- snadná instalace
- vysoký průtok, nízký odpor 100- 700ml/min
- povrch membránových filtrech > 40.000m<sup>2</sup>
- kompatibilní se všemi typy antikoagulací
- první výměna Cytosorbu ideálně po 12 hod
- další výměny 12-24 hod
- skladovatelnost 3 roky



# Hemofiltr Cytosorb – zapojení do mimotělního systému

<https://cytosorb-therapy.com/en/the-adsorber/setup-of-cytosorb/#rrt-pre-filter>



# Propláchnutí Cytosorbu před aplikací





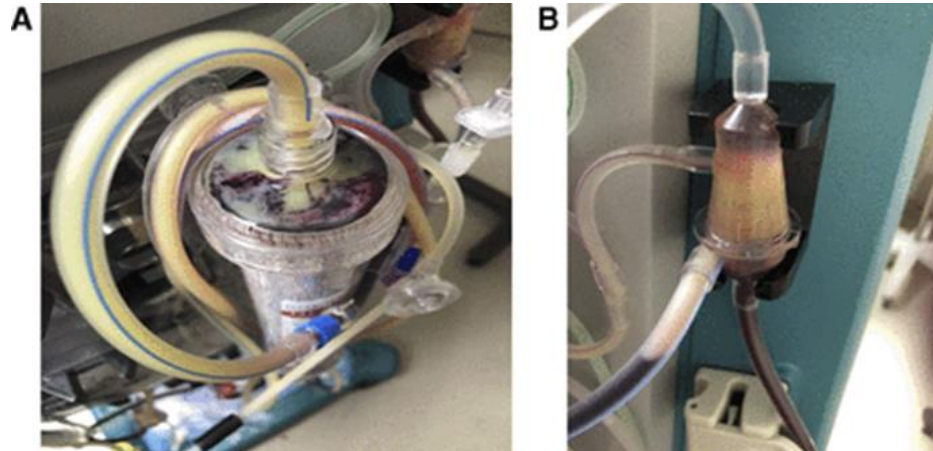


# Výhody CRRT

- je fyziologičtější – více se podobá přirozené funkci ledvin
- pomalé změny ve vnitřním prostředí → lepší hemodynamická tolerance
- pečlivější odstranění uremických toxinů
- možnost odstranění zánětlivých mediátorů
- není riziko dysekvilibračního syndromu

# Kazuistika

- 54letá žena prodělala masivní plicní tromboembolii. Trombolýza i.v. byla neúspěšná. Bylo provedeno operační odstranění trombu, které bylo komplikováno srdeční zástavou . Pacienta byla zresuscitována posléze byl její krevní oběh podporován vazopresory a byla převedena na ECMO
- Vzhledem k anurickému poškození ledvin byla zahájena kontinuální dialýza (CRRT). Pacienta byla sedována Profolem.
- 15 den hospitalizace bylo u ni zaznamenáno zvýšené srážení v okruhu CRRT i přesto, že se byla adekvátně podávána regionální citrátové antikoagulace.
- Bylo zjištěno, že okruh a membrány jsou známky sražené krve , ale také usazeniny lipoidní látkou, které byli příčinou ucpání okruhu.



- laboratorní hodnoty prokazovaly zhoršení metabolické acidózy. Na základě dlouhodobější sedace Profolem bylo podezření na diagnózu **syndromu infuze Propofolu** a byly zkontrolovány triglyceridy v séru. Hodnoty triglyceridu vyl. zvýšené proto byl Propofol okamžitě zastaven. Následující den hladina triglyceridů v séru klesla a nebyla zaznamenána žádná další srážlivost ani lipoidní materiál v okruhu CRRT.



# Syndrom infuze propofolu

je vzácná, ale potenciálně smrtelná komplikace typicky spojená s infuzí vysokých dávek po dobu 48 hodin.

- Mezi rizikové faktory patří:
  - kritické onemocnění
  - užívání vazopresoru
  - závažné poškození jater.
- Mezi typické projevy patří:
  - nevysvětlitelná metabolická acidóza s aniontovou mezerou
  - hyperkalemie
  - hypertriglyceridemie
  - srdeční arytmie

# Nevýhody CRRT

- technicky a finančně náročnější
- vyšší nároky na personál i vybavení
- delší zatížení antikoagulační terapií
- nežádoucí eliminace některých látek (aminokyselin, hormonů, léčiv – ATB)
- ↓ komfort pacienta

# Péče o pacienta během výkonu

- **Monitorace nemocného:**
  - celkový stav a životní funkce, subjektivní pocity, příznaky komplikací
- **Stav cévního přístupu**
- **Bilance tekutin**
- **Monitorace parametrů na monitoru přístroje**
- **Aplikace léčiv**
  - do samostatného cévního přístupu
  - do linky CRRT: do vstupu za kapilárou pomocí LD (je tam ↑ podtlak)
- **Laboratorní odběry - většina odběrů ze vstupu před kapilárou:**
  - ionty, urea, kreatinin, glukóza,
  - KO, koagulace, ACT, aPTT
  - u odběru ionizovaného Ca z obou vstupů (před/za kapilárou)
- **Péče o hygienu, vyprazdňování, stravování...**
- **Prevence dekubitů**

# Postup při přerušení terapie:

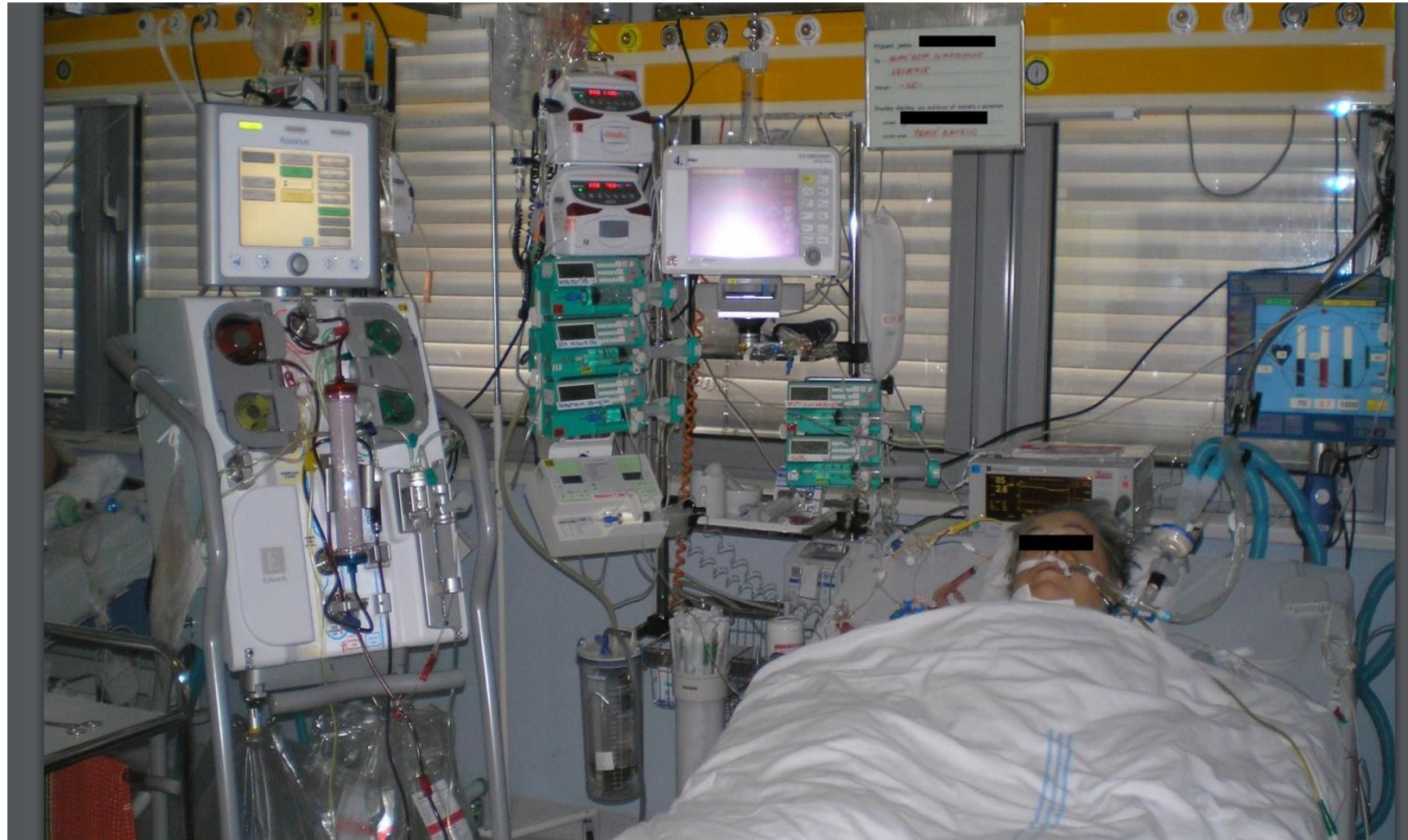
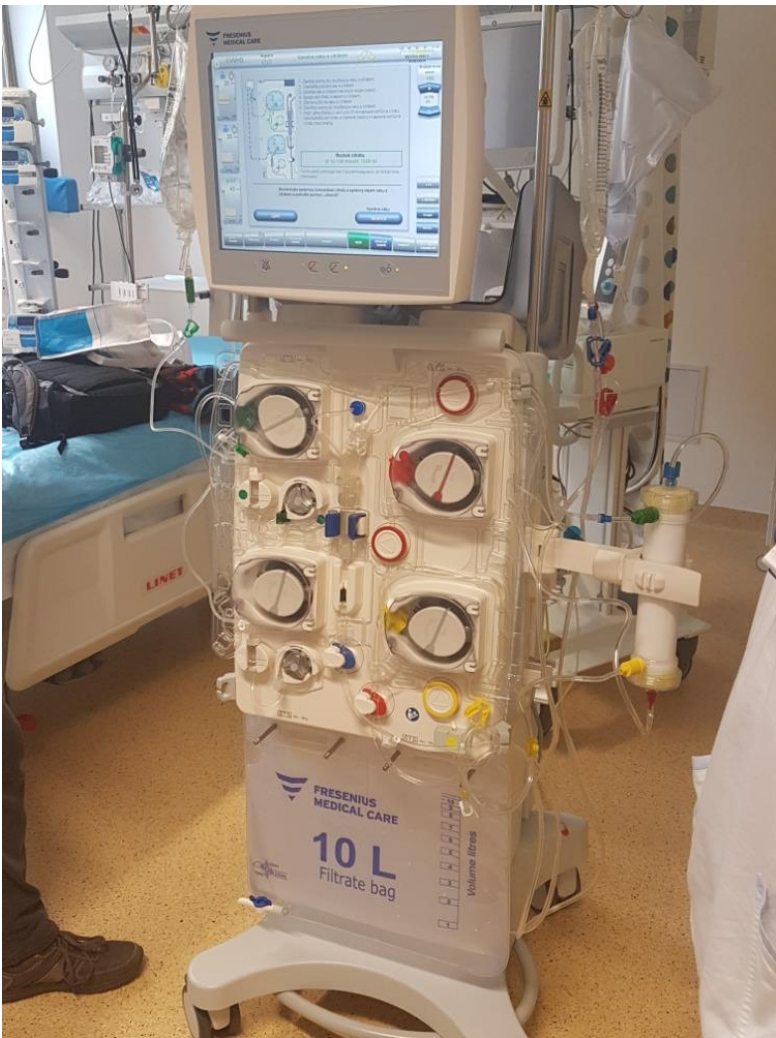
(např. při transportu pacienta na vyšetření)

- návrat krve (pokud důvodem není sražení krve v eliminačním setu)
- ošetření cévního vstupu
- proplach systému F1/1
- přístroj uvést do režimu RECIRKULACE → zpomalí se krevní pumpa, sníží se průtok roztoku

Životnost filtru je 72 h, většinou se po 48 h provádí výměna celého systému.

# Vedení dokumentace:

- dialyzační protokol:
  - čas zahájení a ukončení dialýzy
  - čas podání a druh antikoagulancií
  - rychlost ultrafiltrace...
  - laboratorní hodnoty
  - bilance tekutin
  - FF, hodnocení cévního vstupu
  - ev. komplikace spojené s dialýzou







B Braun - OMNI



Fresenius –  
MULTIFILTRARE



Baxter –  
PRISMAFLEX



Edwards  
AQUARIUS

# Přístroj OMNI



## **Předem plně sestavený set v zaváděcím pouzdru, včetně OMNI filtru**

OMNI set velmi výrazně snižuje objem práce obsluhy během přípravy, nasetování a prvotního proplachu. Urgentní zapojení určené pro akutní pacienty obsluhující personál zvládne jen s minimálním zaškolením. Proces ještě zjednoduší jasně a jednoduché pokyny na displeji monitoru.

## **Nižší objem krve díky konstrukci hadiček i komory**

Závažné komplikace, jako je např. velká ztráta krve a další těžké poruchy hemodynamiky, lze úspěšně zvládnout díky tomu, že k zahájení nebo ukončení terapie je potřeba pouze velmi malý mimotělní objem tekutin.

## **Automatická regulace renální dávky**

Jedinečný koncept softwaru HomeoSAFE udržuje bezpečnou a konstantní rychlost průtoku krve. Navíc naše pokročilá technologie krokové regulace pump pomáhá předcházet změnám na membráně kapiláry (nárůst transmembránového tlaku – TMP, srážení krve).



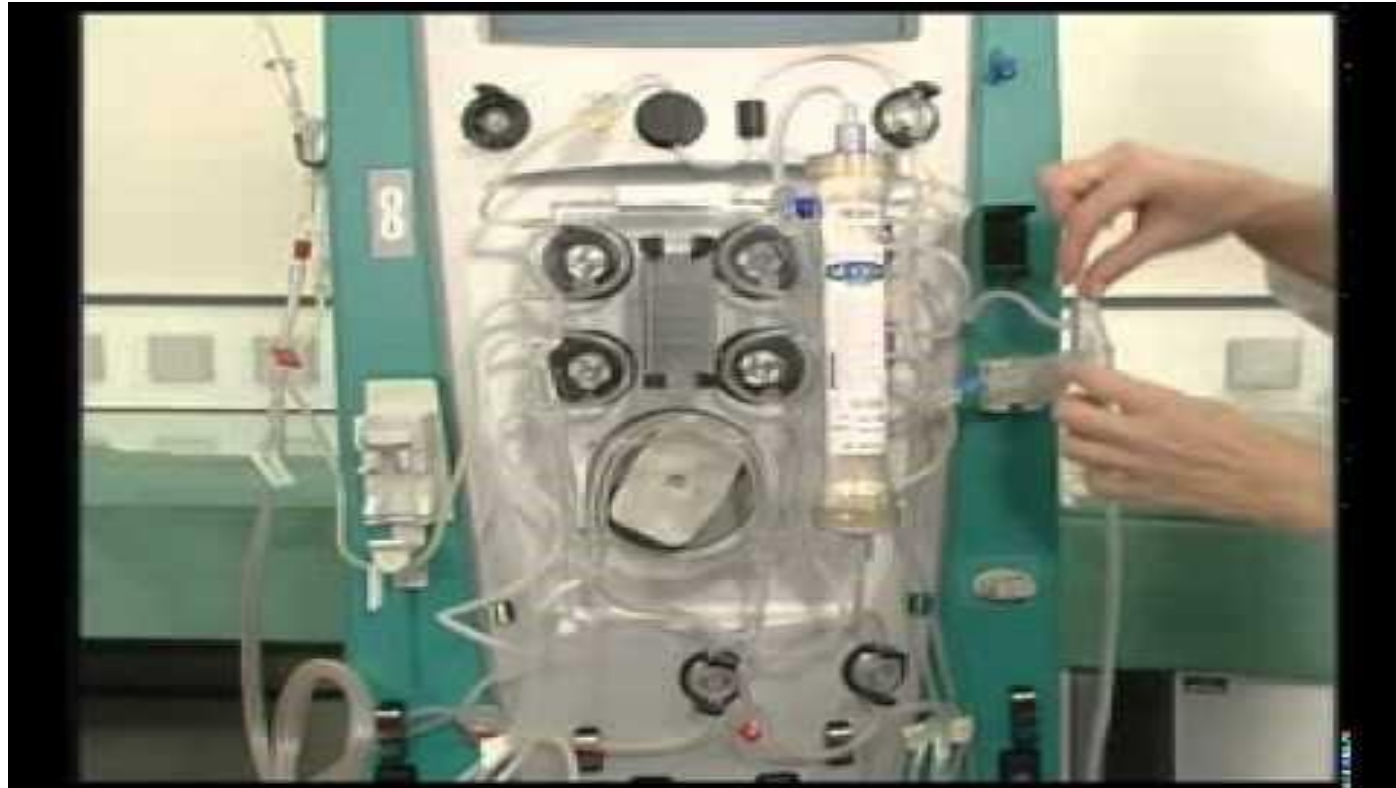
[https://www.youtube.com/watch?v=FWR4uMYwspg&ab\\_channel=B.BraunMedicalLtdUK](https://www.youtube.com/watch?v=FWR4uMYwspg&ab_channel=B.BraunMedicalLtdUK)

**MUNI  
MED**



# Přístroj PRISMAFLEX

<https://www.youtube.com/watch?v=ZdhfDFArRzQ>



– <https://is.muni.cz/el/1411/podzim2012/MIIN0332c/um/e-kurz/eliminacni-metody.html>

– [https://www.youtube.com/watch?v=GTFgZ3ShLNI&ab\\_channel=BeyondMharzThings](https://www.youtube.com/watch?v=GTFgZ3ShLNI&ab_channel=BeyondMharzThings)

# Podávání léků při eliminačních metodách

– <https://kdpnet.kdp.louisville.edu/>