

Hemodialýza

Soňa Štěpánková
CKTCH – transplantační oddělení
Brno

Náhrada funkce ledvin

Selhání funkce ledvin: - akutní
 - chronické

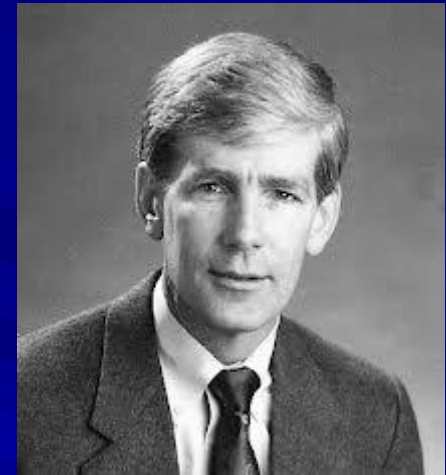
Hemodialýza:

náhrada exkreční (očišťující) funkce ledvin (urea, krea)

1. Hemodialýza / HD / , / HDF /
2. Peritoneální dialýza / P.D. /
3. Transplantace ledviny / TL /

HISTORIE

■ 1945 – W.J. Kolff – Holandsko



Historie

- 1955 – II. Int.klinika 1.LF UK Praha –
1.v zemích východ.bloku (Daum, Hornych)
- 1957- Hr.Králové - prof. J. ERBEN



HEMODIALÝZA - princip

- Z cévního přístupu pacienta je krev vedena dialyzačními sety do dialyzátoru – zde vlastní očištění krve.
- Poté se krev vrací zpět do oběhu pacienta
- Tento proces (oběh krve) probíhá kontinuálně a jedna procedura trvá 3-5 hodin





Dialyzátor



Dialyzátor – přestup molekul z krve do dialyzačního roztoku

- žlutá = polopropustná membrána
- červená strana vlevo = krev
- modrá strana vpravo = dialyzační roztok

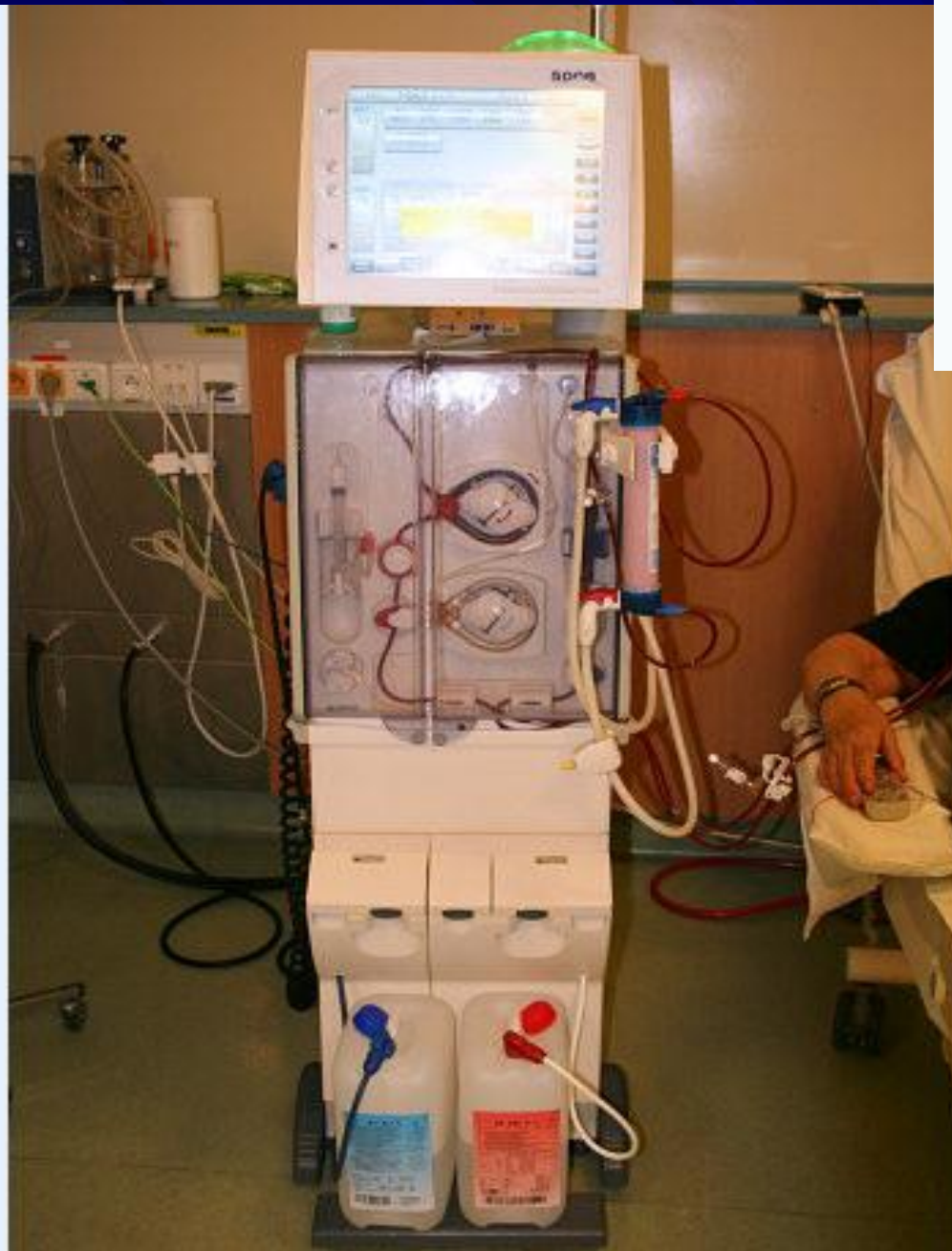


Princip dialýzy

- DIFÚZE – pasivní transport látky z prostředí vyšší koncentrace do prostředí nižší koncentrace
- FILTRACE
TLAKOVÝ gradient mezi krevní a ultrafiltrát. stranou membrány
(transport vody i rozpuštěné látky)

Hemodialyzační technika

- Dialyzátory
- Dialyzační monitor
- Dialyzační roztoky - Kalium : 0 - 4 mmol/l
- úpravna vody (mechanický filtr, aktivní uhlí, iontoměnič, mikrofiltry, reverzní osmoza)



5008S
CorDiaX





Krevní pumpa





Dialyzátory

■ **KUF** (ml / mmHg/ hod)

= objem tekutiny, která přejde z krve do dialyzačního roztoku, vztaženo na jednotku času a jednotku tlaku (TMP), která na membránu působí (mm Hg).

■ **Clearance látky** (urey, P) dialyzátoru =

množství krve očištěné od dané látky za jednotku času (ml/min)- např. dialyzátor XY - 250 ml/min

Plocha dialyzátoru (cca 1,0 - 2,2 m²)



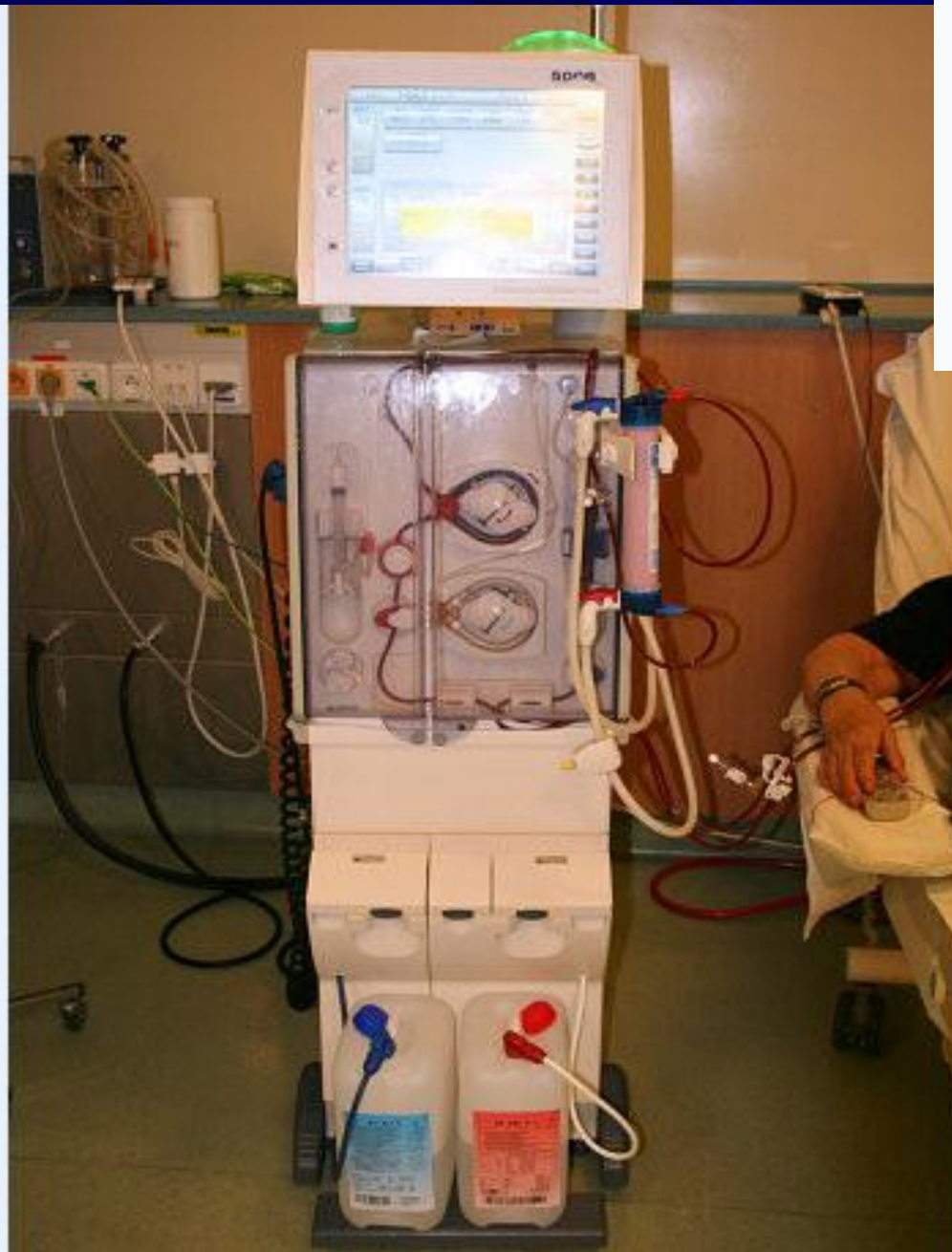
DIALYZÁTORY

- nízko propustné – **low flux** (do 100 daltonů) - **KUf < 10 - 20**
- vysoko propustné – **high flux** 1000 daltonů, od 10 000 již min **KUf > 20**
- Plocha (průměr 1,7m²),
- Clearance urey, P např. 250 ml/min

- **BIOKOMPATIBILITA**

Dialyzační roztok

- Mísení kyselého a zásaditého koncentrátu s vodou z úpravny
- Koncentrace malých molekul – Na, Cl, glukóza, vápník, hořčík Stejná jako v krvi
- Koncentrace K různá 0- 4 mmol/l
- Bikarbonát HCO_3 30-34 mmol/l



Úpravna vody

- (mechanický filtr, aktivní uhlí, iontoměnič, mikrofiltry, reverzní osmoza)

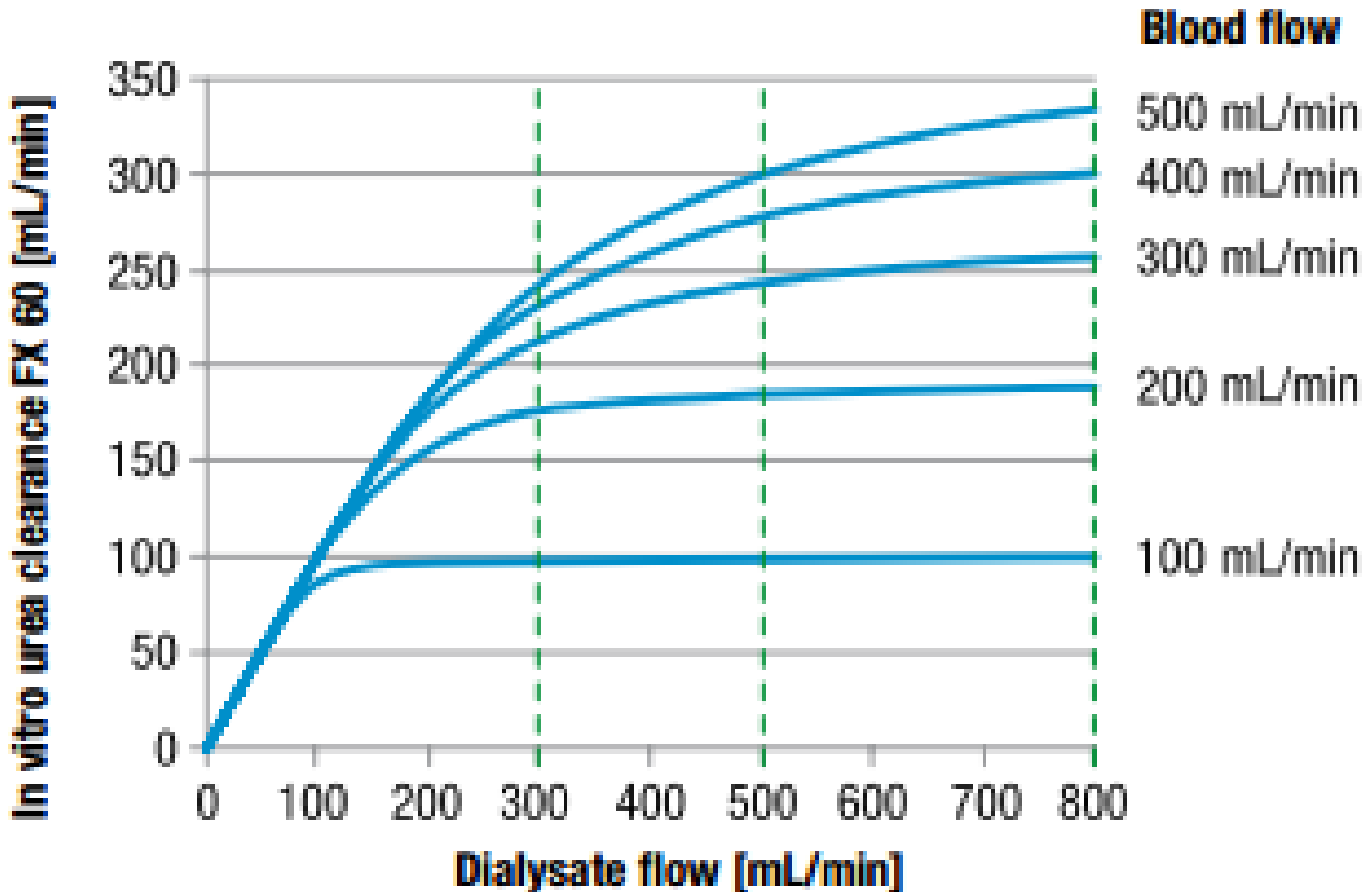


ECOMix Revolution



Vlastní procedura HD

- 3-5 hodin
- Antikoagulace
- Ultrafiltrace tekutin – „Optimální hmotnost“
- Rychlost krevní pumpy – cca 300 ml/min
- Volba dialyzátoru + dialyzačního roztoku



Cévní přístupy k dialýze

1. Arterio –venosní shunt nativní

/ založit aspoň 6 týdnů před plánovaným
započetím dialýzy /

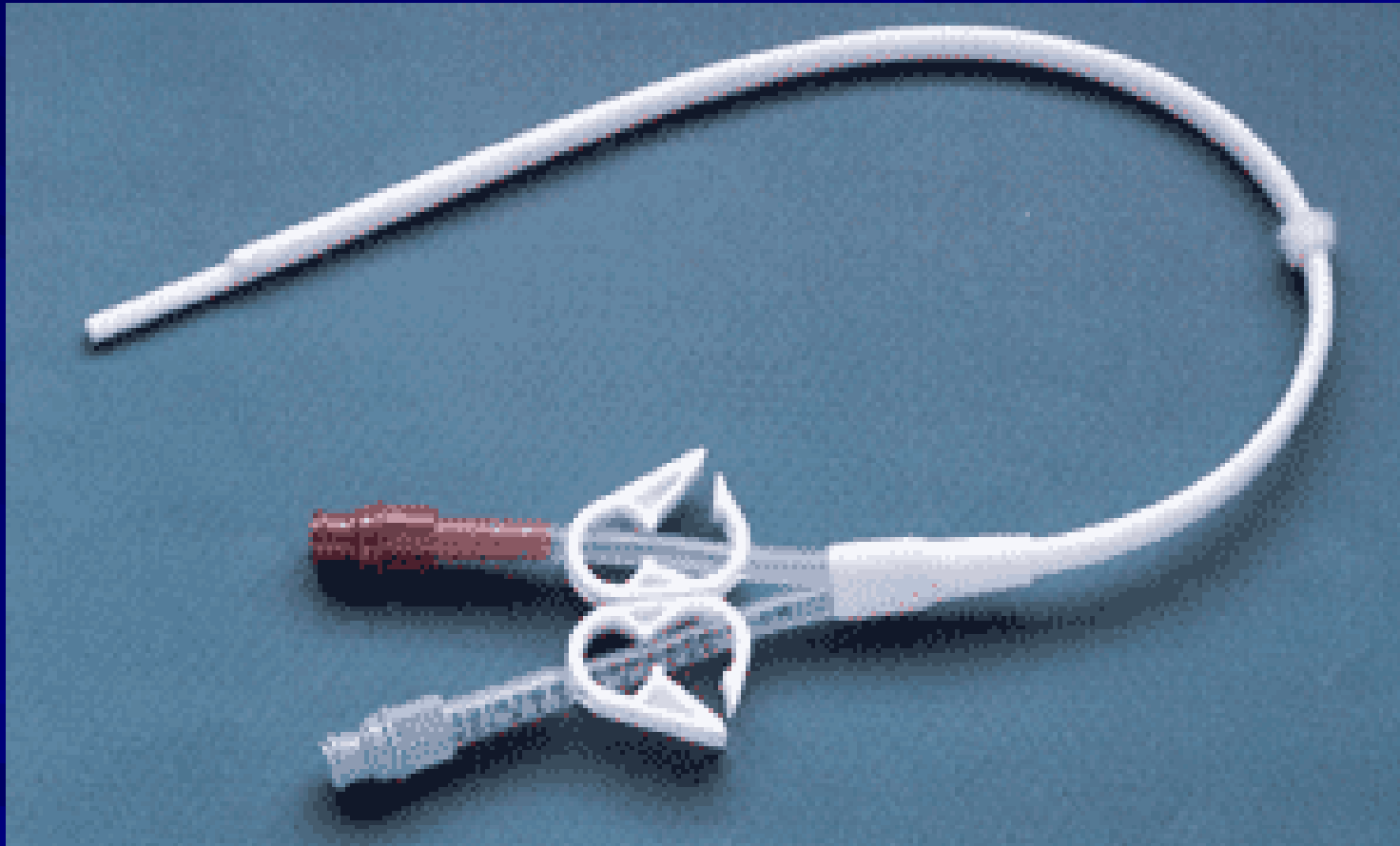
2. Cevní proteza / 2 - 3 týdny předem/

3. Kanyla, Perm Cath – perman. cévní katetr /v.jug.int./ - možno dialyzovat hned (pozor – zátky v kanyle – heparin)

Dialyzační kanyla



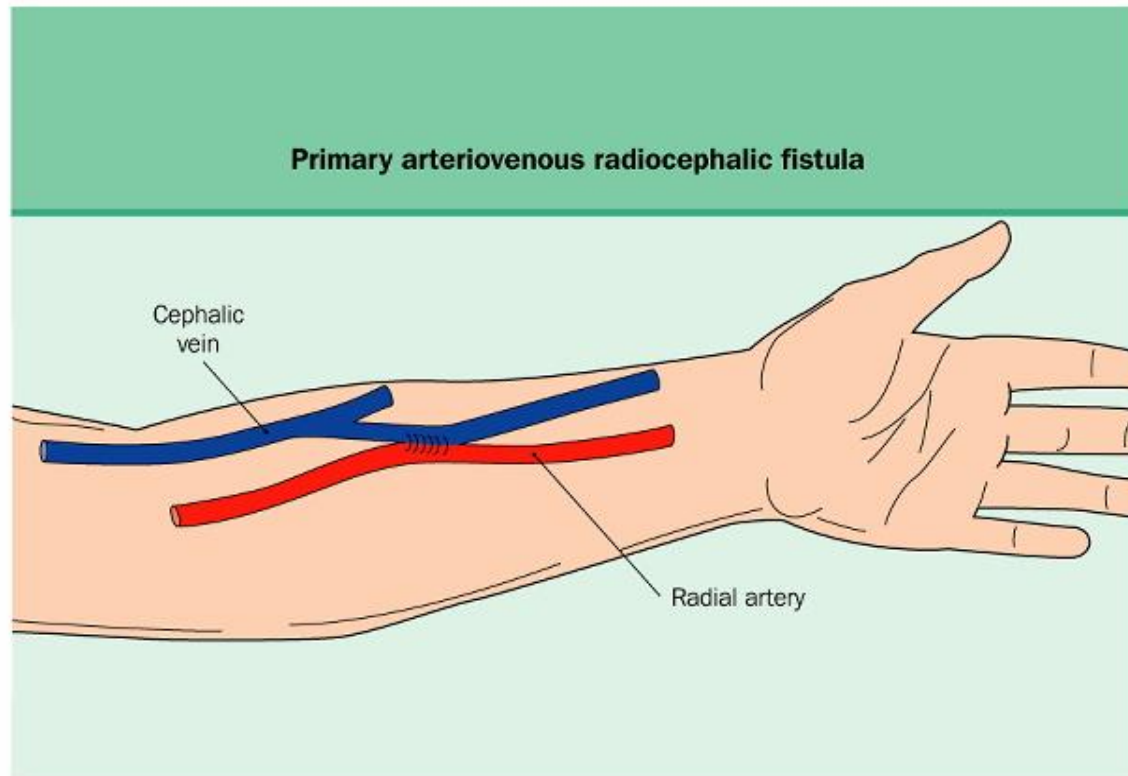
Permanentní dialyzační kanyla (Permcath)



Permanentní dialyzační kanyla (permcath)

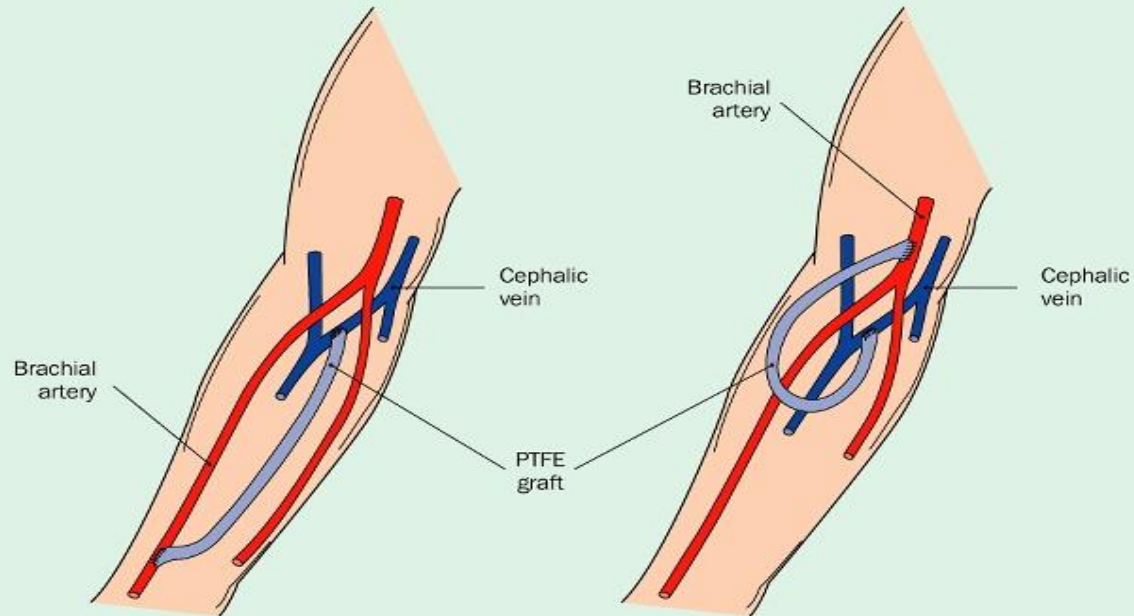


Nativní a-v fistule

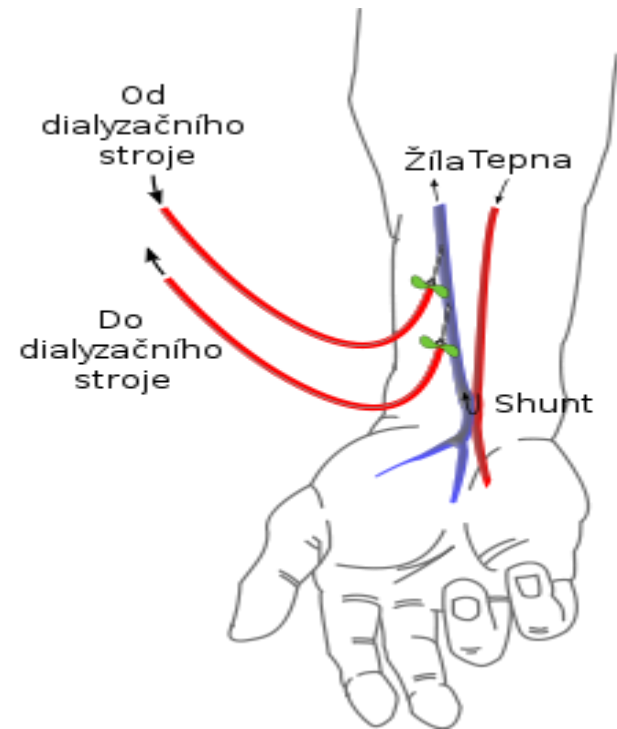
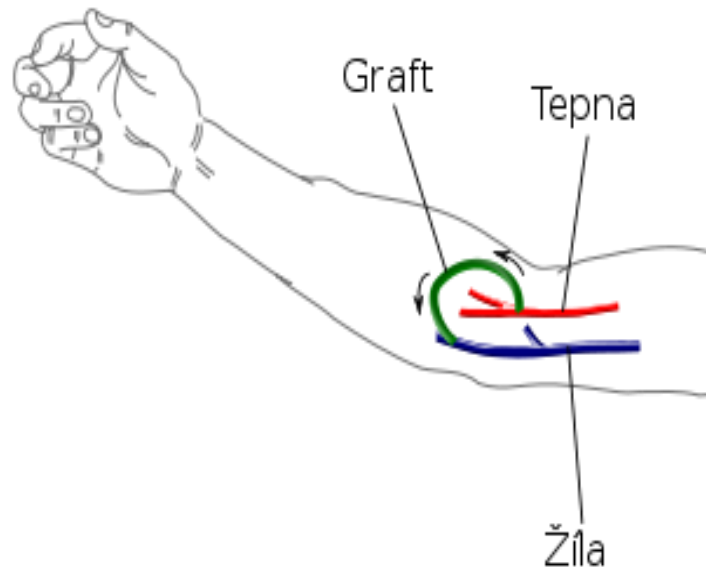


Umělá cévní protéza (graft)

Arteriovenous polytetrafluoroethylene grafts in the arm



AV fistule (shunt)





Kdy začít s dialyzační léčbou?

Jasně důvody k časnému zahájení:

- hyperhydratace (plicní otok)
- s-K cca > 6.5 mmol/l
- s-urea cca $> 30-40$ mmol/l
- s-Ca cca > 3.5 mmol/l
- těžká metabolická acidosa
- projevy uremie - malnutrice, neuropatie

INTOXIKACE (např. ethylenglykol – Fridex)

Akutní komplikace dialýzy

- **Hypotenze – velká ultrafiltrace**
- **Křeče - iontová dysbalance (sodík)
- velká ultrafiltrace**

Komplikace u shuntů

- Trombóza (trombektomie)
- Stenóza (angioplastika)
- Infekce
- Krvácení
- Steal-syndrom , ischemie ruky
- Tvorba aneurysmat



Komplikace dialyzačních kanyl

- Tromboza kanyly – nefunkčnost
- Trombosa centrální žíly - v.subclavia
- v.jugularis
- Kanylová sepse

Na co dát pozor u HD pacienta

- CAVE: na shuntové končetině neměřit TK ani odběry i.v.
- Heparin při HD – / ev.Fraxip., Zibor, Clexane/
- invazivní zákroky NE po dialýze

Dialyzovaný diabetik:

↓ spotřeba INZ (pomalu se odbourává)

Na co dát pozor u HD pacienta

Akutní ohrožení na životě:

- - **otok plic při převodnění** - zejména u ANURIE
- - **hyperkalemie s maligní arytmií**
(dieta s nízkým obsahem draslíku)

Chronické komplikace

- Srdeční selhávání při chronickém převodnění

Th: snížení optimální suché hmotnosti

- Hypertenze: častá příčina = převodnění

Th.: snížit optimální (suchou) váhu

Chronické komplikace

- ANEMIE: a/ deficit Fe - i.v.
b/ erythropoetin - i.v., s.c.
(Neorecormon, Eprex, Aranesp, Mircera)
- Pruritus / svědivka/
- Polyneuropatie – sy neklidných nohou
- Porucha metabolismu Ca,P, vit D, PTH

Chronické komplikace

Renální kostní nemoc – cévní kalcifikace

- -porucha metabolismu Ca,P, vit.D, PTH (parathormon)
- --- substituce Ca, aktivní formy vit D- Rocaltrol, Osteo D, Alpha D3, Zemplar
- -- vazáče P (CaCO₃, Renvela, Fosrenol)
MIMPARA

PSYCHOSOCIÁLNÍ problematika

- **Abnormální život. Bud' úspěšná transplantace nebo doživotí.**
- **Časová a prostorová svázanost**
- **Zákazy / restriktce tekutin, dieta – P, K/**
- **Změněný vzhled, sexuální dysfunkce**
- **Ztráta zaměstnání, mezilid. vztahů,**

HD – nejčastější intoxikace

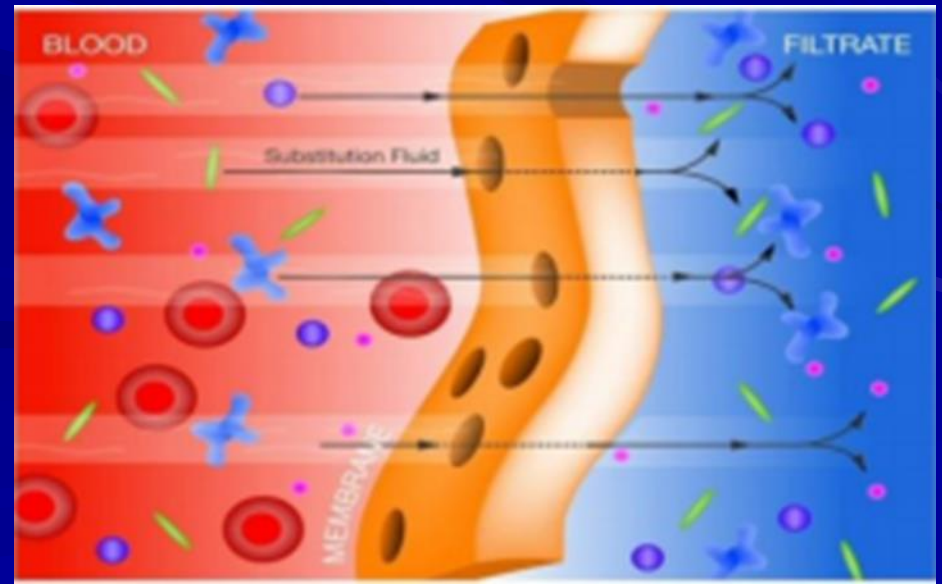
- Metanol
- Etylenglykol
- Lithium
- Metotrexat

Hemofiltrace

Hemodiafiltrace



- Principem je – výhradně – **KONVEKCE**
odstraňování rozpuštěných látek
i s rozpouštědlem **FILTRACÍ** tedy
tlakovým gradientem
- lépe odstraňovány látky se střední a větší
molekulou
- odstraněná tekutina = ultrafiltrát



- žlutá = polopropustná membrána
- červená strana vlevo = krev
- modrá strana vpravo = neprotéká
dialyzační roztok



■ Hemofiltr je – vysokopropustný –

HIGH FLUX

-- blíží se vlastnostem glomer. membráně ledvin, **ultrafiltrát je obdobný primární moči**

Membrána musí mít vysokou propustnost pro vodu

■ Substituční roztok nahrazuje tubulární funkci ledvin .

Substituční roztok

PREDILUČNÍ HF –

70 litrů filtrátu v 1 proceduře

/ a tedy i substit. roztoku/

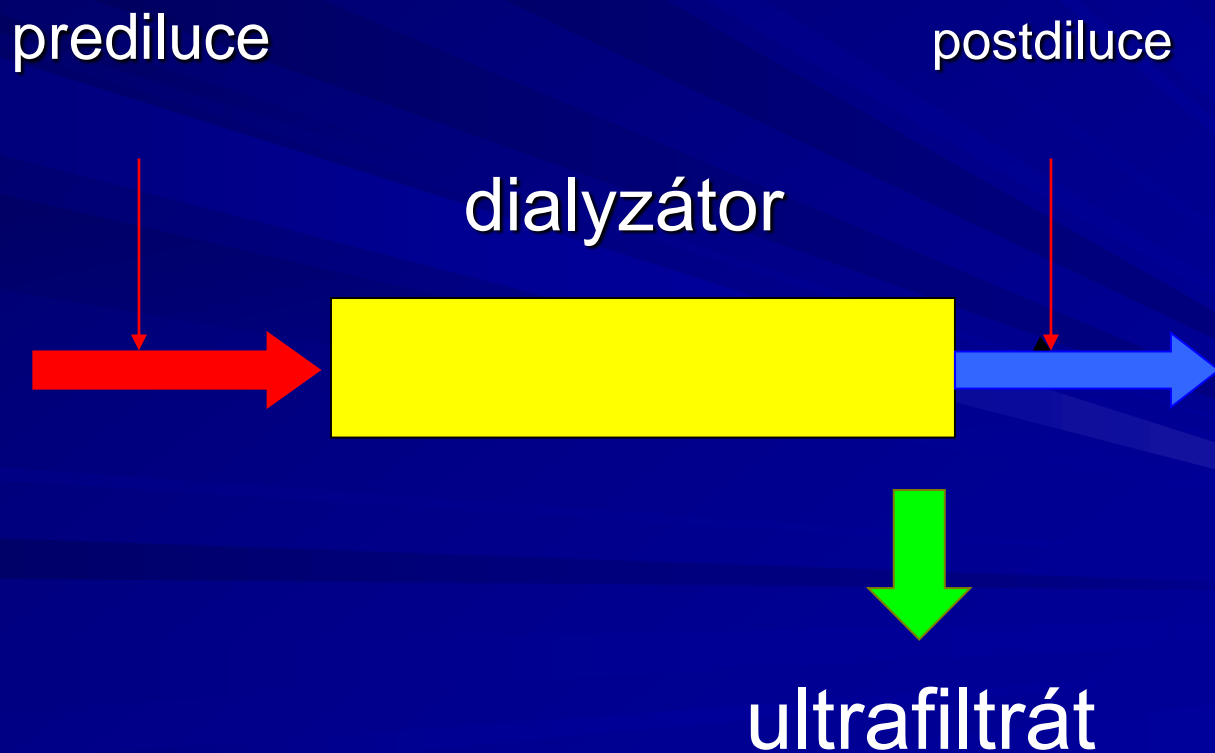
POSTDILUČNÍ HF - 20-40 litrů

**Váhový bilanční systém – podle
hmotnosti filtrátu je infundován
subst.roztok**

- Příprava substit. roztoku „on line“
- Musí splňovat kritéria pro infusní roztok
- **Substit. roztok je složením stejný jako dialyz. roztok (Na, K, Cl, glukosa)**

■ Ultrafiltrát je hrazen substitučním roztokem

--- PREDILUCE x POSTDILUCE
(před či za hemofiltrem)



HEMODIAFILTRATE

HEMODIAFILTRACE

= **spojení HF a dialýzy** – tedy užití i dialyzačního roztoku

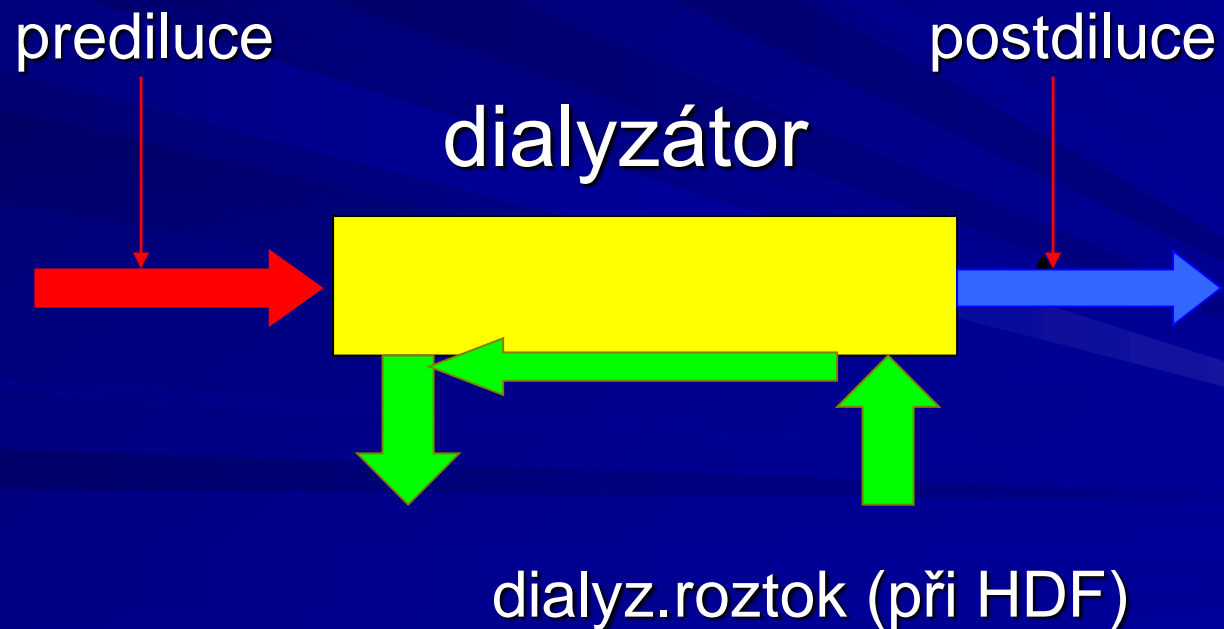
Objem ultrafiltrátu - kolem 20 litrů

HD - lepší odstranění látek s malou molekulou

HF - dobře se odstraňují středně molekulární látky

■ Ultrafiltrát je hrazen substitučním roztokem

--- PREDILUCE x POSTDILUCE
(před či za hemofiltrem)



Indikace HDF

- Oběhová nestabilita
 - Hypertense
 - Amyloidosa / beta 2 mikroglobulin/
 - Není perspektiva transpl. ledviny
 - Hyperfosfatemie
 - Po podání RTG kontrastní látky ?
- přechod k HDF v rámci chron. dialýzy

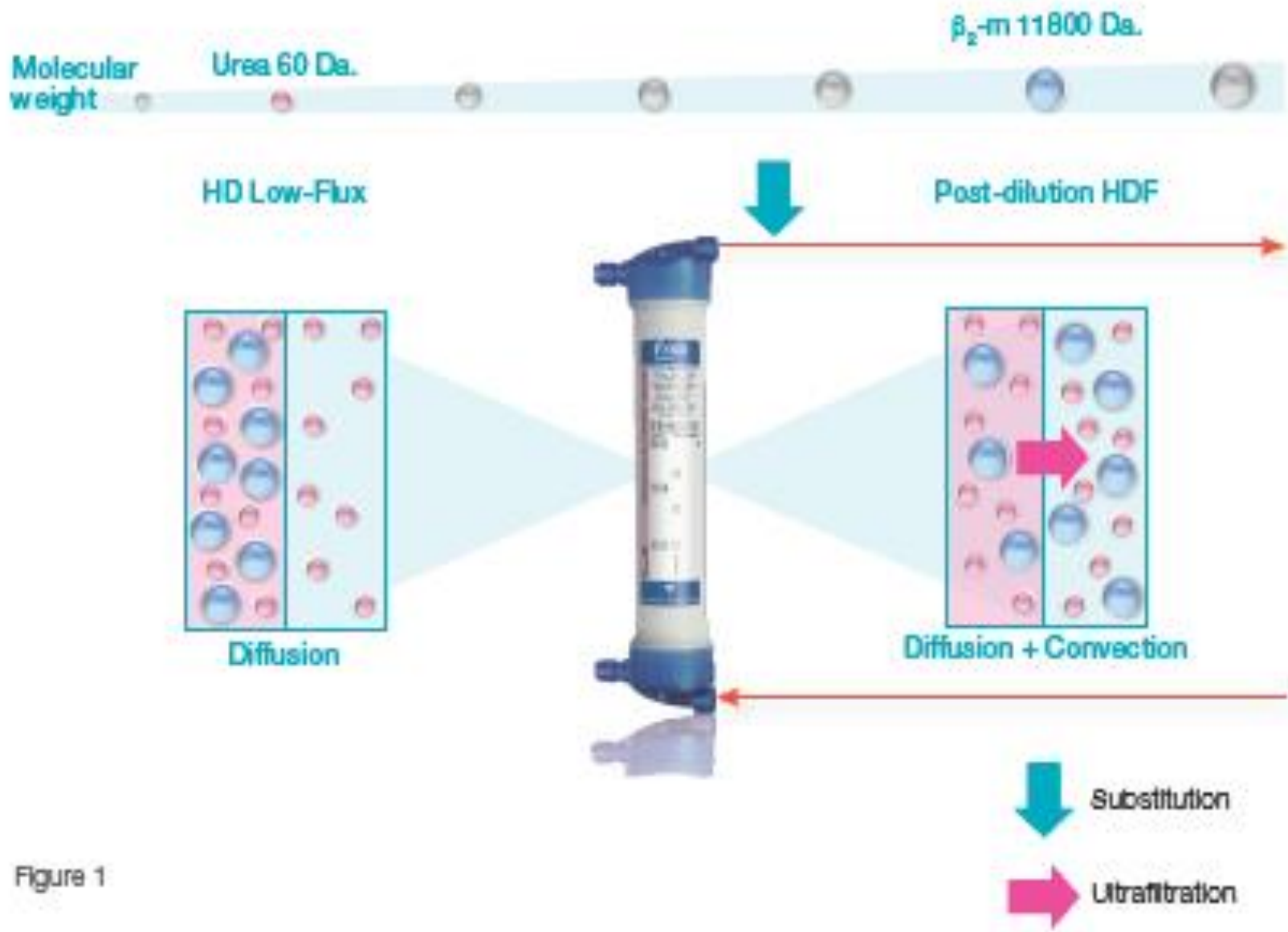


Figure 1

Isolovaná UF

= ultrafiltrace „na sucho“

■ Obvykle dobrá tolerance do 2 litrů /hod

Eliminace solutů je při suché UF velmi
malá

MIX DILUCE

MIXED HDF made possible by two substitution pumps



Second substitution pump for MIXED HDF and single-needle

MIX DILUCE

- Souběžně pre- a postdiluce
- Automatická regulace dle tlakových poměrů na dialyzátoru, H_{tk} a rychlosti UF
- Maximalizace substitučních objemů a efektivity odstranění molekul

- **Prediluce**

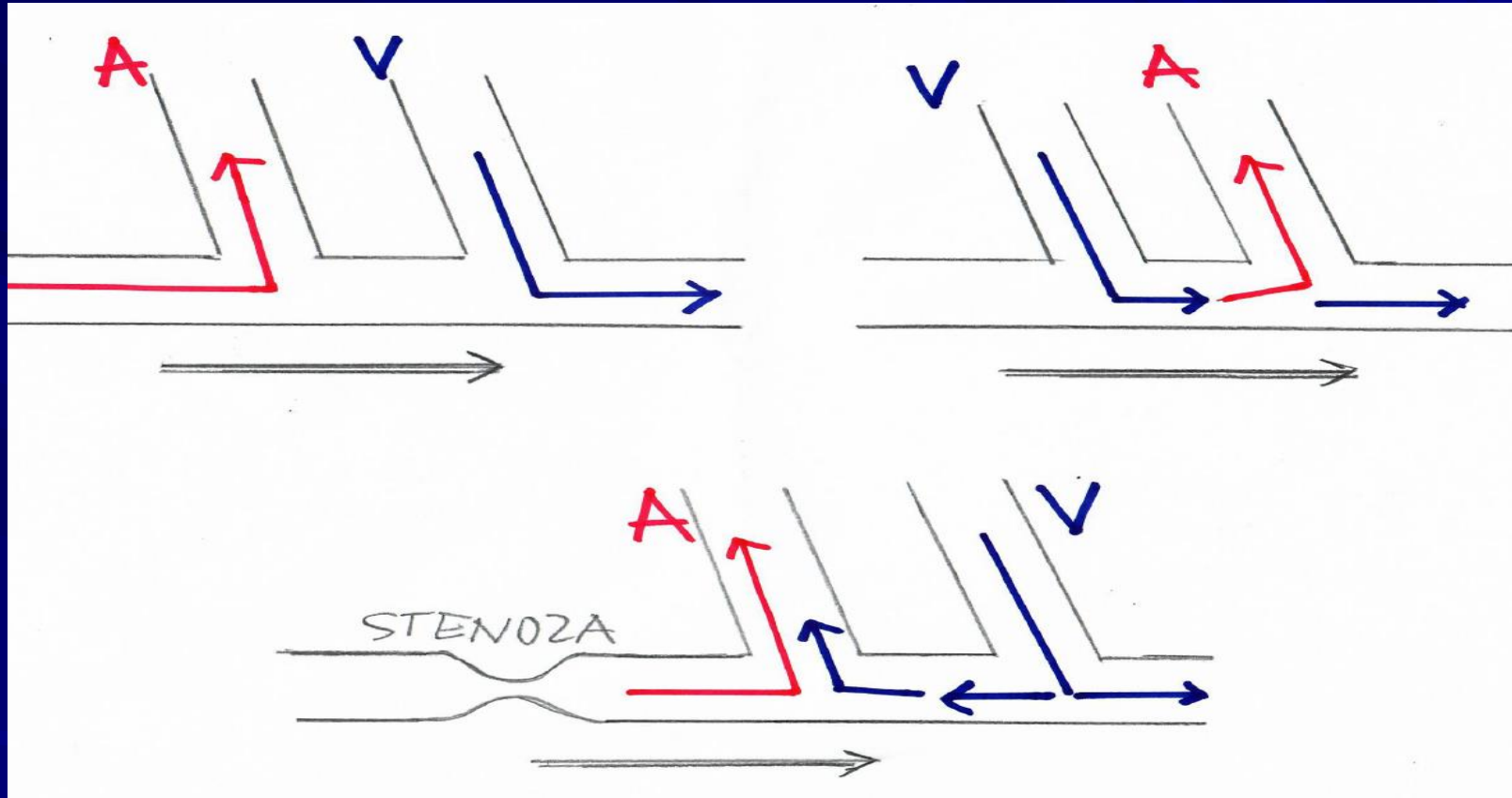
- Substituce přitéká do systému před dialyzátorem.
- Krev vstupuje do dialyzátoru naředěna. Snižuje se viskozita krve a koncentrace bílkovin, klesá TMP a snižuje se riziko vysrážení krve.
- Naředění krve snižuje účinnost eliminace molekul přes membránu.

- **Postdiluce**

- Substituce přitéká do systému za dialyzátorem.
- Krev v dialyzátoru není naředěna substitucí. Roste viskozita krve a koncentrace bílkovin, zvyšuje se TMP a hrozí riziko vysrážení krve.
- Nenaředěná krev v dialyzátoru zvyšuje efektivitu eliminace molekul.

Automatické podání substitučního roztoku současně v prediluci a postdiluci, řízené hodnocením aktuální kondice dialyzátoru a naměřenými vlastnostmi krve pacienta.

RECIRKULACE



- Průtok krve fistulí je nižší než nastavený na krevní pumpě

BTM – Blood Temperature Monitor

- Měření teploty a recirkulace



BTM

- Měření teploty arteriální a venózní krve v měřících hlavách.
- T_{art} je přibližně určena tělesnou teplotou pacienta.
- T_{ven} je přibližně určena teplotou dialyzačního roztoku.
- Modul BTM má dvě oblasti využití:
 - 1) Řízení teploty
 - 2) Měření recirkulace



- **Ad Řízení teploty:** na zvýšení tělesné T reaguje systém snížením T dialyzátu (prevence hypotenze)

BTM – měření recirkulace

- Hodnota recirkulace vyjadřuje množství očištěné krve, která se vrací zpět k očištění
- Do žilního návratu pacienta je aplikován teplotní bolus – ochlazení na 2,5 min • Hodnotí se teplotní rozdíl mezi teplotou krve na arteriální a venózní hlavě
- Výsledek měření za 5-15 min.

Měření neprobíhá při alarmech, zastavené krevní pumpě a $QB < 100$ ml/min

- **> 20 % Recirkulace v cévním přístupu**

b) Kardiopulmonální recirkulace (CPR)

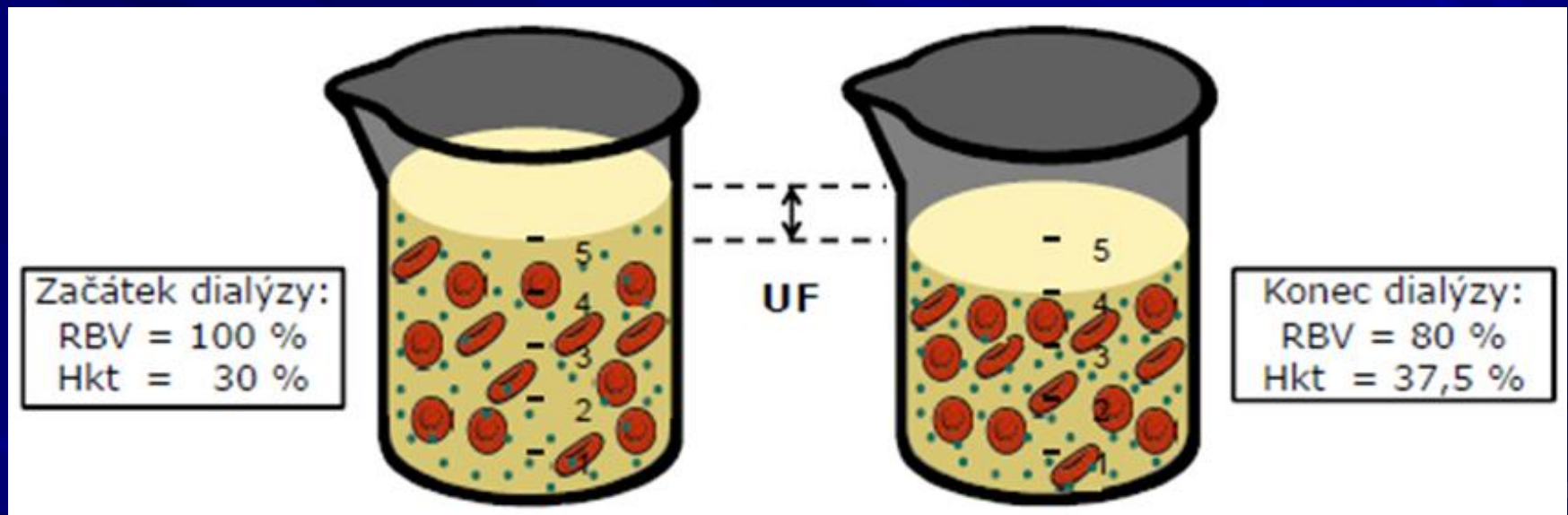
- Očištěná krev z dialyzátoru teče žilami přes plicní oběh do srdce a zpět do cévního přístupu, aniž protekla tkáněmi.
- Je přítomna vždy. Dosahuje hodnot cca 3-15 %.

BVM (Blood Volume Monitor)

- Monitorace změn intravaskulárního objemu pomocí UZ senzoru – na arteriálním setu
- měření **Htk** – odraz změn UF
- **Automatická regulace UF**
- Prevence intradialyzační hypotenze a chronického převodnění



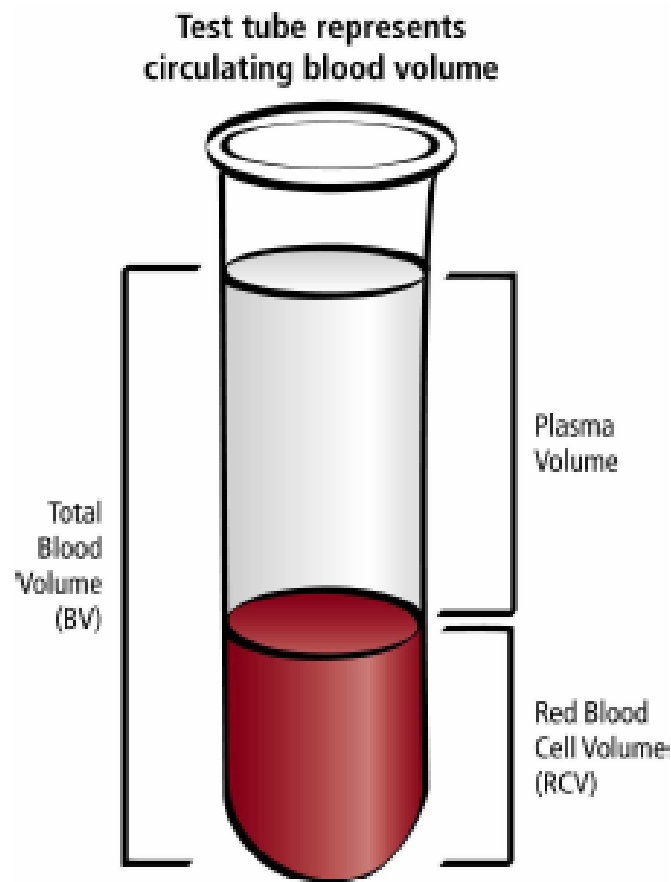
BVM (Blood Volume Monitor)



Blood Volume Monitor (BVM)

Monitorování krevního objemu

- **Celkový objem krve (BV) tvoří:**
- **Objem plazmy (55 %)**
 - Voda (90 %)
 - Rozpuštěné látky, bílkoviny (10 %)
- **Objem krevních buněk (45 %)**
 - Červené krvinky
 - Bílé krvinky
 - Krevní destičky
- **Hematokrit (HCT):**
- **Je procentní podíl objemu krevních buněk v celkovém objemu krve.**



BVM

- Relativní objem krve (RBV)
 - na počátku HD: 100%
- Kritický RBV - objevuje se hypotenze
 - zpravidla 80 – 85%
- Htc

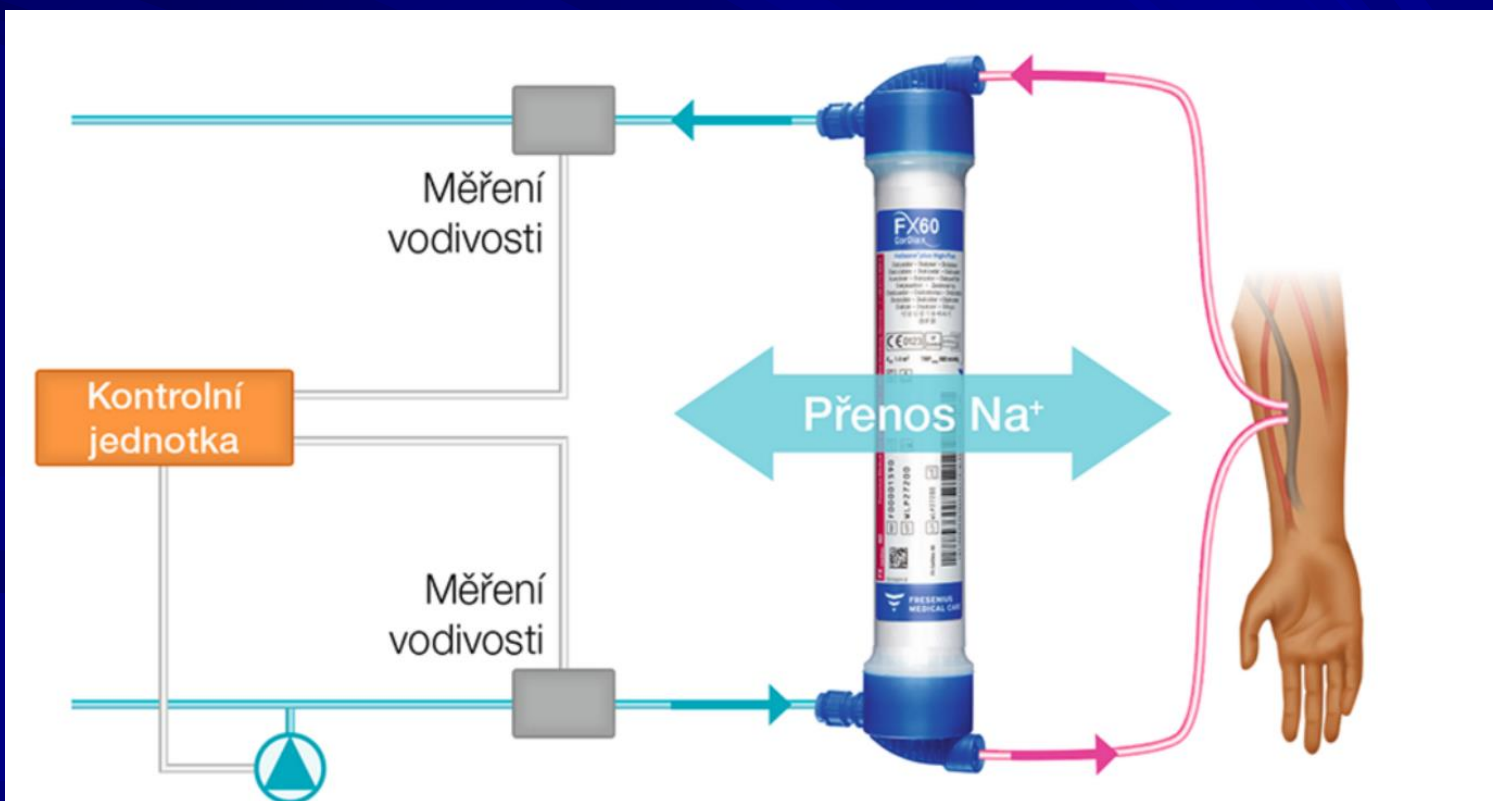
Indikace k měření BVM

- Převodněný pacient
- Hypotenze, křeče při HD
- Hypertenze
- Špatně stanovená suchá váha
- Vysoké mezidialyz. přírůstky

Sodium management pomocí přístroje 6008 CAREsystem

Snadné přizpůsobení obsahu sodíku v dialyzačním roztoku podle koncentrace sodíku v séru

- k omezení pocitu žízně¹
- k omezení nárůstu hmotnosti mezi dialýzami²



Online clearance monitor OCM

■ **Neinvazivní měření Kt/V** - adekvátnosti dialýzy

■ Kt/V

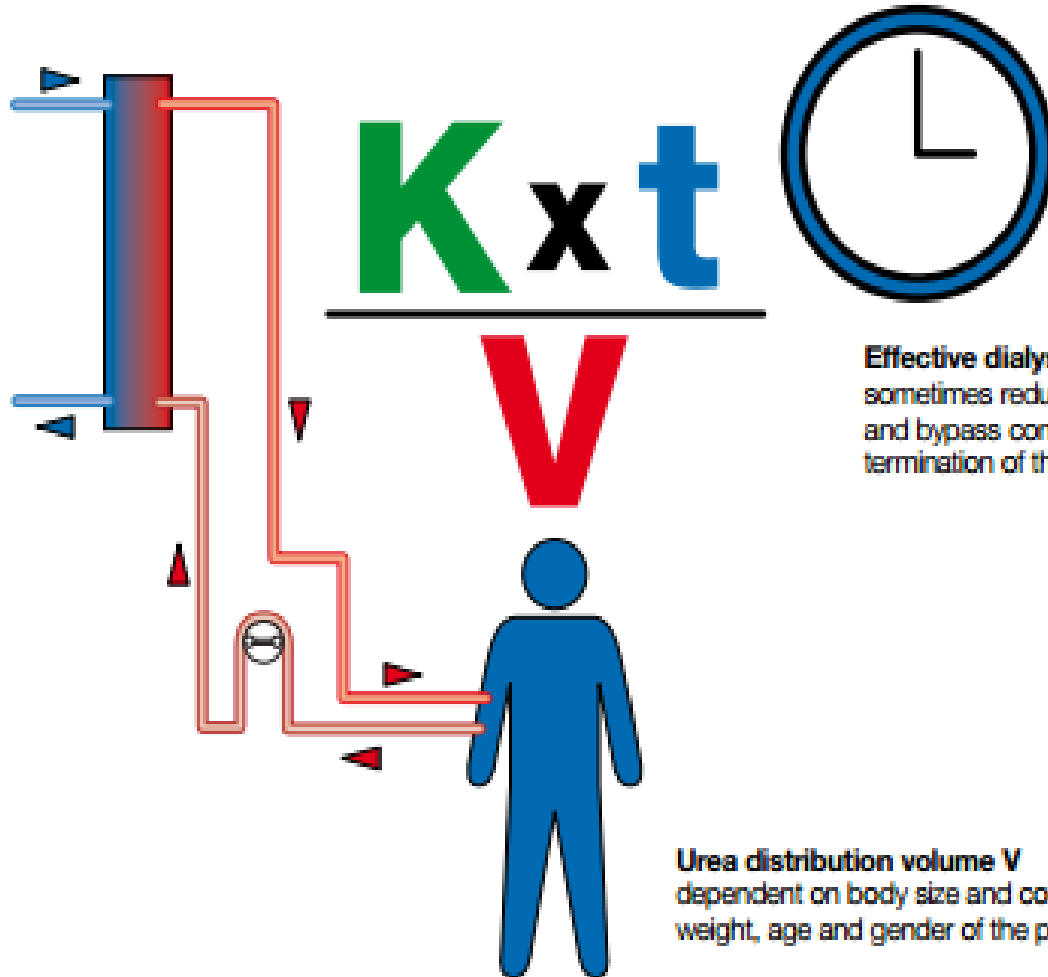
K = clearance urey dialyzátoru

t = čas

V = distribuční objem urey

Kt/V

In-vivo Clearance K
influenced by: dialyser, effective
blood (water) flow (considering
haematocrit), ultrafiltration,
recirculation, dialysis fluid flow



Effective dialysis time t
sometimes reduced due to alarms
and bypass conditions or premature
termination of the treatment

Urea distribution volume V
dependent on body size and composition,
weight, age and gender of the patient

BCM (Body Composition Monitor)

- Dg. hyperhydratace
- Distribuční objem urey
- Celková tělesná voda – extra, intracelulární
- Nutriční stav - BMI, tuková a netuková tkáň



BCM

Bioimpedanční spektroskopie – měření

přístroje:

Fresenius Medical Care AG & Co., Německo
Multiscan 5000 Bodystat, VB



Elektrody

- 2 na horní končetině
- 2 na dolní končetině
- **proximální elektroda**
v ohybu kloubu (černá svorka, měřící,
velmi důležité je správné umístění)
- **distální elektroda**
směrem k prstům (červená svorka,
tudy vstupuje proud do těla)

DOMÁCÍ DIALÝZA



- Dialyzační roztok 20-30 litrů, - 200ml/min. - 5x týdně
- Lze i HD přístroj s přenosnou vodárnou

Domácí dialýza - Physidia S3



