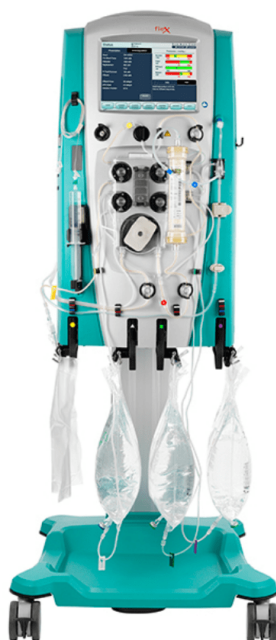


Prismaflex RRT alapismeretek

(oktatási anyag)



Cím:	Prismaflex RRT alapismeretek (oktatási anyag)
Verzió:	1.3.2
Kelt:	2022.10.01.
Készítette:	Dr. László István klinikai szakorvos, DE KK NC AITK
Lektorálta:	Prof. Dr. Fülesdi Béla egyetemi tanár, tanszékvezető, DE ÁOK AITT klinikaigazgató, DE KK NC AITK Dr. Szentkereszty Zoltán osztályvezető főorvos, DE KK KGYC KAITO
Engedélyezte:	Prof. Dr. Fülesdi Béla egyetemi tanár, tanszékvezető, DE ÁOK AITT klinikaigazgató, DE KK NC AITK

Debreceni Egyetem, Klinikai Központ, Nagyerdei Campus
Aneszteziológiai és Intenzív Terápiás Klinika
Központi Perioperatív Intenzív Terápiás Osztály

Tartalomjegyzék

1. Potenciális indikációk és kontraindikációk felmérése
2. Kezdés időzítése/ iniciációja
3. Vaszkuláris út biztosítása
4. RRT modalitás választása
5. Antikoaguláció formájának kiválasztása
6. Dializáló- és szubsztitúciós folyadék kiválasztása
7. Filter kiválasztása
8. Dializáló gép beüzemelése
9. Kezelési paraméterek megadása / dozírozás
10. Kezelés indítása
11. Kezelés fenntartása alatti teendők
12. Kezelés leállítása
13. RRT-vel kapcsolatos gyakoribb problémák és elhárításuk
14. RRT-hez kapcsolható egyéb terápiás modalitások
15. Rövidítések
16. Felhasznált / javasolt irodalom
17. Függelék

1. Potenciális indikációk és kontraindikációk felmérése

Renális indikációk (veseelégtelenséggel összefüggő)	Nem renális indikációk (veseelégtelenségtől függetlenül)												
<ul style="list-style-type: none"> • Folyadék-túlterhelés (hyperhydráció) <ul style="list-style-type: none"> – Manifesztációk: <ul style="list-style-type: none"> ➢ Oliguria / anuria ➢ Pozitív folyadékegyenleg (>10%) ➢ Szöveti oedema (tüdő, kültakaró, sebészi varratok stb.) • Elektrolit-eltérések <ul style="list-style-type: none"> – Hyperkalaemia – Hypermagnesaemia – Hyperphosphataemia • Metabolicus acidosis • Azotaemia / Uraemia <p>AKI KDIGO stádiumok</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #f8d7da;">Stage</th> <th style="background-color: #f8d7da;">Serum creatinine (SCr) criteria</th> <th style="background-color: #f8d7da;">Urine output criteria</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">1</td> <td style="background-color: #f8d7da;">Increase ≥ 26 $\mu\text{mol/l}$ within 48 hours or increase ≥ 1.5 to $1.9 \times$ baseline SCr</td> <td style="background-color: #f8d7da;">< 0.5 ml/kg/hour for 6–12 hours</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">2</td> <td style="background-color: #f8d7da;">Increase 2–$2.9 \times$ baseline SCr</td> <td style="background-color: #f8d7da;">< 0.5 ml/kg/hour for ≥ 12 hours</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #f8d7da;">3</td> <td style="background-color: #f8d7da;">Increase $\geq 3 \times$ baseline SCr or increase 354 $\mu\text{mol/l}$ or commenced on renal replacement therapy, irrespective of stage</td> <td style="background-color: #f8d7da;">< 0.3 ml/kg/hour for ≥ 24 hours or anuria for ≥ 12 hours</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>KDIGO (2012) Forrás: https://www.researchgate.net/figure/Kidney-Disease-Improving-Global-Outcomes-KDIGO-staging-classification-for-acute_tbl1_277945150 KDIGO stage 3 – RRT mindenképp javasolt KDIGO stage 2 – RRT megfontolandó</small></p>	Stage	Serum creatinine (SCr) criteria	Urine output criteria	1	Increase ≥ 26 $\mu\text{mol/l}$ within 48 hours or increase ≥ 1.5 to $1.9 \times$ baseline SCr	< 0.5 ml/kg/hour for 6–12 hours	2	Increase 2 – $2.9 \times$ baseline SCr	< 0.5 ml/kg/hour for ≥ 12 hours	3	Increase $\geq 3 \times$ baseline SCr or increase 354 $\mu\text{mol/l}$ or commenced on renal replacement therapy, irrespective of stage	< 0.3 ml/kg/hour for ≥ 24 hours or anuria for ≥ 12 hours	<ul style="list-style-type: none"> • SIRS / sepsis <ul style="list-style-type: none"> – Folyadék-túlterhelés – Cytokin-vihar • Intoxicatiók (dializálható toxinnal) <ul style="list-style-type: none"> – etilén-glikol – metil-alkohol – litium – teofillin – metformin – acetaminofen – szalicilátok – barbiturátok – karbamazepin – vaproátsav – phenytoin • Rhabdomyolysis • Dysnatraemia <ul style="list-style-type: none"> – Hyponatraemia – Hypernatraemia • Termoregulációs zavarok <ul style="list-style-type: none"> – Hypothermia – Hyperthermia • Heveny balszívfél-elégtelenség okozta folyadék-túlterhelés
Stage	Serum creatinine (SCr) criteria	Urine output criteria											
1	Increase ≥ 26 $\mu\text{mol/l}$ within 48 hours or increase ≥ 1.5 to $1.9 \times$ baseline SCr	< 0.5 ml/kg/hour for 6–12 hours											
2	Increase 2 – $2.9 \times$ baseline SCr	< 0.5 ml/kg/hour for ≥ 12 hours											
3	Increase $\geq 3 \times$ baseline SCr or increase 354 $\mu\text{mol/l}$ or commenced on renal replacement therapy, irrespective of stage	< 0.3 ml/kg/hour for ≥ 24 hours or anuria for ≥ 12 hours											
Kontraindikációk:													
<ul style="list-style-type: none"> • RRT tárgyi- és személyi feltételei nem adottak • Beteg vagy hozzátartozó (törvényes képviselő) határozottan elutasítja az RRT-t (megfelelő felvilágosítás ellenére) • RRT-től nem várható a beteg állapotának tartós javulása / gyógyulása (pl. végstádiumú rákos megbetegedés, súlyos demencia, előrehaladott MOF stb.) 													

2. Kezdés időzítése / iniciáció

Kategóriák:
Sürgősségi (azonnal, amint a tárgyi és személyi feltételek adottak)
<ul style="list-style-type: none">• Gyógyszeres terápiára nem reagáló, heveny súlyos hyperkalaemia ($SeK > 6,5$ mM + ehhez társuló, arrhythmia / EKG eltérések)• Gyógyszeres terápiára nem reagáló, súlyos ($pH < 7,2$) metabolicus acidosis• Gyógyszeres terápiára és gépi lélegeztetésre nem reagáló, hyperhidráció okozta heveny légzési elégtelenség (hypoxaemia)• Dializálható toxinnal történt súlyos mérgezések
Korai (az állapotromlás kezdetétől számított 12 órán belül)
<ul style="list-style-type: none">• Gyógyszeres terápia <i>elégtelen</i> hatása• DE: az eltérések még nem előrehaladottak, ill. szövődmények még nincsenek
Halasztott (az állapotromlás kezdetétől számított 12 órán túl)
<ul style="list-style-type: none">• Gyógyszeres terápia <i>sikertelensége</i>• Progresszív romlás• Előrehaladott / súlyos eltérések, szövődmények jelentkezése
Kezdés kapcsán mérlegelendő:
<ul style="list-style-type: none">• Renális indikációk esetén:<ul style="list-style-type: none">– A korai vs. kései kezdés tekintetében nincs konszenzus → egyéni, betegre / szituációra szabott döntések szükségesek.– AKI következményeire „érzékenyebb” rizikócsoporthoz (pl. szívelégtelenség, ARDS, gépi lélegeztetés, égésbetegség, pancreatitis, polytrauma, postoperatív betegek stb.) javasolt korai iniciáció– Amennyiben az AKI oka időben korrigálható (főleg extrarenalis eredet esetén), halasztott kezdés javasolható– FST (Furosemid Stress Test) segíthet a döntésben<ul style="list-style-type: none">➢ 1,0 mg/ttkg FS iv. bolus➢ HA 2 órán belül UO < 200 ml, vesefunkció spontán visszatérésének esélye kicsi• Nem renális indikációk esetén:<ul style="list-style-type: none">– Sepsis esetén a korai kezdés javasolt (megfelelő indikáció esetén megfontolandó az RRT cytokin-adsorberrel való kombinációja)– Intoxicatiók esetén általában szintén a korai (ill. súlyos mérgezés esetén sürgősségi) iniciáció javasolt– Az egyéb nem renális indikációk esetén a halasztott iniciáció javasolható

3. Vaszkuláris út biztosítása

I. Átmeneti dialíziskatéter

a. Insertio helyének kiválasztása

- Általános megfontolások:
 - Lehetőleg egyenes lefutású vénát válasszunk (CAVE: görbület → turbulencia / RRT gyakoribb elakadása a kanül vénafalnak fekvése miatt → kanülthrombosis esélyének fokozódása)
 - Korábban nem használt vénát válasszunk (CAVE: thrombosis, infekciók)
 - VCS rendszerbe helyezett dialízis-kanüloknél (vv. jugulares, vv. subclaviae) vegyük figyelembe, hogy:
 - A különféle gyógyszerek RRT általi eltávolítása gyorsabb lesz
 - Az RRT a termodilúciós CO-méréseket jobban torzítja
 - Intrathoracalis nyomás markáns ingadozása (spontán légzés során) befolyásolhatja a vérnyerési sebességet
 - Számolnunk kell az adott nagyvéna thrombosisának / stenosisának esélyével → későbbi, esetlegesen (krónikus iHD kezelés miatt) szükséges felső végtagi AV-fistula kialakításának ez akadálya lehet
 - VCI rendszerbe helyezett dialízis kanüloknél (vv. femorales) vegyük figyelembe, hogy:
 - Gyakoribbak az infekciók → csere hetente 1x
 - Megtörtetés rizikója magasabb (aktív beteg esetén)
 - Magasabb thrombosis-rizikó
 - A beteg mobilizálása korlátozott
 - Az artériás és vénás szarak közti recirkuláció aránya jóval magasabb, mint a VCS rendszerbe helyezett kanülok esetén (RRT hatékonysága valamivel kisebb)
- Elsődleges lokalizáció:
 - v. jugularis interna I.d.
- Másodlagos lokalizációk:
 - vv. femorales (elsődlegesen preferált sürgősségi RRT vagy vérzésveszély esetén, ill. fekvőbetegknél)
- Harmadlagos lokalizációk (csak végső esetben):
 - v. jugularis interna I.s.
 - vv. subclaviae

b. **Katéter** kiválasztása

- Kanül-design / kialakítás (ld. még függelék):
 - Általános szempontok:
 - Biztosítson magas véráramlást (high flow)
 - Ne alvadjon be könnyen
 - ✓ Kis belső kontaktfelszín
 - ✓ Kanülon belüli turbulencia kiküszöbölése (éles szögek, görbületek nélkülözése)
 - Kanül distalis (beteg belüli) vég kialakítása
 - Lehetőleg „shotgun” vagy „side-by-side” típus
 - Kanül szárának kialakítása
 - Lehetőleg Cycle-C (vese alakú) típus
 - Kanül proximalis (beteg kívüli) vég kialakítása
 - Standard: 2 szár
 - ✓ Artériás (piros) – betegből történő vérnyerésre szolgál; a kanül oldalnyílásával van kapcsolatban
 - ✓ Vénás (kék) – a betegbe történő vér visszaadásra szolgál; a kanül végnyílásával van kapcsolatban
 - Amennyiben elérhető, speciális 3 szárú (→ a 3., kisebb átmérőjű, a kanül distalis végén nyíló, ún. „nővérszár” dedikálható CaCl₂ számára RCA során)
 - ✓ CAVE: amennyiben a 3. szárat használjuk CaCl₂ adagolására, a dialízis katéter artériás és vénás szára semmiképp sem felcserélhető, mivel a CaCl₂ recirkulációja az RCA hatékony egyensúlyának beállítását igen nehéz / lehetetlenné teszi!
- (2 szárú kanül esetén vagy, ha nem használjuk a 3. szárat, a szárok felcserélését alkalmazhatjuk a zajló RRT alatti, betegből történő vérnyerési zavar átmeneti megoldása céljából)
- Átmérő:
 - CAVE: a katéter külső átmérője legfeljebb a vascularis belső átmérő 1/3-a lehet (→ insertio előtt az UH-os felmérés kötelező)
 - 11 Fr (3,67 mm) - 16 Fr (5,28 mm) → felnőtteknél
 - A kanül átmérőjét az RRT modalitása is megszabja:

Modalitás	Véráramlás (Q _b , ml/min)	Kanül átmérő (Fr)
CVVHD	100-150	min. 11
CVVH / CVVHDF	150-200	min. 12
IRRT (iHD)	200-400	13,5-14
CRRT + ECCO2R	400-450	14-16

- Hossz:
 - CAVE: **megfelelő mélységbe** (v. cava superior vagy inferior) **érés** – az RRT idő előtti leállításának leggyakoribb oka a nem megfelelően választott kanülhossz (az insertió hely vonatkozásában)
 - v. jugularis interna l.d. és v. subclavia l.d.: kb. 15 cm
 - v. jugularis interna l.s. és v. subclavia l.s.: kb. 20 cm
 - vv. femorales: kb. 24 cm

c. Insertio **módja**

- Preferált: *UH-vezérelt* Seldinger technikájú CVC insertio (kivitelezését ld. a megfelelő protokollban)

d. Dialíziskatóéter **hozamát** befolyásoló tényezők:

- Hozamot negatívan befolyásolja:
 - Nem megfelelő mélységbeérés (LEGGYAKORIBB OK!!!)
 - A kanül NEM egyenes lefutása (CAVE: vv. subclaviae, v. jug. int. l.s.)
 - A hajlatnak megfelelően turbulencia alakulhat ki, mely a kanül bealvadását elősegítheti
 - A vérnyerést szolgáló szár nyílása (oldalsó lokalizációjú) nekifekhet a vénafalnak
 - Intravasculáris hypovolaemia
 - Erőteljes spontán légzés (nagyvénák kaliberingadozása)
 - Megtöretés
 - Bealvadás
- Megoldást jelenthet
 - Száron feltüntetett (hossztól és designtól függő) térfogatú záróoldat (Na-citrát 4% - preferált, vagy Taurolidin, Na-heparin, rTPA, urokináz) használata, amennyiben katéter nincs használatban (bealvadás megelőzése céljából)
 - Intravasculáris volumen korrekciója (CAVE: hypervolaemia)
 - Végtagok szükségtelen mozgásának / mozgatásának kiküszöbölése (különösen v. femoralis kanülok esetén van jelentősége)
 - A kanül megforgatása 180 fokkal
 - Gépi lélegeztetési paraméterek optimalizálása
 - A kanül artériás és vénás szárának átmeneti felcserélése; **CAVE:**
 - Art. szárban esetlegesen már kialakult thrombus „elszabadulhat”, embolizálhat
 - A visszaadott vér recirkulációja miatt a clearance romlik
 - Kanül cseréje (végső esetben; CAVE: az RRT extracorporalis köre és a filter „megmenthető” a készülék véres recirkulációs üzemmódja használatával a kanül reinsertiója alatt)

II. Egyéb vaszkuláris utak

- a. Tartós dialíziskatéter
 - CVE betegeknél, AV-fistula érési ideje alatt és AV-fistula kivitelezhetetlensége esetén használatos reguláris iHD kezelések céljából
 - Sürgős iHD, SLED és CRRT kivitelezésére is alkalmas
 - Használata gyakorlatilag megegyezik az átmeneti dialíziskatéterrel

- b. Sebészi (arterio-venózus) fistula (pl. Cimino)
 - Elkészítését követően nem használható azonnal, „érnie” kell (4-6 hónap)
 - CVE betegek tartós, regularis iHD kezelésére használatos
 - Sürgős iHD is végezhető ezen keresztül
 - SLED kivitelezésére csak korlátozottan alkalmas
 - CRRT végzésére NEM alkalmas
 - (Használat részletei tekintetében ld. az idevágó szakirodalmat)

- c. Extracorporalis keringéstámogató eszköz (ECLS - pl. ECMO) portja
 - ECLS-ban részesülő betegek RRT igénye esetén merülhet fel, amikor a nagyvéna-kanüláció lehetőségei korlátozottak
 - Amennyiben a tárgyi- és személyi feltételek adottak, iHD, SLED és CRRT is kivitelezhető a megfelelő porton keresztül
 - (Használat részletei tekintetében utalok az idevágó szakirodalomra)

4. RRT modalitás választása

		iHD 3-5 h/nap	SLED 6-12 h/nap	CRRT 12-24 h/nap				PD	
				SCUF	CVVH	CVVHD	CVVHDF		
Mechanizmus	Ultrafiltráció Felesleges folyadék (víz) eltávolítása semipermeabilis membránon keresztül a dializáló gép által generált hydrostaticus nyomásgrádiensnek megfelelően; (érdemi oldott-anyag eltávolítást nem generál)	+	+	+	+	+	+		
	Konvekció (hemofiltráció) Közepes- és nagyobb méretű molekulák (max. 50 kDa, pl. gyull. citokinek) eltávolítása semipermeabilis membránon keresztül a gép által generált hydrostaticus nyomásgrádiens hatására kialakuló folyadékáramlás és nagymennyiségű substitúciós oldat („mosóoldat”) segítségével (solvent drag) <ul style="list-style-type: none"> • Predilutio: substitúciós oldat beadása a filter előtt • Postdilutio: substitúciós oldat beadása a filter után 				+		+		
	Diffúzió Kismolekulájú oldott anyagok (pl. K ⁺ , H ⁺ , U/Kr, dializálható toxinok stb.) eltávolítása semipermeabilis membránon keresztül a vér és a dializáló folyadék közti koncentráció-grádiensnek megfelelően	+	+			+	+	+	
	Ozmózis Víz áramlása semipermeabilis membránon keresztül az ozmotikus viszonyoknak megfelelően								+
	Adszorpció Közepes- és nagyobb méretű molekulák leköötődése a membránhoz (CAVE: a semipermeabilis membránok adszorpció kapacitása alacsony a dedikált hemadszorpció kapszulákhoz viszonyítva)	+	+	+	+	+	+	+	

(CRRT modalitások tekintetében ld. még függelék)

Modalitás választás szempontjai

iHD (intermittáló hemodialízis / „hagyományos” dialízis)

- Pro
 - A felesleges folyadék és oldott anyagok / toxinok gyors eltávolítását teszi lehetővé
 - Anticoagulatio nem feltétlenül szükséges
 - A kezelések szüneteiben a beteg mobilizálható (pl. gyógytorna, nem bedside diagnosztikus / terápiás beavatkozások)
 - Alacsonyabb költségek
 - Korábban kialakított AV-fistula (pl. Cimino) vagy tartós dialízis-katóéter használható kivitelezéséhez (új dialízis katéter insertiója nem feltétlenül szükséges)
- Con
 - Hemodinamikai instabilitás esélye magas
 - ICP emelkedésben szenvedő betegek neurológiai státusára nézve kedvezőtlen
 - Dialysis disequilibrium syndroma veszélye (súlyos állapotú AVE beteg első kezelése kapcsán)
 - Komplexitásból adódóan speciális tárgyi és személyi feltételek
- Konvencionális indikációk intenzív ellátás során:
 - RRT sürgősségi indikációi
 - Kónikus vesepótló programban szereplő CVE beteg fenntartó kezelése
 - CRRT kezelést követően, megfelelő stabilitás esetén, megmaradó RRT-igény

CRRT (folyamatos vesepótló kezelés)

- Pro
 - A vesefunkciót jobban mimelő, egyenletes folyadék- és oldott anyag eltávolítást tesz lehetővé
 - Hemodinamikai instabilitás esélye kisebb
 - ICP emelkedés (vagy annak potenciális veszélyével fenyegető állapotok) esetén is biztonsággal alkalmazható
 - Dialysis disequilibrium syndroma nem jellemző
 - Extracorporalis immunmoduláció lehetősége (pl. CytoSorb)
 - Egyszerűbb kezelhetőség (relatív)
- Con
 - CVC (dialízis katéter) igénye
 - Tartós anticoagulatio igénye
 - Beteg immobilizáció
 - Lassabb folyadék- és oldott anyag eltávolítás → lassabb korrekció
 - Veszteségek: antibiotikumok, aminosavak, foszfát, bikarbonát, vitaminok, nyomelemek stb.
 - Magas költségek (filter, körök, dedikált oldatok)
- Konvencionális indikációk intenzív ellátás során:
 - SCUF: cardialis decompensatio egyéb terápiára rezisztens esetei, masszív oedema
 - CVVH: SIRS / Sepsis hemodinamikai instabilitással és masszív folyadéktöbblettel
 - CVVHD: Hemodinamikailag instabil, krónikus vesepótló programban szereplő CVE beteg fenntartó kezelése
 - CVVHDF: SIRS / Sepsis hemodinamikai instabilitással és renalis diszfunkcióval

SLED („lassú” dialízis)

- Pro
 - Jó hatékonyságú, relatíve gyors, mindazonáltal egyenletes folyadék- és oldott anyag eltávolítás
 - Hemodinamikai stabilitás
 - Disequilibrium nem jellemző
 - Kezelések szüneteiben a beteg mobilizálható
 - Anticoagulatio nem feltétlen szükséges
 - Kisebb költségek (CRRT-hez viszonyítva)
- Con
 - Kevés a tapasztalat a módszerrel kapcsolatban
- Konvencionális indikációk intenzív ellátás során:
 - Rutinszerűen nem elterjedt Magyarországon

PD (peritoneális dialízis)

- Pro
 - Technikailag egyszerű kivitelezhetőség (HA van in situ PD katéter)
 - Érkatéterezés nem szükséges
 - Antikoaguláció nem szükséges
 - Oldott anyagok, toxinok fokozatos, egyenletes eltávolítása
 - Hemodinamikai stabilitás
 - Nincs ICP emelkedés
 - Olcsó
- Con
 - PD katéter behelyezése szükséges
 - Katabolikus állapotokban nem megfelelő hatékonyság
 - Folyadékeltávolítás nem kellően kontrollált
 - Hyperglycaemia veszélye (dializáló oldat cukortartalma miatt)
 - IAP emelkedés légzési / lélegeztetési nehezítettséggel járhat
 - Proteinvesztés jelentős
 - Peritonitis / intraabdominalis tályog veszélye
 - Hasi kórfolyamatok kapcsán / hasi műtét után nem javasolt
- Konvencionális indikációk intenzív ellátás során:
 - Rutinszerűen nem használatos az intenzív ellátás során

Modalitás választással kapcsolatos helyi (DEKK AITK) irányelvek:

A mindennapi intenzív terápiás gyakorlatunkban az iHD, a CVVH, a CVVHD és a CVVHDF modalitások használata javasolt

iHD igény esetén (egyelőre) külső szolgáltatót veszünk igénybe (FMC Dialízis Központ, Debrecen)

CRRT igény esetén, a kapacitás függvényében „saját” készüléket (Baxter PRISMAFLEX dializátor gép) vagy külső szolgáltató készülékét (FMC Dialízis Központ, Debrecen) használjuk.

Amennyiben Prismaflex készüléket használunk, javasolt kezdő modalitás: **CVVHDF**

Indoklás: ha a priming ezen üzemmóddal történik, a beteg / klinikai szituáció igényeihez szabott flexibilitás biztosítható az iniciális beállítások dinamikus módosításával

- Amennyiben a kisebb molekulák (pl. uraemiás toxinok) eltávolítását akarjuk fokozni, a dialízist (dializáló folyadék áramlási sebességét) emeljük + a hemofiltrációt (szubsztitúciós folyadék áramlási sebességét) fokozatosan csökkentjük (akár teljesen le is állíthatjuk) → kvázi **CVVHD** üzemmódot állítunk be
- Amennyiben a nagyobb molekulák (pl. gyulladáscsökkentő citokinek) eltávolítását akarjuk fokozni, a hemofiltrációt (szubsztitúciós folyadék áramlási sebességét) emeljük + dialízist (dializáló folyadék áramlási sebességét) fokozatosan csökkentjük (akár teljesen le is állíthatjuk) → kvázi **CVVH** üzemmódot állítunk be
- Amennyiben csak a felesleges víz eltávolítását akarjuk a szervezetből fokozni, az UF-térfogat megfelelő beállítása után a dialízist és a hemofiltrációt leállítjuk (a dializáló és szubsztitúciós oldat áramlását 0 ml/h-ra állítjuk) → kvázi **SCUF** üzemmódot állítunk be

Amennyiben alapvetően iHD-re lenne igény (intoxicációk, súlyos hyperkalaemia, súlyos metabolicus acidosis stb.), de az valamilyen okból nem elérhető, vagy, ha az acut korrekciót követően is indokolt az RRT, **intenzifikált CRRT (CVVHDF)** kezdhető – ennek során a véráramlást, a dializáló és szubsztitúciós oldat adagolási sebességét átmenetileg (a gyors korrekció idejére) megemeljük (beállításokat ld. alább); CAVE:

- Gyors K-korrekció, ill. abból adódó arrythmiák veszélye → 0 mM K-tartalmú oldatok alkalmazása csak életveszélyes hyperK esetén elfogadható, más esetekben 2 vagy 4 mM K-tartalmú oldatok alkalmazása javasolt
- Hypothermia fokozott veszélye → adekvát hőmérséklet-kompenzáció
- RCA esetén fokozott citrát terhelés esélye → a citrát-dózis átmeneti csökkentése

5. Antikoaguláció formájának kiválasztása

I. RCA (regionális citrát anticoagulatio)

- Elsődlegesen választandó CRRT során
- Lényege:
 - Az extracorporalis kör artériás szárába (közvetlen a vérnyerési hely után) adagolt citrát a vér Ca-ionjaival (FIV) kelátot képez, ezáltal a szerelékben és filterben felfüggeszti a véralvadást (CAVE: citrát a Ca mellett a z alábbi ionokat is leköti: Mg, Mn, Fe)
 - A Ca-citrát komplex jelentős része (30-50%-a) a filterben kilép a vérből az effluensbe
 - A maradék Ca-citrát komplex visszajutva a szervezetbe metabolizálódik (dominánsan a májban, kisebb részben az izmokban és a vesékben) oly módon, hogy a Ca-ion felszabadul, a citrátból bikarbonát (CAVE: alkalizáló hatás) képződik (1:3 arányban)
 - A Ca-citrát komplex kifiltrálódása miatt a szervezet Ca-t veszít, amit pótolni kell CaCl₂ vagy Ca-glükonát formájában (lehetőleg egy dedikált centrális vénás száron keresztül)
- Abszolút kontraindikációja nincs
- Relatív kontraindikáció:
 - Korábban igazolt citrát-toxicitás
 - Citrát toxicitás fokozott veszélye (a máj citrát-lebontó képességének csökk. miatt)
 - Májelégtelenség / parenchimasan decompensált májcirrhosis
 - Súlyos sokkos állapot / magas noradrenalin-igény ($\geq 0,5$ ug/ttkg/min)
- Hatékony és biztonságos alkalmazása az alábbi paraméterek monitorozását igényli (részleteket ld. alább): postfilter ionizált Ca (PfiCa), páciens szisztémás ionizált Ca (PiCa), szisztémás össz Ca (öCa), szisztémás össz- és ionizál Ca-arány (ö/iCa), pH

Különféle citrát oldatok:

	Regiocit	PrismoCitrato 18/0	PrismoCitrato 10/2	PrismoCit 4K
Na (mM)	140	140	136	140
K (mM)	0	0	0	4,0
Cl (mM)	86	86	106	114
Citrát (mM)	18	18	10	10
Citromsav (mM)	0	0	2	2

(sárgával kiemelve a Klinikánkon használatos oldatok)

Az RCA oldat kiválasztásának szempontjai:

- A Regiocit (vagy az ezzel teljesen egyenértékű PrismoCitrato 18/0) az elsődlegesen választandó
- Amennyiben elérhető:

- Citrátot és citromsavat is tartalmazó oldatok használata a máj csökkent citrát-feldolgozó kapacitása (májelégtelenség, shock), ill. citrát-accumulatio esetén megfontolható
- Kalium tartalmú citrát-oldat alkalmazása megfontolható azon betegeknél, akik hajlamosak a Se K ingadozása okozta arrythmiákra

II. Heparin

A. UFH (nem frakcionált heparin)

- Csak súlyos citrát-toxicitás esetén javasolható CRRT esetén
- iHD során rutinszerűen alkalmazzák
- Hatás monitorozása a rendszeres APTI mérésen alapul (CRRT során van jelentősége)
- CAVE: Priming során 5000-10000 NE Na-heparin adása a priming oldat első literébe bármely anticoagulációs módszer választása esetén megfontolható (OK: Na-heparin a szerelék / filter belső felületére kötődve csökkenti a bealvadás esélyét), kivéve HIT esetén (heparin adás abszolút kontraindikációja)

B. LMWH (kis molekulásúlyú heparin)

- Alkalmazható CRRT és iHD során is az extracorporalis körbe adagolt intermittáló bolusok formájában (pl. 2-4x 0,5 mg/ttkg enoxaparine)
- CRRT során csak súlyos citrát-toxicitás esetén javasolható
- Alkalmazása esetén ritka a maior vérzéses szövődmény
- Alkalmazása esetén relatíve gyakori a filter bealvadás CRRT kapcsán
- Hatás monitorozása antiXa-aktivitás mérésével lehetséges

III. Egyéb anticoagulációs módszerek

- Ezekkel klinikánkon kevés a tapasztalat, alkalmazásuk nem javasolt rutinszerűen
- Ide tartoznak:
 - Szisztémás anticoagulációs módszerek
 - Prostacyclin (Epoprostenol)
 - DTI (Direkt Trombin Inhibitor)
 - Argatroban
 - FXaI (Aktivált Faktor X Inhibitor)
 - Danaparoid
 - Fondaparinux
 - Regionális anticoagulációs módszerek
 - Heparin-Protamin

IV. Nincs anticoagulatio

- Csak abban az esetben alkalmazható, HA:
 - RCA kontraindikált vagy RCA során súlyos citrát-intoxicatio jött létre**ÉS**
 - Heparin adása kontraindikált vagy nagy kockázatú
 - Spontán INR $\geq 2,0$ (2,5)
 - Spontán APTI megnyúlás $\geq 2,0x$
 - Thr szám ≤ 60 (50)
 - HIT
 - Műtét utáni állapotok
 - ált. seb.: < 8-12 h postop.
 - idegseb. < 24 h postop.
 - Aktív vérzés (pl. intracerebrális vérzés, GI vérzés, vérzés műtéti területről)
 - A beteg már terápiás dózisu antikoagulációt kap
- AC nélkül iHD és SLED általában különösebb probléma nélkül megvalósítható; ilyenkor az extracorporalis kör infúzióval való rendszeres időközönkénti átmosása csökkentheti a bealvadás esélyét
- CRRT esetén magas a filter-bealvadás esélye, ezért ekkor az AC nélküli RRT nem javasolható; ha mégis rákényszerülünk, az alábbi módszerekkel tudjuk a bealvadást késleltetni:
 - Vérpumpa sebességének (Qb) emelése (CAVE: fokozott nyíróerők hatnak a vvt-kre → hemolysis veszélye)
 - CVVH és CVVHDF esetén substitúciós oldat prefilter beadásának (predilutio) fokozása (pl. pre:post arány 50:50 vagy 70:30 értékre állítása)
- Amennyiben heparin adása nem abszolút kontraindikált, a priming során 5000-10000 NE Na-heparin adása a priming-oldatba ekkor is javasolt
- Amennyiben heparin adása abszolút kontraindikált (HIT) abszolút heparinmentes priming javasolt

6. Dializáló- és szubsztitúciós folyadék kiválasztása

Különbéle dializáló és szubsztitúciós oldatok:

	Biphozyl	PrismOcal	PrismaSol 4	PrismOcal B22K 0/0	Dialisan	PrismOcal B22	HemoSol B0	PrismaSol 2	Phoxilium
Na (mM)	140	140	140	140	140	140	140	140	140
K (mM)	4,0	0	4,0	0	2,0	4,0	0	2,0	4,0
Ca (mM)	0	0	1,75	0	1,75	0	1,75	1,75	1,25
Mg (mM)	0,75	0,5	0,5	0,75	0,5	0,75	0,5	0,5	0,6
Cl (mM)	122	106	113,5	119,5	111,5	120,5	109,5	111,5	116
Lac (mM)	0	3	3,0	0	3	3	3,0	3,0	0
HCO ₃ (mM)	22	32	32	22	32	22	32	32	30
HPO ₄ (mM)	1,0	0	0	0	0	0	0	0	1,2
Glükóz (mM)	0	0	6,1	0	6,1	6,1	0	6,1	0
Dializáló oldat	+	+		+	+	+			+
Szubsztitúciós oldat	+		+				+	+	+

(sárgával kiemelve a Klinikánkon használatos oldatok)

Az oldatválasztás szempontjai:

- Aktuális **Se K**, ill. tervezett **K-csökkenés** → minél magasabb az induló Se K / minél gyorsabb K-csökkenést tervezünk, annál alacsonyabb K-tartalmú oldatot választunk iniciálisan (CAVE: túlkorrekciónak veszélye 0 és 2,0 mM K-konc. oldatok esetén)
- **pH** → acidosis esetén (különösen, ha perzisztáló) magasabb HCO₃-tartalmú oldat választása megfontolandó, ill. a magasabb Cl-tartalmú oldatokat nem preferáljuk
 - Ha a betegben a HCO₃-szint alacsony, a 22 mM-os oldatok is javítanak a pH-n, de a magasabb (30, 32 mM) HCO₃-tartalmú oldatok gyorsabb korrekciót tesznek lehetővé
 - Ha a betegben a HCO₃-szint magas (22 mM-nál magasabb; pl. chr. légzési elégtelenség / COPD esetén), a 22 mM HCO₃-tartalmú oldatok még ronthatnak is az acidosison; ilyenkor mindenképp magasabb (30, 32 mM) HCO₃-tartalmú oldatok választása javasolt
- **AC módja** → RCA esetén Ca-tartalmú oldat csak postfilter substitúcióra használható (a Ca-pótlás megfelelő korrekciója mellett); RCA esetén alacsonyabb HCO₃-tartalmú oldat választandó, kiküszöbölve a citrát májban történő metabolizációjának okozta bikarbonát-terhelést
- **Se P** → HypoP esetén HPO₄-tartalmú oldatok javasoltak
- **Se Mg** → HypoMg (CAVE: RCA során relatíve gyakori, mivel citrát köti a Mg-ionokat is) esetén magasabb, HyperMg esetén alacsonyabb Mg-tartalmú oldat javasolható
- **Se Lac** → májelégtelenség / magas Se lac esetén lactate-mentes oldat alkalmazása megfontolható
- **VC** → magas VC esetén cukormentes oldat javasolható

7. Filter kiválasztása

Különféle filterek

(Az egyes filterek a hozzájuk tartozó extracorporális körrel egybecsomagolva, szettben kaphatóak)

	Membrán anyaga	Felszín (m ²)	Felhasználás	Megjegyzés
Prismaflex M60	AN69 acrylonitrile és nátrium-methallylsulfonate kopolymer	0,6	CRRT; 11-30 kg betegek	Nem korszerű; UFH AC mellett használatos
Prismaflex M100	AN69 acrylonitrile és nátrium-methallylsulfonate kopolymer	0,9	CRRT; 30-60 kg betegek	Nem korszerű; UFH AC mellett használatos
Prismaflex M150	AN69 acrylonitrile és nátrium-methallylsulfonate kopolymer	1,5	CRRT; >60 kg betegek	Nem korszerű; UFH AC mellett használatos
Prismaflex ST60	AN69 ST felületkezelt, polyethylenimine-bevonatú AN69	0,6	CRRT; 11-30 kg betegek	Felületkezelés miatt kevésbé aktiválja a trombogenesisist → hosszabb élettartam; Általánosan használt filter a CRRT kapcsán gyerekeknel
Prismaflex ST100	AN69 ST felületkezelt, polyethylenimine-bevonatú AN69	0,9	CRRT; 30-60 kg betegek	Felületkezelés miatt kevésbé aktiválja a trombogenesisist → hosszabb élettartam; Általánosan használt filter a CRRT kapcsán
Prismaflex ST150	AN69 ST felületkezelt, polyethylenimine-bevonatú AN69	1,5	CRRT; >60 kg betegek	Felületkezelés miatt kevésbé aktiválja a trombogenesisist → hosszabb élettartam; Általánosan használt filter a CRRT kapcsán
Prismaflex HF20	PAES Polyarylethysulfone	0,2	CRRT; 8-30 kg betegek	Kis térfogata lehetővé teszi a gyermekgyógyászatban 8 kg-os testtömegetől az alkalmazását; Lehetővé teszi a nagy volumenű hemofiltrációt (haszna kérdéses)
Prismaflex HF1000	PAES Polyarylethysulfone	1,1	CRRT; 30-60 kg betegek	Lehetővé teszi a nagy volumenű hemofiltrációt (haszna kérdéses)
Prismaflex HF1400	PAES Polyarylethysulfone	1,4	CRRT >60 kg betegek	Lehetővé teszi a nagy volumenű hemofiltrációt (haszna kérdéses)
Prismaflex oXiris	AN69ST, heparin (negatív töltésű) bevonattal	1,5	CRRT; >30 kg betegek Fokozott cytokin és endotoxin adszorpció	SIRS / sepsis kapcsán alkalmazható; Hatékonyágát ezen indikációban nagy RCT-k még nem támasztották alá
Prismaflex SepteX	High cut-off PAES	1,1	CVVHD; Nagyobb molekulásúlyú oldott anyagok (45 kDa-ig, pl. cytokinek) eltávolítása	SIRS / sepsis kapcsán alkalmazható; Hatékonyágát ezen indikációban nagy RCT-k még nem támasztották alá

(sárgával kiemelve a Klinikánkon használatos filterek)

A filterválasztás szempontjai:

- Elsődlegesen választandó: Prismaflex ST 100 vagy ST 150 filter
- SIRS / Sepsis kapcsán oXiris vagy SepteX filter használata megfontolható

8. Dializáló gép beüzemelése

CVVHDF + RCA AC esetén

A beüzemeléshez az alábbi **eszközök előkészítése** szükséges:

- Dializáló gép (Prismaflex) beépített vagy különálló nagyteljesítményű vérmelegítővel
- Filter + EC kör (az ITO-s igényeket legjobban az AN69ST membránt tartalmazó filterek elégítik ki → high flux, relatíve nagy adsorpció kapacitás, fokozott biokompatibilitás, csökkent thrombogenesis, magasabb élettartam)
 - Ha testtömeg 11 - 30 kg – Prismaflex ST60 kit
 - Ha testtömeg 30 - 60 kg – Prismaflex ST100 kit
 - Ha testtömeg > 60 kg – Prismaflex ST150 kit
- 2x1000 ml NaCl 0,9% oldat (a szerelék és a filter primingjához); ST60 kit esetén csak 1x1000 ml NaCl 0,9% oldat kell (célszerű 2x500 ml alkalmazása, az első adagba heparint adva)
- Na-Heparin (az 1. adag priming oldatba, ha Na-heparin nem abszolút kontraindikált → a belfelületre kötődve csökkenti a trombotizáció esélyét)
 - Prismaflex ST60 kit: 2500 NE
 - Prismaflex ST100 kit: 5000 NE
 - Prismaflex ST150 kit: 7500 NE
- Fecskendő (2 ml) és felszívótű (Na-heparin beadásához)
- Effluens gyűjtő zsák (ügyeljünk rá, hogy a lebocsájtó szelep legyen lezárt állapotban!)
- RRT oldatok (igény szerint az alább megadottaktól el lehet térni)
 - PBP / anticoagulatio: Regiocit
 - Dializáló: Biphozyl (súlyos acidosis esetén PrismoCal)
 - Szubsztitúció: PrismaSol 4
- Luer-lock csatlakozójú 50 ml-es fecskendő és dedikált, alacsony compliance-ű Prismaflex-CA250 összekötő cső (Calcium-pótláshoz)
- Ca-oldat (Klinikánkon 100 ml-es, 500 mM Ca-tartalmú CaCl₂ oldat érhető el erre a célra)
- A dialízis-katéter előkészítéséhez szükséges fecskendők
 - 2x5 ml fecskendő üresen (záróoldat leszívásához)
 - 2x20 ml fecskendő üresen (átjárhatóság teszteléséhez)
 - 2x5 ml fecskendő NaCl 0,9% oldattal (munkacsatornák feltöltéséhez)
- Sterilitás betartása szempontjából fontos eszközök
 - Egyéni védőeszközök: munkakesztyű, sebészi maszk
 - Fertőtlenítő spray (csatlakozások fertőtlenítéséhez – CAVE: behatási idő)
- Pakolóasztal

Csak akkor folytassuk az alábbiakkal, ha **MINDENT előkészítettünk** a beüzemeléshez.

A **hálózati áramba** csatlakoztatás után **kapcsoljuk be** a gépet és kövessük a kijelzőjén megjelenő **utasításokat lépésről lépésre**

A **betegadatok** megadásánál az alábbiakra fokozottan figyelni kell:

- Betegazonosító egyedi legyen (ezzel a beteg terápiájára vonatkozó adatok a gép memóriájából bármikor visszakereshetők)
- Testtömeg (lehetőleg) aktuálisan mért legyen (CAVE: ágymérleg)
- Hematocrit mindig frissen mért (VG vagy labor) legyen (CAVE: napi 1x frissíteni kell!)

Terápia / -kiegészítő választása az előzetes megfontolások alapján (ld. fenn) történjen

Alvadásgátló módszer választásánál mindig az RCA („Citrát – Kalcium, Prismaflex fecskendő pumpa” opció) a preferált

A **szerezék befűzése** során kövessük az utasításokat

A befűzés során a dializátor **vonalkód-olvasója** automatikusan felismeri a szereléket és a filtert

Az **oldatok előkészítése és csatlakoztatása** során kövessük az utasításokat; ennek során ügyeljünk az alábbiakra:

- Ne cseréljük fel az oldatokat
- Az oldatokat tartó kart teljesen toljuk be (2 ütközésig), miután a zsákokat felfüggesztettük

A feltöltött **kalcium-fecskendőt** az utasításoknak megfelelően illesszük a foglatába (DE ekkor még semmiképp se csatlakoztassuk beteghez)

A szerelék **feltöltése alatt**, amikor a gép kéri, cseréljük a priming oldatot (a 2. zsákba már nem kell Na-heparin), emellett ellenőrizzük a légbuborékok távozását a rendszerből (a filter óvatos ütögetésével ezt gyorsíthatjuk)

A gép az **öntesztet** automatikusan elvégzi

Amennyiben szükséges, korigáljuk a **légmentesítő kamra folyadékszintjét** (a folyadék felső határa a felső-oldalsó befolyó cső felé kell, hogy érjen; CAVE: ezt a zajló RRT alatt rendszeresen ellenőrizni és szsz. korigálni kell)

A priming során használt Y alakú elosztócsövet semmiképp se dobjuk ki, mert a későbbiekben többféleképpen használható:

- A dialíziskatéter vénás szárára applikálva használhatjuk a CaCl₂ oldat dedikált portjaként
- Az RRT átmeneti, recirkulációval történő leállítása (részleteket tekintve ld. alább) során ezen keresztül végezhetjük ezt a műveletet

CVVHDF + UFH AC esetén

A beüzemeléshez ugyanazon eszközök előkészítése szükséges, mint RCA esetén, kivéve:

- Oldat (minden karra): PrismaSol 4
- Ca oldat / CA250 összekötőcső nem kell
- Na-heparin 50 ml-es fecskendőben (100 NE/ml hígításban)

A beüzemelés a továbbiakban alapvetően az RCA-nál leírtaknak megfelelően történik, kivéve:

- Alvadásgátló módszer választásánál a „Szisztémás (pl. heparin), Prismaflex fecskendő pumpa” opciót jelöljük be
- A dializátor fecskendő tartójába a feltöltött Na-heparin fecskendőt (100 NE/ml) helyezzük
- A heparinos fecskendőt csatlakoztatjuk a szerelék megfelelő portjára
- A PBP karra citrátmentes oldatot helyezünk, mely a predilúciós szubsztitúciós oldatunk lesz; a pre- és postdilúciós oldatoknak egyezőnek kell lenni (első választandó: PrismaSol 4)

9. Kezelési paraméterek megadása / dozírozás

I. Fontosabb alapfogalmak és összefüggések

- Qb: Vérpumpa sebessége
 - Túlzottan alacsony értéke (< 80 ml/min) esetén:
 - RRT (dialysis) hatékonysága csökken
 - EC kör / filter bealvadásának esélye nő
 - Túlzottan magas értéke (>300-350 ml/min) esetén:
 - A vvt-kre ható nyíróerők fokozódásával nő az EC körön belüli hemolysis, ezáltal az anaemia esélye
 - Dialízis hatékonysága csökken a filteren belüli tranzitidő lecsökkenése miatt
 - Qb kalkuláció alapelvei:
 - CVVHD esetén: $Q_b \geq 2,0-2,5 \times Q_d$
 - CVVH esetén: $Q_b \geq 5-6 \times Q_s$
 - CVVHDF esetén a Qb fentiek alapján számolva, a magasabb értéket választva
 - (CAVE: mértékegységek → 1 ml/min = 60 ml/h)
 - Alapbeállítás: átl. 1,5 ml/ttkg/min
- Qpbp: Pre Blood Pump (PBP) sebessége
 - PBP funkciói:
 - Anticoaguláns (citrát) bejuttatása az EC körbe érkező vérbe (RCA során)
 - Predilúciós szubsztitúciós oldat bejuttatása EC körbe
 - Alapbeállítás: átl. 15 ml/ttkg/h
- Qd: Dialízis-folyadék pumpa sebessége
 - Meghatározza az RRT alatti diffúzív transzportot (ezáltal a kisméretű molekulák eltávolítását)
 - Alapbeállítás: átl. 15 ml/ttkg/h
- Qs: Pótló (substitúciós) folyadék pumpa sebessége
 - Meghatározza az RRT alatti konvektív transzportot (ezáltal a nagyobb méretű molekulák eltávolítását)
 - Alapbeállítás: átl. 5,0-7,5 ml/ttkg/h
 - A pótló (substitúciós) folyadék 2 helyen juttatható az EC körbe:

- a filter előtt (predilúciós esetén)
- a filter mögött (postdilutio esetén)
- Predilutio és postdilutio arányának megválasztása során az alábbi szempontokat vegyük figyelembe:
 - Pre:Post arány leggyakoribb iniciális beállításai:
 - RCA esetén → csak postdilúció („POST” opció a gépen) → a pótlófolyadék csak a filter után lép be az EC körbe (valójában RCA esetén a PBP-oldat biztosítja a predilúciót, a szubsztitúciós oldat pedig a postdilúciót adja – ezek aránya kb. 70:30)
 - UFH AC esetén → 30:70
 - Predilutio fokozásával a filter bealvadás esélye csökkenthető, ezáltal a filter élettartama növelhető, de a kisméretű oldott anyagok eltávolításának hatásfoka csökken (azok filteren belüli koncentrációjának csökkenése miatt)
 - Postdilutio fokozásával a kisméretű oldott anyagok eltávolításának hatásfoka növelhető (a filteren belüli vér és dializáló oldat közti nagyobb koncentrációgrádiens miatt)
- Össz kicserélt térfogat = $Q_{pbp} + Q_d + Q_s$
 - RRT alatti oldatigény becslését szolgálja
 - CVVHDF + UFH AC során a Q_b beállítását ez alapján végezzük
 - Általános célérték: 30 ml/ttkg/h
- Q_d : ($Q_{pbp} + Q_s$) arány
 - Diffúzív és konvektív transzport aránya
 - CVVHDF + UFH AC során általában = 50% : 50%
 - CVVHDF + RCA során általában = 40% : 60%
- Q_{eff} (effluens; össz kifolyó folyadék) = $(Q_{uf} + Q_d) / \text{testtömeg}$
 - Ez az érték konvencionálisan a **CRRT „dózis” (gépi céldózis)**; ennek általánosan elfogadott értéke: 30-35 ml/ttkg/h
 - Zajló RRT közben, az adott időpontban érvényes beállításoknak megfelelően a gép mindig kijelzi az **aktuális RRT dózist**
 - CAVE: az **RRT tényleges / megvalósult dózist** csökkenti a kezelés bármilyen okból történő / vissza-visszatérő megakadása (pl. gyakori „piros” riasztások, késlekedés „piros” riasztás kapcsán stb.); ennek általánosan elfogadott értéke: 20-25 ml/ttkg/h
- Q_{uf} (össz ultrafiltrátum) = $Q_{pbp} + Q_s + Q_{net}$
- Q_{net} vagy UF_{net} (nettó ultrafiltrátum) = **Betegfolyadék eltávolítás**
 - Tervezésekor az alábbi faktorokat vegyük figyelembe:
 - A beteg testében felhalmozódott felesleges folyadék térfogata

- Ideális esetben a beteg aktuális és „száraz” súlyának különbsége alapján számoljuk (fekvőbetegeknél ágymérleg használatával)
 - Amennyiben nincs lehetőség mérlegelésre, használjuk a beteg (bennfekvés napokra vonatkozó) kumulatív folyadékegyenlegét
 - Napi non-RRT folyadékbevitel (enteralis és parenteralis is)
 - Napi non-RRT folyadék ürítés (spontán vizelet, GIT-vesztések, drainek hozama stb.)
 - Szövetekből történő vaszkuláris visszatelődés (refilling) sebessége; CAVE:
 - amennyiben a folyadékeltávolítás a refilling sebességét meghaladja, hemodynamikai instabilitás / vasopressor igény vagy annak fokozódása jelentkezhet
 - a refillinget a klinikai gyakorlatban a plazma onkotikus nyomásának megfelelő szinten tartásával (albumin-supplementációval) tudjuk javítani
- Eltávolítás sebességének prediktív képlete: 0-2 ml/ttkg/h
 - Alap: 1 ml/ttkg/h
 - Hemodynamikai instabilitás / dominánsan metabolikus kislálás esetén iniálisan 0 ml/ttkg/h, később (stabilizálódást követően) fokozatosan emelve
 - Masszív oedemák esetén 2 ml/ttkg/h (rövid ideig akár 3-4 ml/ttkg/h is lehet); CAVE: a kumulatív folyadékegyenleg normalizálására 5-7 napot szánjunk
- CAVE: a Prismaflex gép indítómenüjében megadott 400 ml/3h „Beteg foly. csökk./növe. HATÁR” érték nem azonos a beállított beteg folyadék eltávolítással, ez egy biztonsági beállítás, ami a folyadékeltávolításnál beállítottan felüli, nem akaratlagos folyadékvesztést vagy akkumulációt határolja be, technikai hibára hívja fel a figyelmet, ha azt elérjük)
- FF (filtrációs frakció) = $\frac{\text{össz ultrafiltrátum}}{\text{filteren átáramló plazma}}$
 - össz ultrafiltrátum: $Q_{uf} = Q_{pbp} + Q_s + Q_{net}$
 - filteren átáramló plazma: $[Q_{pbp} + (60 \times Q_b) \times (1-Hct)]$
 - A filterben a plazmából eltávolított folyadék aránya
 - Lehetőleg ne legyen túl magas a filter bealvadásának veszélye miatt
 - Heparinos AC mellett max. 20-25%
 - RCA mellett magasabb érték is (max. 40-45%) gond nélkül tolerálható, mivel a filter nem fog bealvadni a lokálisan ható citrát miatt
 - FF csökkentésének módjai:
 - Q_b emelése
 - Postdilúciós Q_s csökkentése (CAVE: postdilúció esetén a szubsztitúciós oldat volumenének megfelelő folyadékmennyiséget a gép a filterben már előre eltávolítja a plazmából, ami jelentősen növeli az FF értékét)
 - Q_{net} csökkentése

- Citrát-dózis: RCA során az EC körben található vérré vonatkozó citrát-koncentráció
 - A megfelelő dózis biztosítja az EC kör anticoagulatiojának fenntartását
 - A gépen közvetlenül állítható paraméter
 - A gép az általunk beállított dózis és a Q_b alapján a Q_{bp} automatikus módosításával éri el a kívánt citrát koncentrációt az EC-körben
 - Alapbeállítás: 3,0 mM

- Citrát-terhelés: RCA során a beteg szervezetébe jutó citrát (mely vagy lebomlik vagy accumulálódik)
 - A dializátor által folyamatosan kijelzett paraméter
 - A szervezet sav-bázis és elektrolit-háztartását befolyásolja
 - Értékét emeli:
 - Q_b emelése
 - Citrát dózis emelése
 - Q_d csökkentése
 - Értékét csökkenti:
 - Q_b csökkentése
 - Citrát dózis csökkentése
 - Q_d emelése

- Ca-kompenzáció: RCA során a citráthoz kötött Ca egy része (30-50%) a filteren keresztül távozik, ezt a szisztémás hypoCa megelőzése céljából pótolni kell; a kezelés során a pótlás %-ban megadott értéke a Ca-kompenzáció (a tapasztalati alapérték a 100%, ezt módosítjuk a kezelés során szsz. feljebb vagy lejjebb)

II. Leggyakrabban használt beállítások

A; CVVHDF + RCA esetén (Kalmar protokoll szerint)

- Folyadékáramlások

Testtömeg (ttkg)	Vér áramlás (ml/min)	PBP (citrát) áramlás (ml/h)	Dializáló folyadék áramlás (ml/h)	Pótló (substitúció) folyadék áramlás (ml/h)	RRT dózis (ml/ttkg/h)
	Q _b	Q _{pbp}	Q _d	Q _s	Q _{eff}
Mért / becsült paraméter	Állítható paraméter (1,5-2,0 ml/ttkg/min)	A beállított véráramlás (és citrát-dózis) alapján a dializáló gép által kalkulált és automatikusan korrigált paraméter (13-20 ml/ttkg/h)	Állítható paraméter (15-20 ml/ttkg/h)	Állítható paraméter CVVHDF RCA esetén mindig POSTFILTER substitúció legyen (4-8 ml/ttkg/h)	Dializáló gép által a testtömeg és a teljes kifolyó volumen (effluens) alapján kalkulált paraméter
< 50	100	1000	1000	200	37
51-60	110	1100	1100	400	37
61-70	120	1200	1200	500	35
71-80	130	1300	1300	500	33
81-90	140	1400	1400	500	31
90-100	150	1500	1500	600	31
101-110	160	1600	1600	700	30
111-120	170	1700	1700	800	30
> 120	180	1800	1800	1000	30

- Anticoagulatio RCA-val

- Citrát dózis alapbeállítás: 3 mM citrát / liter vér (az extracorporális körben)
- Ca-kompenzáció alapbeállítás az alábbi táblázat alapján:

RCA indítása előtti, szisztémás / betegből vett iCa (PiCa)	Induló Ca-kompenzáció
< 1,0 mM	110% ÉS iv. 1g Ca (10 ml Calcimusc) supplementatio (5 perc alatt beadva, még a kezdés ELŐTT)
1,0-1,11 mM	110%
1,12-1,3	100%
> 1,3 mM	90%

CAVE: PiCa indulás előtti korrekciója könnyebbé teszi a RCA beállítását!

- **Intenzifikált CVVHDF + RCA beállításai (off label)**
 - Qb: 250 ml/min
 - Qd: 6000 ml/h
 - Qs: 2500 ml/h
 - Citrát dózis: 1-2 mM (csökkentett citrát terhelés; CAVE: PFiCa ne legyen magasabb 0,5 mM értéknél – ezen érték felett magas a filter bealvadás veszélye)

B; CVVHDF + UFH AC esetén

- **Folyadékáramlások**

Össz kicserélt térfogat = Q _{pbp} + Q _d + Q _s (ml/h)	Q _b (ml/min)
< 2000	200
2000-2999	250
≥ 3000	300

- **Anticoagulatio UFH-val**

	APTI	INR	Thr szám	Műtét	UFH bolus (RRT kezdetén, EC kör piros portjába)	UFH perfúzor (500 NE/ml) kezdősebesség
Vérzés rizikója alacsony	< 1,5x nyúlás	< 1,5	> 120	Nem volt	70 NE/ttkg (ált. 5000 NE)	20 NE/ttkg/h
Vérzés rizikója közepes	1,5-2,0x nyúlás	1,5-2,0 (2,5)	(50) 60-120	ált. seb. op. 24 órán belül idegseb. op. 48 órán belül	35 NE/ttkg (ált. 2500 NE)	10 NE/ttkg/h
Vérzés rizikója magas	> 2,0x nyúlás	> 2,0 (2,5)	< 60 (50)	ált. seb. op. 12 órán belül idegseb. op. 24 órán belül	NINCS	NINCS vagy 5 NE/ttkg/h (korábbi filter bealvadás esetén)
Manifeszt vérzés	-	-	-	-	NINCS	NINCS

- **Kiegészítés:** HA a beteg az elmúlt 24 órában részesült UFH AC-val végzett CVVHDF kezelésben, az alábbiak szerint indítsuk újra a heparint:
 - Ha a filter élettartama > 24 h volt, a korábbi UFH perfúzor beállításokat használjuk
 - Ha a filter élettartama < 24 h volt, a korábbi UFH perfúzor dózis +2,5 NE/ttkg/h beállítást használjunk
 - Ha a filter korábbi bealvadás az UFH perfúzor sebességének csökkentése után 6 órán belül történt, a csökkentés előtti sebességgel indítsuk újra az UFH perfúzort

10. Kezelés indítása

A kezelés elindítása előtt a korábban behelyezett **dialíziskatétert elő kell készítenünk** az induláshoz:

- Szükséges eszközök:
 - Sterilitás betartása szempontjából fontos eszközök (ld. fenn)
 - A dialízis-katéter előkészítéséhez szükséges fecskendők (ld. fenn)
- Tennivalók:
 - Az üres fecskendővel a száraból eltávolítjuk az azokban levő záróoldatot (legtöbbször heparint) 2-3 ml vér leszívásával
 - A 20 ml-es fecskendővel ellenőrizzük a szárah átjárhatóságát: amennyiben 6 másodperc alatt egy száron minimum 20 ml vér leszívható (a száron keresztül 200 ml/min áramlás elérhető), annak jó a teljesítménye; (CAVE: a leszívott vért azonnal, annak megalvadása előtt visszaadva csökkenthetjük a vérvesztést!)
 - Amennyiben az átjárhatóság nem jó, mérlegelnünk kell egy új dialízis katéter behelyezését (jobb még ilyenkor kicserélni, mint az RRT kezdése után)
 - A fentiek után, hacsaknem azonnal a gépre tesszük a beteget, a szárat az előre töltött fecskendőket használva fiziológiás sóval feltöltjük (ill. leszorítjuk és kupakkal zárjuk)

Az EC körben a beteg vére kihűl, ezért annak **hőmérséklet-kompenzációját** biztosítani kell – az EC kör vénás szarát fűzzük be a melegítőbe és kapcsoljuk azt be; a célhőmérséklet beállításánál az alábbiakra legyünk tekintettel:

- Amennyiben a beteg hypotermiás, a melegítőt állítsuk 40-41 °C értékre
- Amennyiben a beteg normális hőmérsékletét akarjuk fenntartani, 38-39 °C értéket válasszunk
- Amennyiben a beteg hypertermiás / a hűtés a cél, ≤ 37 °C értéket válasszunk
 - Ha gyors hűtést akarunk, átmenetileg ki is kapcsolhatjuk a hőmérséklet-kompenzációt
 - CAVE: az externalizált vér túl alacsony hőmérséklete a filter (és az esetleg azzal sorba kötött hemadszorber) bealadásának esélyét emelheti
- Magasabb véráramlás esetén számoljunk az externalizált vér gyorsabb lehűlésére
- A beteg maghőmérsékletének folyamatos monitorozása kötelező RRT alatt

Az előkészületek után mihamarabb **csatlakoztatni kell a gépet és elindítani a kezelést**. Ha a várakozási idő > 30 perc, újabb priming szükséges

A fentiek után csatlakoztassuk a beteget a géphez a kijelzőn megjelenő **utasításoknak** megfelelően. Ennek alapvető elvei:

- Az EC kör artériás és vénás szárának zárai szorítsuk le
- EC kör artériás szárát csatlakoztassuk a dialízis-katéter artériás szárához
- EC kör vénás szárát csatlakoztassuk a dialízis katéter vénás szárához
- EC kör effluens szárát csatlakoztassuk a gyűjtőzsákhoz
- A priming során használt Y-összekötőt dugózzuk le (amennyiben nem használjuk)
- A Ca-perfúzort csatlakoztassuk egy centrális vénás portra
 - 3 szárú dialíziskatéter esetén az erre dedikált gyógyszeradagoló portra
 - 2 szárú dialíziskatéter esetén
 - Egy dialíziskatétertől különálló CVC egyik portjára (CAVE: ezen keresztül más gyógyszer / infúzió nem áramolhat a betegbe)
 - A dialíziskatéter vénás portjára applikált, nagyáramlású Y elosztó (általában a priming során használt elosztó) egyik szárára (ld. függelék ábrája)
- Oldjuk fel a leszorításokat
- Még egyszer ellenőrizzünk mindent, hogy megfelelő-e!
- Indítsuk el a kezelést

A dialízis katéter ellenőrzése és a csatlakoztatás során legyünk különös tekintettel a centrális vénás kanülökkel kapcsolatos **asepsis-antisepsis elvek** betartására

A kezelés elindítása utáni első fél - egy órában fokozottan figyeljünk a beteg **vitális paramétereire**. Az esetleges vérnyomásesés esetén (ha egyéb ok kizárható) csökkentjük a véráramlás sebességét 50 ml/min-re, majd stabilizációt követően graduálisan (30-60 másodpercenként, 50 ml/min lépésekben) emeljük a kívánt szintre

A kezelés indítása utáni első 1-2 órában fokozottan figyeljünk az iniciálisan beállított **véralvadásgátlás adekvátságára** (részleteket tekintve ld. alább)

11. Kezelés fenntartása alatti teendők

RRT hatékonyságának és biztonságosságának ellenőrzése

RRT alatt rutinszerűen ellenőrzött laborparaméterek

Paraméter	Minta jellege	Mintavétel helye	Mintavétel gyakorisága		Cél
			Kezdetben	Stabilizációt követően	
PiCa (RCA során)	VG (Li-heparinos vagy AC nélküli)	RRT filter utáni kék port	Iniciációt / módosítást követően 5-10 perccel, ill. stabilizációig (egymás után 2 stabil érték) 10 percenként ismételve	4-6 óránként	0,25-0,35 (0,5) mM (Filter / EC kör bealvadásának megelőzése)
PiCa (RCA során)	VG (kötelezően Li-heparinos)	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 1 órával, ill. stabilizációig (egymás után 2 stabil érték) óránként ismételve	4-6 óránként	1,0-1,2 (1,3) mM (Hypocalcaemia elkerülése)
pH	VG	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 1 órával, ill. stabilizációig (egymás után 2 stabil érték) óránként ismételve	4-6 óránként	7,35-7,45
HCO3	VG	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 1 órával, ill. stabilizációig (egymás után 2 stabil érték) óránként ismételve	4-6 óránként	22-26 mM
öCa	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 4-6 órával	24 óránként (citrát intox. gyanú esetén gyakrabban)	2,2-2,6 mM
ö/iCa (RCA során)	öCa: labor iCa: VG	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 4-6 órával	24 óránként (citrát intox. gyanú esetén gyakrabban)	< 2,25 (2,5)
APTI (Heparin AC során)	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	Iniciációt / módosítást követően 4-6 órával	6-12 óránként	1,5-2,0 X nyúlás (Ha csak az EC kör bealvadását akarjuk megelőzni) 2,0-3,0 X nyúlás (Ha terápiás anticoagulációra van szükség szisztémásan)
Anti-FXa aktivitás (LMWH AC során)	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	Vérzéses szövődmény vagy gyakori filter-bealvadás esetén		0,5-1,0 IU/ml
U, Kr, Na, K, Mg, P	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	24 óránként		Normalizáció
PCT / CRP	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	24 óránként		Normalizáció
Hgb	Laborkémiai vizsgálat	Beteg ARC-ből levéve	24 óránként		≥70 (100) g/l

CAVE: beteg ARC-ből levett minták csak akkor értékelhetőek, ha heparinmentes bemosóoldatot alkalmazunk az ARC átjárhatóságának fenntartására

RCA „finomhangolása” PFiCa és PiCa alapján (Kalmar protokoll szerint)

		PFiCa		
		< 0,25 mM	0,25-0,35 (0,5) mM	> 0,35 (0,5) mM
PiCa	< 1,0 mM	Citrát dózis csökkentése (0,5 mM) VAGY Ca-kompenz. emelése (10 %)	Ca-kompenz. emelése (5-10 %)	Citrát dózis emelése (0,5 mM) ÉS Ca-kompenz. emelése (10 %)
	1,0-1,2 (1,3) mM	Citrát dózis csökkentése (0,5 mM)	NINCS TEENDŐ	Citrát dózis emelése (0,5 mM)
	> 1,2 (1,3) mM	Citrát dózis csökkentése (0,5 mM) ÉS Ca-kompenz. csökkentése (10 %)	Ca-kompenz. csökkentése (5-10 %)	Ca-kompenz. csökkentése (10 %) HA 1 h múlva a kontroll PFiCa még magas, AKKOR Citrát dózis emelése (0,5 mM)

CAVE: mivel Prismaflex esetén a Citrátoldat az anticoaguláns hatás mellett predilúciós szubsztitúciós oldat és puffer is, így a citrát dózis változtatása befolyásolja az RRT dózist (0,5 mM citrát-dózis változás kb. 7% Qeff változást generál) és a pH-t is

UFH finomhangolása APTI nyúlás alapján

< 1,5x	1,5-2,0x	2,0-2,4	2,4-2,8x	2,8-3,2x	>3,2x
UFH perfúzor sebességének emelése 50%-kal (max: 20 NE/ttkg/h)	Nincs szükség változtatásra	UFH perfúzor sebességének csökk. 25%-kal	UFH perfúzor sebességének csökk. 50%-kal	UFH leállítása 30 percre, majd újraindítás 50%-kal csökkentett sebességgel	UFH leállítása 60 percre, majd újraindítás 50%-kal csökkentett sebességgel

EC kör nyomásainak (és riasztásainak) értelmezése (potenciális okok)

	Normálérték	Magasabb / emelkedik	Alacsonyabb / csökken	
Mért paraméterek	Arteriás nyomás (Pa) (access pressure) Dialízis katéter artériás szárában uralkodó (vér)nyomás	(-50)-(-150) Hgmm	<ul style="list-style-type: none"> A vérvételi hely pozitív nyomású (pl. ECLS port vagy AV-fistula) és a limit illesztése nem történt meg Dialíziskatéter és EC kör szétcsúszása (zero nyomás) Alacsony Qb nagy átmérőjű dialízis katéter mellett Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Artériás szár nincs felengedve Artériás szár megtörik Kanül artériás nyílása nekifekszik a vénafalnak (gyakori okok: hypovolaemia, a beteg mozgása / mozgatása, intenzív légzőmozgások / köhögés) Alvadék a kanül körül Artériás szár bealvadt Magas Qb kis átmérőjű dialízis katéter mellett Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája
	Vénás nyomás (Pr) (return pressure) Dialízis katéter vénás szárában (pontosabban a légmentesítő kamrában) uralkodó nyomás	50-150 Hgmm	<ul style="list-style-type: none"> Vénás szár nincs felengedve Vénás szár megtörik Kanül vénás nyílása nekifekszik a vénafalnak (gyakori okok: a beteg mozgása / mozgatása, intenzív légzőmozgások / köhögés) Vénás szár bealvadt Magas Qb kis átmérőjű dialízis katéter mellett Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Dialíziskatéter és EC kör szétcsúszása (zero nyomás) Alacsony Qb nagy átmérőjű dialízis katéter mellett Filter bealvadása vagy adszorber obstrukciója Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája
	Filter nyomás (Pf) (filter pressure) A filter előtt (vér)nyomás	100-250 Hgmm	<ul style="list-style-type: none"> Filterhez vezető szár megtöretése Magas return pressure Filter-bealvadása (nyomás hirtelen emelkedése a TMP és a ΔP emelkedésével, ill. a Pe csökkenésével együtt) Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Filter szivárgása vagy rupturája (a vérszivárgás-érzékelő is riaszt ilyenkor) Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája
	Effluens nyomás (Pe) (effluent pressure) Az eltávolított folyadékot (ultrafiltrátumot) a filterből elvezető csőben uralkodó nyomás	50-(-150) Hgmm	<ul style="list-style-type: none"> Filtertől elvezető szár megtöretése Magas return pressure Filter szivárgása vagy rupturája (a vérszivárgás-érzékelő is riaszt ilyenkor) Filterrel sorosan (postfilter) bekötött hemadszorpciós kapszula obstrukciója Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Ha hirtelen esik (a TMP, ΔP és a Pf emelkedésével együtt), az a filter bealvadására utal Ha fokozatos csökkenése a TMP lassú emelkedésével társul, az a filter permeabilitásának csökkenésére (proteinnel való betelítődésére, bevonat-képződésre) utal Szenzor nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája
Kalkulált paraméterek	Transzmembrán nyomás (TMP) $TMP = (Pf+Pr) / 2 - Pe$ A filteren belül a vér-oldal és dializátum-oldal közti nyomás különbsége	< 150 Hgmm (Abszolút érték kevésbé számít, a trend elemzése fontos)	<ul style="list-style-type: none"> Ha hirtelen emelkedik (a Pf és a ΔP emelkedésével, ill. a Pe csökkenésével együtt), az filter-bealvadásra utal Ha lassan nő és ezzel párhuzamosan a Pe egyre negatívabbá válik, az a filter permeabilitásának csökkenésére (proteinnel való betelítődésére, bevonat képződésre) utal Szenzorok nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Filter szivárgása vagy rupturája (a vérszivárgás-érzékelő is riaszt ilyenkor) Szenzorok nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája Filterrel sorosan (postfilter) bekötött hemadszorpciós kapszula obstrukciója
	Nyomásesés (ΔP) (pressure drop) $\Delta P = Pf - Pr$ A filteren belül a vér oldal bemeneténél és kimeneténél mért nyomás különbsége	< 150 Hgmm (Abszolút érték kevésbé számít, a trend elemzése fontos)	<ul style="list-style-type: none"> Filter-bealvadása (nyomás hirtelen emelkedése a TMP és a Pf emelkedésével együtt) Szenzorok nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája 	<ul style="list-style-type: none"> Filter szivárgása vagy rupturája (a vérszivárgás-érzékelő is riaszt ilyenkor) Szenzorok nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája

TMP differenciáldiagnosztikai szerepének tekintetében ld. még függelékelt!

- Teendők alacsony / csökkenő access pressure és magas / emelkedő return pressure esetén
 - Kanül szárai és EC kör csövei esetleges megtöretésének / leszorításának megszüntetése
 - Beteg pozíciójának szsz. optimalizálása
 - Kanül óvatos rotálása 180 fokkal, esetleg visszahúzása 1-2 centiméterrel
 - Hypovolaemia folyadék reaktivitás alapján történő korrekciója
 - Qb átmeneti csökkentése (RCA esetén csak óvatosan)
 - Quf átmeneti csökkentése
 - Artériás és vénás szár megcserélése (CAVE: recirkuláció okozta hatékonyság-csökkenés)
 - Kanül cseréje (végső esetben)
- Teendők filter membránján történő bevonatképződés (**CLOGGING**) gyanúja (TMP graduális emelkedése, effluens nyomás csökkenése, nyomásesés érdemi változása nélkül) esetén
 - Qb emelése
 - Qd emelés mérlegelése
 - Q eff csökkentés mérlegelése
 - Qnet csökkentés / leállítás mérlegelése
 - Filter cseréje (fentiek elégtelensége / relatíve „öreg” filter esetén)
- Teendők filter bealvadás (**CLOTTING**) gyanúja (TMP és nyomásesés gyorsabb emelkedése, effluens nyomás csökkenése) esetén
 - Qnet átmeneti leállítása
 - Predilúció arányának emelése
 - Q eff csökkentés mérlegelése
 - Anticoagulációs rezsim újragondolása
 - Filter cseréje (fentiek elégtelensége esetén)

Mért paraméter	Filter CLOTTING (bealvadás)	Filter CLOGGING (bevonat-képződés)	Hemadszorber obstrukció (postfilter lokalizáció)
ΔP	gyorsan emelkedik	nem változik	emelkedik
TMP	gyorsan emelkedik	lassabban emelkedik	csökken
Pe	gyorsan csökken	lassabban csökken	emelkedik

Clotting / clogging differenciáldiagnosztikája

Vérszivárgás-érzékelő jelzésének értékelése

- VVT / szabad Hgb az effluensben
 - Megerősítő vizsgálat: effluens laboratóriumi vizsgálata
 - Okok:
 - Filter szivárgása / rupturája → csere kötelező!
 - Hemolysis
- Egyéb (fals pozitív jelzés):
 - Myoglobin az effluensben → Rhabdomyolysis / trauma / égés
 - Direkt bilirubin az effluensben → Hyperbilirubinaemia

- Levegő az effluensben
- Szenzorok nem megfelelő illeszkedése, szennyeződése vagy hibája

Légmentesítő kamra ellenőrzése (ld. még függelék)

- Zajló RRT alatt óránként 1x ellenőrzendő és szsz. korrigálandó
- Túl magas szintje zavarhatja a return pressure pontos mérését
- Alacsony szintje a légembólia veszélyével jár
- Nem megfelelő postdilutiós folyadékáramlás (minimum 50 ml/h) a kamrán belüli alvadékképződés, ezáltal a vénás thromboembolia veszélyét hordozza magában (a levegő és a vér közvetlen érintkezése esetén)

Levegő-detektor jelzésének értékelése

- Levegő a vérben riasztás okai:
 - Nem megfelelő illesztés / szétcsúszás az EC körben
 - Nem megfelelő priming
 - Extrém negatív access pressure (ld. fenn)
- Teendők:
 - Okok lehetőség szerinti elhárítása
 - Légmentesítő kamra szintjének szsz. illesztése
 - Végső esetben az EC kör cseréje

Zsák- / fecskendő csere

- Az RRT során használt folyadékok fogyása esetén szsz.
- Dializátor automatikusan jelzi ennek szükségességét
- Kivitelezés során kövessük a dializátor utasításait
- Fokozottan figyeljünk az alábbiakra:
 - Oldatok összecserélésének kerülése
 - Sterilitási szabályok betartása

RRT iránti igény ellenőrzése / deescalatio lehetőségének mérlegelése (naponta)

- Amennyiben a CRRT indikációját képző betegség szignifikánsan javul / gyógyult ÉS
- Vesefunkció is kielégítő / visszatért
 - UO > 0,5 ml/ttkg/h (CAVE: Furosemid Stress Test itt is használható)
 - Folyadéktúlterhelés szignifikánsan javult / nincs (a beteg ödemái lelohadtak)
 - pH norm.
 - SeK norm.
 - U/Kr jelentősen javult / norm.

Gyógyszerdózisok illesztése

- Nincs tökéletes módszer
- Javasolt az RRT által biztosított „GFR”-hez korrigálni a gyógyszer-dózisokat
 - CRRT által biztosított „GFR” $\approx Q_{\text{eff}} \times \text{testtömeg} / 60 \times \text{BSA}$ (pl. Mosteller formulával)
 - iHD esetén a (szsz. telítő dózist követően) fenntartó gyógyszerdózisokat 15-30 ml/min CrCl-nek megfelelő értékre korrigáljuk
- iHD kapcsán javasolt a dializálható gyógyszerek RRT utáni beadása
- Részletesebben ld. a hivatalos gyógyszerleiratokat, ill. internetes adatbázisokat (pl. The Renal Drug Handbook online változata)

Táplálásterápia illesztése

- CRRT alatt számolni kell az alábbi veszteségekkel:
 - Aminosavak
 - Vitaminok
 - Nyomelemek
- CRRT alatti javasolt bevitel:
 - Fehérje: 1,7 g/ttkg/nap
 - Zsír: 1,2-1,5 g/ttkg/nap
 - Szénhidrát: 5-7 g/ttkg/nap
 - Vitamin- és nyomelem-pótlás NAPONTA

Szisztémás anticoagulatio

- UFH vagy LMWH alkalmazása RRT során az EC kör / filter anticoagulatiója céljából biztosítja a szisztémás anticoagulatiót is
- RCA kapcsán a szisztémás thrombosis profilaxist biztosítani kell
- Módszerek (együtt a leghatékonyabbak):
 - Gyógyszeres: subcutan LMWH (vesefunkcióhoz / RRT dózisához illesztve)
 - Mechanicus: (alsó végtagi grádiens-compressió harisnya, pneumatics eszköz, esetleg elektromos stimulátor)

CRI (kanülfertőzés) gyanújeleinek ellenőrzése

- Gyakoribb v. femoralisba helyezett dializiskatéter esetén
- CAVE: láz maszkolása RRT hőmérséklet-kompenzációja által
- Gyulladásos laborparaméterek (PCT és CRP) rendszeres vizsgálata (napi 1x) javasolható
- Keressük a gyull. markerek emelkedésének egyéb okait is → amennyiben ezek kizárhatóak, a dializiskatéter mihamarabbi cseréje javasolt (kanülvég tenyésztésével)

12. Kezelés leállítása

CRRT leállítása

- I. CRRT átmeneti leállítása / felfüggesztése
 - A. Recirkuláció
 - Lehetővé teszi a beteg átmeneti leválasztását a dializáló gépről, ezáltal ITO-n kívüli diagnosztikus / terápiás beavatkozások, esetleg mobilizálás kivitelezését
 - Formái:
 - Vér recirkulációja (**VÉR RECIRK.** opció)
 - A szerelékben és filterben externalizált vér visszaadása nélküli leválasztás
 - Max. 60 perc recirkulációs idő (ez elégséges rövidebb időtartamú, transzportot igénylő diagnosztikus vagy terápiás beavatkozás kivitelezésére)
 - kivitelezéséhez kövesd a dializátor általi utasításokat
 - Fiziológias sóoldat recirkulációja (**SÓOLDAT RECIRK.** opció)
 - A szerelékben és filterben externalizált vér visszaadása (és fiziológias sóoldattal való helyettesítése) utáni leválasztás → CAVE: volumen-terhelés
 - Max. 120 perc recirkulációs idő (ez elégséges hosszabb időtartamú, transzportot igénylő diagnosztikus vagy terápiás beavatkozás kivitelezésére)
 - kivitelezéséhez kövesd a dializáló gép általi utasításokat
 - „Pseudo-recirkuláció” (nem hivatalos eljárás!!!)
 - A szerelékben és filterben externalizált vér visszaadása nélküli leválasztás
 - Max. 15 perc recirkulációs idő (ez elégséges egy dialízis kanül cseréjére)
 - Kivitelezése:
 - 100 ml-es fiziológias sóoldat felhelyezése a gép oldalán levő akasztóra
 - A feltöltésnél használt Y-elosztó insertiója a fenti oldatba
 - A készülék érintőképernyőjén a STOP ikon megnyomása
 - A száraz lezárását követően az EC kör artériás és vénás csövének csatlakoztatása az Y-elosztóra, majd a lefogások oldása
 - CAVE: az EC kör vénás szárának parciális lezárása (az alacsony vénás nyomás miatti riasztás kiküszöbölése miatt)
 - Citrát dózis csökkentése a recirkuláció idejére (az újracsatlakoztatás utáni acut citrát-terhelés megelőzése céljából)
 - Ca-cső lecsatlakoztatása a betegről a recirkuláció idejére (hypercalcaemia elkerülése céljából)
 - A készülék érintőképernyőjén a kezelés folytatása ikon megnyomása

B. Szerelékcsere

- A filter élettartamának végén (max. 72 h / 780 liter folyadékátáramlás után – dializáló gép automatikusan jelzi), a filter áteresztése (Hgb az effluensben) vagy a filter bealvadása esetén, amennyiben folytatni akarjuk a CRRT-t, a filtert cserélni kell
- Az élettartam végén az externalizált vér visszaadása javasolható (**VÉR VISSZA** opció)
- Bealvadás esetén az externalizált vér visszaadása nélkül kell kivitelezni (**LEVÁLASZT** opció)
- Kivitelezéshez kövesd a dializáló gép által adott utasításokat

II. CRRT végleges leállítása / befejezése

- Amennyiben a CRRT indikációját képző betegség szignifikánsan javul / gyógyult és a vesefunkció is kielégítő / visszatért (UO > 0,5 ml/ttkg/h, pH norm., SeK norm., ill. U/Kr norm.) a filter élettartamának végén a CRRT leállítható. A beteg nefrológiai követése javasolt.
- Amennyiben a CRRT indikációját képző betegség szignifikánsan javul / gyógyult, de a vesefunkció rossz / még nem normalizálódott, iHD kezelések beiktatása javasolható nefrológus bevonásával
 - Vesefunkció normalizálódása után iHD kezelések is felfüggeszthetőek, de nefrológiai követés javasolt
 - Amennyiben vesefunkció nem normalizálódik, a beteg krónikus vesepótló programba (iHD vagy PD) való felvétele és nefrológiai gondozása javasolt
- CRRT befejezésének gyakorlati kivitelezése az alábbi formákban történhet:
 - Beteg leválasztása a dializáló gépről az externalizált vér visszaadása nélkül (**LEVÁLASZT** opció)
 - Kötelező a szerelék / filter bealvadása esetén
 - Kivitelezéséhez kövesd a dializátor általi utasításokat
 - Beteg leválasztása a dializáló gépről az externalizált vér visszaadásával (**VÉR VISSZA** opció)
 - Javasolható a filter élettartamának végén, amennyiben nincs a filter / szerelék trombózisára utaló jel
 - Kivitelezéséhez kövesd a dializáló gép általi utasításokat

iHD befejezése

- Amennyiben az iHD indikációját képző betegség szignifikánsan javul / gyógyult és a vesefunkció is kielégítő / visszatért (UO > 0,5 ml/ttkg/h, pH norm., SeK norm., ill. U/Kr norm.) az IHD ritkítható, majd leállítható. A beteg nefrológiai követése javasolt.
- Amennyiben az iHD indikációját képző betegség szignifikánsan javul / gyógyult, de a vesefunkció rossz / még nem normalizálódott, iHD kezeléseket folytatása javasolható nefrológus bevonásával
 - Vesefunkció normalizálódása után iHD kezeléseket is felfüggeszthetők, de nefrológiai követés javasolt
 - Amennyiben vesefunkció nem normalizálódik, a beteg krónikus vesepótló programba (iHD vagy PD) való fel- / visszavétele és nefrológiai gondozása javasolt
- iHD befejezésének gyakorlati kivitelezése az alábbi formákban történhet:
 - Beteg leválasztása a dializáló gépről az externalizált vér visszaadása nélkül
 - Kötelező a szerelék / filter bealvadása esetén
 - Kivitelezéséhez kövesd a dializáló gép általi utasításokat
 - Beteg leválasztása a dializáló gépről az externalizált vér visszaadásával
 - Javasolható amennyiben nincs a filter / szerelék trombózisára utaló jel
 - Kivitelezéséhez kövesd a dializáló gép általi utasításokat

Kezelés leállítását követően a dialízis kanült a szárazra írt térfogatú záróoldattal (Na-citrát 4% - preferált, vagy Taurolidin, Na-heparin, rTPA, urokináz) kell feltölteni a sterilitás szabályainak betartásával!!!

13. RRT-vel kapcsolatos gyakoribb problémák és elhárításuk

Az RRT-hez kapcsolódóan az alábbi szövődményekkel találkozhatunk. (Ezek közül csak a gyakoribb eltéréseket részletezem itt, a továbbiak tekintetében utalok a szakirodalomra)

- Vaszkuláris úttal kapcsolatos komplikációk
 - Vérzés
 - Thrombosis
 - Arteriovenosus fistula
 - Aneurysma
 - HTX
 - PTX
 - Pericardialis tamponade
 - Szívritmuszavarok
 - Légembolia
 - Infekciók (CRI) → **NEM HASZÁLT DIALÍZIS-KANÜLT TÁVOLÍTSUK EL!!!**

- Extracorporalis körrel / filterrel összefüggő komplikációk
 - Légembolia (szerelék nem megfelelő légtelenítése, szétcsúszása miatt)
 - Bealvadás (nem megfelelő AC miatt) → filter / szerelék csere szükséges
 - Membrán ruptura (vér szivárgása az effluensbe) → filter / szerelék csere szükséges
 - Hypothermia (nem megfelelő hőmérséklet-kompenzáció miatt)
 - Bioinkompatibilitás , anafilaxia (manapság ritka)
 - Hemolysis (rollerpumpák fordulatszámával arányos)
 - Mikrobiológiai kontamináció (sterilitási hiba miatt)

- Anticoagulációval kapcsolatos komplikációk
 - RCA
 - Aluldozírózás:
 - Extracorporalis kör bealvadás
 - Túldozírózás:
 - Hypocalcemia
 - Metabolicus alkalosis
 - Hyponatremia
 - Citrát intoxicatio
 - Metabolicus acidosis
 - össz Ca emelkedése mellett ionizált Ca csökken
 - Heparin
 - Aluldozírózás: Extracorporalis kör bealvadás
 - Túldozírózás: Vérzés (leggyakoribb: GIT, intracranialis, műtéti terület)
 - HIT

- Hemodinamikai instabilitás (iHD esetén gyakoribb)
- Dialysis disequilibrium syndroma / agyoedema (iHD kapcsán)
- Elektrolit háztartás zavarai
 - Hypophosphatemia
 - Hypokalemia
 - Hypomagnesemia
 - Hypo- / hypercalcemia
 - Hypo-/hypernatremia
- Sav-bázis háztartás zavarai
 - Metabolicus alkalosis
 - Metabolicus acidosis
- Nutricionális komplikációk
 - Aminosavak és proteinek vesztese
 - Vércukor-háztartás instabilitása
 - Vitaminok és nyomelemek vesztese
- Gyógyszerek (pl. antibiotikumok, vasopressorok) eltávolítása a szervezetből
- Vesefunkció visszatérésének elhúzódása (CRRT esetén gyakoribb)
- Humán faktorból adódó hibák (CAVE: megfelelő képzés, csapatmunka)

RCA-val kapcsolatos mellékhatások

Citrát intoxicatio / accumulatio (citrate gap / lock)

- Ritka (hepaticus dysfunctio nélkül kb. 3%, azzal kb. 12%), potenciálisan veszélyes, nehezebben korrigálható
- Leggyakoribb ok: máj metabolikus aktivitásának súlyos csökkenése, pl.:
 - Parenchymásan decomp. májcirrhosis
 - Máj súlyos hypoperfúziója (shock-liver)
 - Bizonyos intoxicatiók (pl. etilén-glikol, metformin, cián stb.)
- Patomechanizmus: RCA során a szervezetbe jutó citrát nem bomlik el, hanem felhalmozódik ezáltal az alábbi változások jönnek létre:
 - Metabolikus acidosis (citrát felhalmozódása miatti magas anion gap súlyosítja az alapbetegséggel járó acidosist)
 - iCa csökkenése (citrát leköti az iCa-t)
 - öCa emelkedése (citráttal kelátot képző Ca miatt)
- Panaszok lehetnek (leginkább iCa csökkenéséből adódóan, ha iCa < 0,8 mM)
 - Perioralis és végtagi zsibbadás (paraesthesia)
 - Fokozott görcskészség (Chvostek és Trousseau tünetek)
 - Fokozott ínreflexek
 - Hypotonia (artériák dilatációja, ill. csökkent myocard. contractilitás miatt)
 - QT nyúlás, arrythmiák (CAVE: citrát köti a Mg-ionokat is!)
 - Encephalopathia
- Korai felismerés:
 - Újkeletű high anion gap metabolikus acidosis, melyet nem magyaráz az alapbetegség
 - PiCa < 1,0 mM alatt marad tartósan
 - Magas (>140%) / progresszíven növekedő Ca-kompenzációs igény
 - Szérum öCa gyakran > 3 mM
 - Szérum össz és ionizált Ca hányadosa (ö/iCa) > 2,25 (2,5)
- Differenciáldiagnózis: perisztáló metabolikus acidosis okai RRT során
 - RRT beállítás / protokoll hibái
 - Hemodynamikai instabilitás
 - Ritkábban: DKA, toxinok
- Teendők:
 - Enyhébb esetben (ö/iCa 2,25-3,0), HA a beteg állapota (pH, lactate, szisztémás iCa, Ca-kompenzáció) stabil / szignifikánsan javul
 - RCA folytatása mellett a citrát-terhelés csökkentése
 - 1. lehetőség: Citrát dózis csökkentése
 - ✓ 10-20%-os lépésekben (max. 50% csökkentés)
 - ✓ 1 órás equilibráció
 - ✓ Ismételt PFiCa meghatározás

- ✓ Fentiek ismétlése, míg az új cél PFiCa-t (ilyenkor 0,4-0,5 mM) el nem érjük (CAVE: ha PFiCa > 0,5 mM, a filter bealavadásának esélye magas!)
- ✓ 4 óra múlva ö/iCa ellenőrzése
- ✓ Ha ö/iCa nem normalizálódott, lépünk a 2. lehetőségre
- 2. lehetőség: Qb (ezáltal Qbbp) csökkentése
 - ✓ Az 1. lehetőségénél leírt lépéseknek megfelelően
 - ✓ Ha ö/iCa nem normalizálódott így sem, lépünk a 3. lehetőségre
 - ✓ CAVE:
 - Qeff megtartása (Qs emelésével)
 - Qb maradjon > 80 ml/min (ez alatt a filter / EC-kör bealavadásának esélye fokozott)
- 3. lehetőség: citrát eltávolítás fokozása → Qd emelése (az 1. lehetőségénél leírt lépéseknek megfelelően)
- Súlyosabb esetben (ö/iCa > 3,0), ill. ha az enyhe citrát intoxicação nem javul a fenti módosítások mellett 12 óra alatt vagy progresszíven romlik (CAVE: ezek az eltérések gyakran a CRRT-t indokló alapbetegség incurabilitásának / rossz kimenetelnek jelei)
 - RCA leállítása
 - RRT folytatása (citrát-eltávolítása) alternatív AC-módszer választásával
 - Magasabb NaHCO₃-tartalmú oldatok (dializáló / szubsztitúciós) vagy „tömény” NaHCO₃ bolus alkalmazása szsz. (csak akkor, ha pH < 7,10)

Metabolicus alkalosis

- Gyakoribb (RCA alatt, a protokolltól függően incidenciája 23-50%), általában enyhe, könnyen korrigálható
- Okok:
 - **Citrát túldozírozás** (fokozott citrát-terhelés kapcsán a szervezetbe bejutó citrát a májban fokozott mennyiségben alakul bikarbonáttá); ennek hátterében állhat:
 - Eltérés a protokolltól
 - Zsákcserre (citrátos zsák kerül a postfilter substitúciós oldat helyére)
 - Túl magas Qb (magas Qbbp)
 - Túl alacsony Qd
 - Magasabb koncentrációjú citrát-oldat alkalmazása (ekkor általában hypernatraemiával társul)
 - Filter clogging (citrát nem dializálódik)
 - Egyéb, ritkább okok (pl. hypokalaemia, post-hypercapniás alkalosis, kacsdiureticum hatás, steroid hatás, NaHCO₃ túldozírozás stb.)
- Felismerés: rendszeres VG-analízis
- Teendő:
 - Protokolláris hibák kiküszöbölése
 - Citrát-terhelés csökkentése (CAVE: RCA hatékonyságának / filter bealavadás veszélyének figyelembe vétele – PFiCa maradjon 0,5 mM alatt!!!)

- Ha U és Kr elfogadható: Citrát bevitel csökkentése → Qb (ezáltal Qppb) csökk. (1-2 óránként 10-20%-os lépésekben)
- Ha U és Kr még magas: Citrát eltávolítás fokozása → Qd emelése (1-2 óránként 10-20%-os lépésekben)
- Fentiek sikertelensége esetén citrát-dózis óvatos csökkentése
- Alacsonyabb HCO₃-tartalmú oldatok (dializáló / szubsztitúciós) használata
- Filter / EC kör cseréje clogging esetén
- RRT átmeneti felfüggesztése / leállítása (ha a vesefunkciós paraméterek kielégítőek)

Metabolicus acidosis (nem citrát intoxicatio okozta)

- Gyakoribb, könnyebben korrigálható
- Okok:
 - RRT beállítás / protokoll hibái
 - alacsony dialízis-dózis (CAVE: tényleges dózis!)
 - alacsony citrát-bevitel
 - oldat- / zsákcsere
 - Hemodynamikai instabilitás
 - Ritkábban: acidosiszt okozó alapbetegség romlása (pl. szepszis, masszív szövetszétésés, DKA, uraemia, egyéb toxinok hatása)
- Felismerés: rendszeres VG-analízis (ö/iCa kontrollja mellett → citrát intoxicatio kizárása)
- Terápiás lehetőségek:
 - Alapbetegség kezelése
 - Hemodynamica stabilizálása
 - RRT dózis (Q_{eff}) emelése (fokozatosan akár 60 ml/ttkg/h értékig)
 - Citrát bevitel emelése → Qb (ezáltal Qppb) növelése (10-20%-os lépésekben)
 - Magasabb HCO₃-tartalmú RRT-oldatok használata
 - NaHCO₃ (lehetőleg csak súlyos acidosis esetén)

Hypocalcaemia

- Gyakoribb, általában enyhe, könnyen korrigálható
- Ok: általában eltérés a protokolltól
 - Citrát túldozírozás
 - Ca-substitúció aluldozírozás
- Felismerés: rendszeres VG-analízis
 - iCa és ö Ca is csökkent
 - ö/iCa normális
- Teendő:
 - Citrát-terhelés csökkentése (10-20%)
 - Ca-supplementáció emelése (5-10%)

Hypercalcaemia

- Gyakoribb, általában enyhe, könnyen korigálható
- Ok: általában eltérés a protokolltól
 - Citrát aluldozózás
 - Ca-substitúció túldozózás
- Felismerés: rendszeres VG-analízis
 - iCa és ö Ca is emelkedett
 - ö/iCa normális
- Teendő:
 - Citrát-terhelés emelése (10-20%)
 - Ca-supplementáció csökkentése (5-10%)

Hypomagnesaemia

- Oka: citrát Mg-ionokat is köti
- Panaszok lehetnek.
 - Görcsök
 - Fokozott ínreflexek
 - QT-nyúlás, arrhytmiák
- Felismerés: szérum Mg-szint napi követése
- Teendő:
 - (magasabb) Mg-tartalmú dializáló és / vagy substitúciós oldatok alkalmazása
 - Mg-supplementatio (szisztémásan vagy a supplementáló oldatba)

Hypernatraemia

- Manapság már ritka, inkább a régebbi, magasabb citrát, ezáltal magasabb Na-tartalmú RCA-oldatok használata esetén fordult elő
- A jelenleg használt híg citrát-oldatok mellett akkor fordulhat elő (ritkán) hypernatraemia, ha az RRT során nem használunk diffúziós komponenst (pl. CVVH során) és magas Qb-t és / vagy magas citrát-dózist állítunk be

Hypotonia (hemodynamikai instabilitás)

Lehetséges okok RRT kapcsán:

- Gyakoribb:
 - Intravascularis hypovolaemia
 - Vérpumpa sebessége túl gyors (vérvolumen „externalizációja”)
 - Nem megfelelő (túl magas) folyadékeltávolítás (Qnet)
 - Plazma-ozmolalitás (CAVE: urea) túl gyors csökkenése (iHD kapcsán)
 - Interstitiumból történő vascularis visszatelődés (refilling) zavara (pl. interstitium magas ozmotikus / onkotikus aktivitása miatt)
 - Csökkent cardiovascularis kompenzációs rezervkapacitás
 - Időskor
 - Krónikus szívbetegség (szívelégtelenség, cardiomegalia, ISZB)
 - Antihypertenzív / antiarrhythmias medikáció
 - Rossz tápláltsági status (hypoproteinaemia)
 - Autonóm diszfunkció (DM, CVE)
 - Anaemia
 - Nem megfelelően korigált volumenstatus
 - Vazopressor-igény
- Ritkább, de potenciálisan életveszélyes:
 - Vérzés (CAVE: anticoagulatio, GIT-vérzés)
 - Ventil PTX (CAVE: dialízis katéter insertioja)
 - Pericardialis tamponade (CAVE: dialízis katéter okozta perforatio, anticoagulatio)
 - Embolia (thrombo- / lég-)
 - Arrhythmia (CAVE: K/Mg csökkenés, dialízis katéter direkt mechanicus hatása)
 - Anafilaxia (CAVE: filter → újabb magas biokompatibilitású filterek kapcsán ritka)
 - Sepsis (CAVE: dialízis katéterhez társuló CRI)

Teendők:

- Potenciálisan életveszélyes okok felkutatása / megszüntetése
- Trendellenburg helyzet
- Csökkentsük a véráramlás sebességét 50 ml/min-re, majd stabilizációt követően graduálisan (10-20 másodpercenként 50 ml/min lépésenként) emeljük a kívánt szintre
- Folyadék-resuscitáció (CAVE: folyadékreaktivitás alapján, célvezérelten!!!)
- Ca-supplementáció sze.
- Vasopressor (+/- inotrop) indítása / dózis elemése
- Qnet csökkentése (sze. leállítása) / UF-profiling (UF volumen és -ráta tervezése, ill. dinamikus állítása a hemodinamikai statusnak megfelelően)
- Temperature-modelling (testhőmérsékletnél alacsonyabb hőmérséklet-kompenzáció → vasoconstrictív hatás)

Anaemia

Lehetséges okok RRT kapcsán:

- Vérzés (CAVE: szisztémás anticoagulatio kapcsán gyakoribb)
- Haemolysis (pl. rollerpumpák mechanicus károsító hatása)

Teendők:

- Vérzésforrás azonosítása (gyakran GIT-vérzés) és ellátása
- Haemotherapia (Cél Hgb: 70-100 g/l – cardioresp. rezervkapacitástól és szöveti oxigenizációtól függően)

Hypothermia

Ok:

- Hőmérséklet-kompensáció hiánya / nem megfelelő beállítása

Teendő:

- Vérmelegítő (RRT gépbe integrált vagy különálló) megfelelő használata

Spec. megfontolások:

- haszon: cerebroprotekción (pl. postresuscitációs ellátás során)
- kockázat: csökkent myocardialis kontraktilitás, haemostasis zavar, reszketés miatti fokozott O₂ felhasználás / magasabb CO₂ produkció

Hypophosphataemia

Veszélyei:

- Csökkent myocardialis kontraktilitás → hemodynamikailag instabilitás romolhat
- Vázizmok ereje csökken → tartós gépi lélegeztetés / tartós ágyhoz kötöttség

Teendők:

- G1P-supplementatio (dózis: 0,4 mmol/ttkg/nap; 2-4 amp/nap)
- Foszfát tartalmú supplementációs oldatok (pl. Biphozyl, Phoxilium) használata
- RRT dózisének racionalizálása (túl nagy dózisok kerülése)

14. RRT-hez kapcsolható egyéb terápiás modalitások

Az RRT-hez az alábbi egyéb terápiás modalitások kapcsolhatóak:

- Hemoperfusio / hemadszorpció
 - Cytokin-adszorpció (pl. CytoSorb, Jafron HA330)
 - Endotoxin-adszorpció (pl. Toraymyxin)
 - Aktív szén hemadszorpció (pl. Adsorba)
- Terápiás plazmacsaere (TPE)
- Extracorporalis CO₂-eltávolítás → ECCO₂R (pl. PrismaLung)

Cytokin adszorpció

Intézetünkben alkalmazott eszközök:

- CytoSorb kapszula
- Jafron HA-330 kapszula

Indikációk:

- Elsődleges: SZEPSZIS
 - Az adekvát terápia (ld. Surviving Sepsis Guideline) ellenére romló állapot →
 - Hyperinflammatio klinikai jelei
 - Septicus sokk
 - Magas noradrenalin igény (>0,3 ug/ttkg/min)
 - Progresszíven emelkedő vasopressor-igény
 - Kombinált vasopressor igény
 - Lactate-clearance romlása
 - Capillary leakage (masszívan pozitív folyadékgyengülés)
 - Több szervi diszfunkció (MODS)
 - Magas / progresszíven romló gyulladási markerek
 - PCT > 3 ng/l
 - IL-6 > 500 pg/ml
 - Lehetőleg mihamarabbi (12 órán belüli) kezdéssel!!!
- Másodlagos:
 - SIRS (cytokin-vihar) egyéb manifesztációi
 - Cardio-pulmonalis bypass okozta SIRS / Post-CPB syndrome
 - ARDS (primer)
 - Súlyos acut pancreatitis

- Polytraumatizáció
- Súlyos égés
- Postresuscitációs állapot
- Rhabdomyolysis
- Májelégtelenség / Hyperbilirubinaemia

Kontraindikációk:

- Thrombocytopenia: Thr < 50 (hard limit: 20) G/l
- Előrehaladott / incurabilis állapot

„Dozírozás”

- Egy azonos kapszula használatának időtartama:
 - Gyári leirat szerint:
 - CytoSorb: max. 24 h
 - Jafron HA-330: max. 12 h
 - Költség-hatékony alternatíva: egy azon kapszula tovább is használható, amennyiben:
 - Nem mutatja alvadás jeleit
 - A kapszula adszorpciós kapacitása megtartott (vizsgálata: az adszorber által direkt megkötött molekulák – pl. Il-6 vagy PCT – szintjének mérése 12 óránként; amennyiben ezek mérésről-mérésre még szignifikánsan csökkennek, van még adszorpciós kapacitása a kapszulának)
 - CAVE: Masszív cytokin-vihar esetén a kapszula gyakoribb, 6 óránként történő cseréje is szükséges lehet
- Több kapszula is használható egymás után pozitív terápiás hatás esetén, de az új kapszula behelyezése előtt megfontolandó 12-24 h szünet, a thrombocytopenia megelőzése céljából
- A hemadszorpciós kezelés befejezésének kritériumai szepszis kapcsán:
 - Kontrollált hyperinflammáció
 - Vasopressor igény nincs / progresszíven csökken
 - Laktát-szint normalizálódása
 - Folyadék-egyensúly jelentős javulása, oedemák csökkenése
 - Szervfunkciók javulása MODS esetén
 - Légzéstámogatás csökkenthető
 - Javuló vesefunkciós paraméterek
 - Májfunkció / haemostasis javulása
- CAVE: a PCT és cytokin-szintek csökkenése inkább az kapszula még meglévő adszorpciós kapacitásának jelzői, semmint a beteg állapotjavulásának markerei
- A hemadszorpció leállítása után fellépő klinikai romlás felveti a nem megfelelően kontrollált elsődleges széptikus góc vagy másodlagos infekció lehetőségét, ill. a hemadszorpciós kezelés újraindításának szükségességét

Kapszula előkészítése

- Az előkészítés során tartsuk be a sterilitási szabályokat!
- Jafron HA-330
 - Na-heparinos priming kötelező
 - Lépései:
 - Heparinizáció
 - Kapszula zárókupakjának eltávolítása (a csomagolásban mellékelt speciális fogóval), ügyelve arra, hogy a benne levő folyadék ne ömöljön ki
 - Na-heparin (12500 NE / 2,5 ml) direkt befecskendezése a kapszulába (CAVE: sterilitási szabályok; a befecskendezéshez ne használjunk tűt, mivel az megsértheti a resingyöngyök oszlopban tartását szolgáló nylon-hálót)
 - Kapszula zárókupakjának visszahelyezése
 - Kapszula forgatása (20 másodperc alatt, 10x, 180 fokkal a hossz tengelyre merőlegesen) – Na-heparin elosztatása a kapszulában
 - Kapszula pihentetése (30 percig, lehetőleg a kapszula spec. tartókarjára erősítve) – Na-heparin lekötődése az adszorbensre
 - Kapszula légtelenítése és átöblítése (le nem kötődött heparin eltávolítása)
 - Öblítőoldat felakasztása infúziós tartóállványra, standard infúziós szerelék csatlakoztatása és légtelenítése
 - Speciális öblítőszerelék („fiú” végű, artériás / bemeneti szár) csatlakoztatása a fenti infúziós szerelékhez („lány-lány” összekötőn keresztül), és annak légtelenítése
 - Kapszula rögzítése (infúziós állványra vagy a filterre spec. tartó segítségével) a bemeneti (artériás) porttal felfelé
 - Kapszula felül elhelyezkedő zárókupakjának eltávolítása
 - Öblítőszerelék (artériás / bemeneti szár) csatlakoztatása a kapszula nyitott bemenetéhez
 - Kapszula megforgatása 180 fokkal (kimeneti / vénás port néz felfelé)
 - Kapszula felül elhelyezkedő zárókupakjának eltávolítása
 - Öblítőszerelék („lány” végű, vénás / kimeneti szár) csatlakoztatása a kapszula nyitott bemenetéhez
 - Öblítőszerelék (vénás / kimeneti szár) csatlakoztatása egy lefolyócsőhöz (optimális esetben dedikált speciális cső + gyűjtőzsák; ennek hiányában egy levágott cseppkamrájú infúziós szerelék, melyet egy gyűjtőedénybe lógatunk)
 - Öblítőoldat gravitációs átáramoltatása a kapszulán 200-300 ml/min sebességgel, a kapcsok nyitásával (CAVE: a kapszulát ütögessük a perfúzió alatt a légmentesítés elősegítése céljából)
 - Felhasználható öblítőoldat összetétele és volumene:
 - Hivatalos Jafron leirat szerint: 500 ml Glükóz 5% + 3000 ml NaCl 0,9% oldat szükséges
 - Off-label: 2000 ml NaCl 0,9% is elégséges az átöblítéshez

- CytoSorb
 - Na-heparinos priming nem kötelező, DE: ismételt kapszula bealvadás esetén megfontolható
 - Ennek menete kissé eltér a Jafron kapszulától (mivel a CytoSorb alapvetően légmentesített / folyadékkal van tele, nem fecskendezhető bele direkt módon Na-heparin)
 - Heparinizáció:
 - Na-heparin (12500 NE / 2,5 ml) befecskendezése egy 100 ml-es NaCl 0,9% palackba; a palack felakasztása egy infúziós állványra; egy reguláris infúziós szerelék csatlakoztatása, majd annak légtelenítése
 - Speciális öblítőszerelék („fiú” végű, artériás / bemeneti szár) csatlakoztatása a fenti infúziós szerelékhez („lány-lány” összekötőn keresztül), és annak légtelenítése
 - Kapszula rögzítése (infúziós állványra vagy a filterre spec. tartó segítségével) a bemeneti (artériás) porttal felfelé
 - Kapszula felül elhelyezkedő zárókupakjának eltávolítása
 - Öblítőszerelék (artériás / bemeneti szár) csatlakoztatása a kapszula nyitott bemenetéhez
 - Kapszula megforgatása 180 fokkal (kimeneti / vénás port néz felfelé)
 - Kapszula felül elhelyezkedő zárókupakjának eltávolítása
 - Öblítőszerelék („lány” végű, vénás / kimeneti szár) csatlakoztatása a kapszula nyitott bemenetéhez
 - Öblítőszerelék (vénás / kimeneti szár) csatlakoztatása egy lefolyócsőhöz (optimális esetben dedikált speciális cső + gyűjtőzsák; ennek hiányában egy levágott cseppkamrájú infúziós szerelék, melyet egy gyűjtőedénybe lógatunk)
 - Heparinos fizsóoldat gravitációs beáramoltatása a kapszulába
 - Kapszula pihentetése 30 percig (heparin lekötődése)
 - A kapszula átöblítése (felesleges / le nem kötődött heparin eltávolítása), ill. szsz. légtelenítése 2000 ml NaCl 0,9% oldattal az artériás / bemeneti száron keresztül
 - Amennyiben nem történt előheparinizáció, a kapszula átöblítése / légtelenítése akkor is kötelező 2000 ml NaCl 0,9% oldattal a speciális öblítőcsövek és gyűjtőzsák segítségével, gravitációs módszerrel (a Jafron kapszulánál leírt elveknek megfelelően)

Kapszula insertiója az EC körbe

- A behelyezés során tartsuk be a sterilitási szabályokat!
- A behelyezés során akadályozzuk meg, hogy levegő jusson az adszorberbe! (kapszulában levő levegő a légembolia és az adszorber idő előtti bealvadásának veszélyét hordozza magában)
- Ügyeljünk a csatlakozások megfelelő tömítettségére (levegő bejutásának és vér kijutásának megelőzése)!
- A behelyezés végén ellenőrizzük, hogy a kapszulán belüli folyadékáramlás iránya megfelelő legyen (bemenet alul, kimenet felül)!
- Kapszula lokalizációja lehet:

- Prefilter
 - Preferált konfiguráció, mivel így az adszorber kapszula a vér RRT-filterbe jutása előtt köti a gyulladáscsökkentő citokineket (és egyéb anyagokat), így csökkentve a filter-cloggingot / növelve a filter élettartamát
 - Prismaflex készülékekkel (sajnos) nem lehetséges
- Postfilter
 - Prismaflex készüléken csak ez a konfiguráció lehetséges
 - Az RRT-filter élettartamának javítása céljából ilyenkor megfontolandó az első 12-24 órában a filter membránján átáramló folyadék mennyiségének mérséklése (a filtráció intenzitásának / substitúciós folyadék dózisének csökkentésével; így a CVVHDF üzemmódot gyakorlatilag CVVHD-vá alakítjuk)
- Időzítés lehet:
 - RRT indítása kapcsán / EC kör primingjával összekötve
 - Az EC kör priming 1. körét hagyjuk lefutni (CAVE: nem ajánlott az EC kör primingja előtt beilleszteni a kapszulát, mivel ilyenkor nagymennyiségű levegő áramlik át a kapszulán a priming 1. köre során, melynek eltávolítása nagyon körülményes – amennyiben levegő marad a kapszulában, az annak idő előtti bealvadását okozhatja)
 - A kapszula behelyezési helyének megfelelő száraz lefogását követően bontsuk meg az EC kört a Luer csatlakozónál
 - A kapszula légtelenítésére / átöblítésére használt bemeneti és kimeneti szárazakat fogjuk le, és a bemeneti szárhoz csatlakozó infúziós szerelékkel, ill. a kimeneti szárhoz csatlakozó lefolyócsövet távolítsuk el (CAVE: a bemeneti szár „lány-lány” egyenes összekötőjét őrizzük meg, mert a későbbiekben használhatjuk a kapszulacsere során a kapszulában található vér visszaáramoltatása során)
 - Ügyelve a kapszula helyes orientációjára (bemeneti port alul, kimeneti port felül), csatlakoztassuk az EC kör megfelelő szárait
 - Az EC kör és a kapszula bemeneti / kimeneti szárainak lefogását szüntessük meg
 - Indítsuk el az EC kör priming 2. körét (ennek során törekedjünk a kapszula minél tökéletesebb légtelenítésére)
 - Zajló RRT kapcsán
 - Szakítsuk meg átmenetileg az RRT-t (az érintőképernyő STOP gombjának megnyomásával)
 - A kapszula behelyezési helyének megfelelő száraz lefogását követően bontsuk meg az EC kört a Luer csatlakozónál
 - A kapszula légtelenítésére / átöblítésére használt bemeneti és kimeneti szárazakat fogjuk le, és a bemeneti szárhoz csatlakozó infúziós szerelékkel, ill. a kimeneti szárhoz csatlakozó lefolyócsövet távolítsuk el
 - Ügyelve a kapszula helyes orientációjára (bemeneti port alul, kimeneti port felül), csatlakoztassuk az EC kör megfelelő szárait
 - Az EC kör és a kapszula bemeneti / kimeneti szárainak lefogását szüntessük meg
 - Indítsuk újra az RRT-t (FOLYTATÁS gomb lenyomásával)

Kapszula eltávolítása

- Kapszulacsere
 - Szakítsuk meg átmenetileg az RRT-t (az érintőképernyő STOP gombjának megnyomásával)
 - A megfelelő helyeket lefogása után, a kapszula bemeneti szárának megfelelően válasszuk le a kapszulát az EC körről
 - A kapszula bemeneti szárához csatlakoztassunk 500 ml-es infúziós zsákot (előzőleg légtelenített infúziós szerelék segítségével), majd gravitációs módszerrel, nagy sebességgel mossuk vissza a kapszulában található 120-150 ml vért a betegbe (CAVE: a kapszula bealvadása esetén a vér visszaáramoltatása kontraindikált!!!)
 - A megfelelő helyeket lefogása után, a kapszula kimeneti szárának megfelelően is válasszuk le a kapszulát az EC körről
 - Az EC kör szabadon maradó szárait illesszük össze, a lefogásokat oldjuk fel
 - Indítsuk újra az RRT-t (FOLYTATÁS gomb lenyomásával)
 - A kapszulát (a száakkal együtt) távolítsuk el a tartókarról
 - Amennyiben még indikált, 12-24 óra után a korábban leírtaknak megfelelően helyezzünk be új kapszulát az EC körbe

- CRRT leállítása
 - Járjunk el a kezelés leállítása részben (12. fejezet) leírtaknak megfelelően
 - Amennyiben lehetőség van vér visszaáramoltatására (tehát nem bealvadás miatt történik a leállítás), vegyük azt figyelembe, hogy a gép, csak az EC körnek megfelelő volument áramoltatja vissza automatikusan, az adszorber kapszulában maradó vért manuális tudjuk visszaadni (a kézi visszaadás gomb kívánt térfogatig történő folyamatos lenyomásával)

Kapszulával kapcsolatos gyakoribb komplikációk:

- Thrombocytopenia
 - Az adszorber felszínén a vérlemezkék könnyen leköthetnek
 - Megelőzése céljából, ha több adszorbert használunk egymás után, érdemes azok közt 12-24 óra szünetet tartani

- Bealvadás
 - Hajlamosító tényezők:
 - Masszív cytokin-vihar
 - EC-kör nem megfelelő anticoagulációja
 - Alacsony Qb
 - Felismerés:
 - Postfilter kapszula-pozíció esetén a nyomáscsökkenés (ΔP) emelkedése, transzmembrán nyomás (TMP) csökkenése és az effluens nyomás (Pe) emelkedése jellemző
 - Teendő: kapszula cseréje

- Megelőzés:
 - Kapszula gyakoribb cseréje masszív cytokin-vihar esetén
 - Kapszula priming Na-heparinnal
 - EC kör megfelelő mértékű anticoagulációjának biztosítása
 - Qb emelése a cytokin-adsorber alkalmazása alatt (az adszorber nélküli használathoz viszonyítva +50% → 150-250 ml/min, HA a hemodynamica bírja, nincs jelentős hemolysis és, RCA kapcsán, a beteg tolerálja a citrát-terhelés növekedését)
- Gyógyszerek / tápanyagok / vitaminok és nyomelemek adszorpciója
 - Az adszorpció hozzáadódik a filteren keresztüli veszteségekhez (ld. fenn, 11. fejezet)
 - Intravénás lipidek alkalmazása esetén azok előszeretettel lekötiődnek az adszorberre, ami nagyban csökkenti az adszorpció hatékonyságát – a hemadszorber alkalmazása alatt nutricionális lipidek vagy lipid alapú gyógyszerek alkalmazása kerülendő

15. Rövidítések

AC – Anticoagulation / véralvadásgátlás

AKI – Acute Kidney Injury / heveny vesekárosodás

amp. – ampulla

APTI – Aktivált parciális tromboplasztin idő

ARC – Arterial Catheter / artériás katéter

ARF – Acute Renal Failure / heveny veseelégtelenség

ARDS – Acute Respiratory Distress Syndrome / heveny légzési diszstressz szindróma

AN69 – Polyacrilonitril (membrane) / poliakrilnitril (membrán)

AN69ST – Surface-Treated Polyacrilonitril (membrane) / felületkezelt poliakrilnitril (membrán)

AV – Arterio-venózus

AVE – Akut veseelégtelenség

BSA – Body Surface Area / testfelszín

Ca – Kalcium (ion)

CaCl₂ – Kalcium-klorid

CAVE – Figyelj! / Vigyázz!

CiCa – Citrát-Kalcium (antikoaguláció)

Cl – klór (ion)

CO – Cardiac Output / keringési perctérfogat

Con – ellene

CPB – Cardio-pulmonary bypass

CrCl – Creatinin Clearance / kreatinin-clearance

CRI – Catheter-Related Infection / érkatéterhez kapcsolódó fertőzés

CRP – C-reaktív peptid

CRRT – Continuous Renal Replacement Therapy / folyamatos vesepótló kezelés

CVC – Central Venous Catheter / centrális vénás érkatéter

CVE – Krónikus veseelégtelenség

CVVH – Continuous Venovenous Hemofiltration / folyamatos veno-venózus hemofiltráció

CVVHD – Continuous Venovenous Hemodialysis / folyamatos veno-venózus hemodialízis

CVVHDF – Continuous Venovenous Hemodiafiltration / folyamatos veno-venózus hemodiafiltráció

ΔP – Pressure Drop / a filter vér-oldalán a bemeneti és kimeneti nyomás közti különbség

DTI – Direct Trombin Inhibitor

EC – Extracorporeal Circuit / testen kívüli (folyadék)kör

ECCO₂R – Extracorporeal Carbon-Dioxide Removal / testen kívüli széndioxid-eltávolítás

ECLS – Extracorporeal Life Support / testen kívüli szervtámogató kezelés

ECMO – Extracorporeal Membrane Oxygenisation / testen kívüli membrán-oxigenizáció

EKG – Elektrokardiogram

DM – Diabetes Mellitus / cukorbetegség

FIV – IV. véralvadási faktor (kálcium)

FE – folyadék egyenleg / -egyensúly

Fe – Vas (ion)

FF – Filtration Fraction / filtrációs frakció

FST – Furosemid Stress Test

FXa – Aktivált (véralvadási) Faktor 10

FXaI – Aktivált (véralvadási) Faktor 10 Inhibitor

g – gramm

G1P – glükóz-1-foszfát

GFR – Glomerular Filtration Rate / glomeruláris filtrációs ráta

GI – gastrointestinalis

H – hidrogén (ion)

h – óra

HCO₃ – bikarbonát (ion)

Hct – hematokrit

Hgb – Hemoglobin

Hgmm – Higanymilliméter

HIT – Heparin-Induced Thrombocytopenia / heparin-idukálta vérlemezke-hiány

HPO₄ – Foszfát (ion)

HTX – Haemothorax / mellúri vérgyülem

IAP – Intra-Abdominal Pressure / hasúri nyomás

iCa – ionizált kalcium

ICP – Intra-Cranial Pressure / koponyaúri nyomás

iHD – Intermittent HemoDialysis / intermittáló hemodialízis

ill. – illetve

INR – International Ratio (protrombin időre vonatkozóan)

ITO – Intenzív Terápiás Osztály

K – Kálium (ion)

kDa – kilodalton

kg – kilogramm

Kr – Kreatinin

Kt/V – A dialízis hatékonyságát / dózisát kifejező formula (K: dializátor által generált urea-clearance; t: dialízis időtartama; V: urea megoszlási térfogata a szervezetben)

Lac – laktát

ld. – lásd!

l.d. – jobb oldal

Li – Litium (ion)

LMWH – Low Molecular Weight Heparin / alacsony molekulatömegű heparin

l.s. – bal oldal

mg – milligramm

ug – mikrogramm

Mg – Magnézium (ion)

min – perc

min. – minimum

mM – millimol / liter

Mn – Mangán (ion)

MOF – Multi-Organ Failure / többszervi elégtelenség

Na – nátrium (ion)

NE – Nemzetközi Egység

öCa – Össz-kalcium (vérben)

ö/iCa – Össz- és ionizált kalcium aránya (vérben)

P – Foszfor (ion)

PAES – Polyarylethysulfone (membrán)

PBP – Pre Blood Pump / PBP-oldatot (általában citrát-tartalmú) a beteg felől érkező vérbe juttató pumpa a dializátoron (Prismaflex gépben)

PCT – prokalcitonin

PD – Peritoneal Dialysis / peritoneális dialízis

PFiCa – Poszt-filter ionizált kalcium-szint (RCA során a citrát-dózis kontrolljára használt paraméter)

pH – Power of Hidrogen / a hidrogénion koncentráció természetes alapú negatív logaritmus

PiCa – Páciens ionizált kalcium-szint (RCA során a kalcium-pótlás kontrolljára használt paraméter)

Pro – mellette

PTX – Pneumothorax / légmell

Qb – Véráramlás sebessége a dializátorban

Qd – Dialízis-folyadék áramlási sebessége a dializátorban

Qeff – Össz-kifolyó folyadék; folyamatos művesekezelés „dózisa”

Qnet – „Nettó” ultrafiltrátum; beteg folyadékeltávolítás

Qpbb – Folyadékáramlás sebessége a dializátor pre-blood pumpájában (PBP)

Qs – Szubsztitúciós folyadék áramlási sebessége a dializátorban

Quf – Össz-ultrafiltrátum

RCA – Regional Citrate Anticoagulation / regionális citrát antikoaguláció

RCT – Randomised Controlled Trial / randomizált és kontrollált vizsgálat

RRT – Renal Replacement Therapy / vesepótló kezelés

SCUF – Slow Continuous Ultrafiltration / lassú folyamatos ultrafiltráció

Se iCa – szérumban mért ionizált kalcium-szint

Se K – szérumban mért kálium-szint

Se Lac – szérumban mért laktát-szint

Se Mg – szérumban mért magnézium-szint

Se P – szérumban mért foszfor-szint

SIRS – Systemic Inflammatory Response Syndrome / szisztémás gyulladási válasz szindróma

SLED – Sustained (Slow) Low-Efficiency (Daily) Dialysis / Tartós (lassú) alacsony-hatékonyságú (naponta végzett) dialízis

Thr – Thrombocytá / vérlemezke

TMP – Transmembran Pressure / a dialízis filteren belül, a vér- és a folyadék-oldal közti nyomáskülönbség

TPE – Therapeutic Plasma Exchange / terápiás plazmacsere (plazmaferezis)

ttkg – testtömeg-kilogramm

U – Urea (karbamid)

UFH – Unfractionated Heparin / nem-frakcionált heparin

UO – Urin Output / vizeletkiválasztás

v. – véna

VC – Vércukor(szint)

VG – vérgáz(analízis)



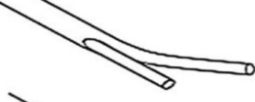



vv. – vénák

VVT – vörösvértest

16. Felhasznált / javasolt irodalom

- **KDIGO** adatbázis vonatkozó részei: <https://kdigo.org/guidelines/acute-kidney-injury/>
- **The Renal Association** adatbázis vonatkozó részei: <https://renal.org/wp-content/uploads/2017/07/FINAL-AKI-Guideline.pdf>
- **Acute Dialysis Quality Initiative** adatbázis (<http://www.adqi.org/>)
- **Kidney International** adatbázis (<https://www.kidney-international.org/>)
- **Nature** folyóirat internetes adatbázisának vonatkozó részei: <https://www.nature.com/subjects/acute-kidney-injury/nr neph>
- **Nature** folyóirat internetes adatbázisának vonatkozó részei: <https://www.nature.com/subjects/acute-kidney-injury/nr neph>
- **UpToDate** adatbázis vonatkozó részei:
 - <https://www.uptodate.com/contents/overview-of-the-management-of-acute-kidney-injury-aki-in-adults>
 - <https://www.uptodate.com/contents/continuous-renal-replacement-therapy-in-acute-kidney-injury>
 - <https://www.uptodate.com/contents/prescription-of-continuous-renal-replacement-therapy-in-acute-kidney-injury-in-adults>
 - <https://www.uptodate.com/contents/anticoagulation-for-continuous-renal-replacement-therapy>
 - <https://www.uptodate.com/contents/drug-removal-in-continuous-renal-replacement-therapy>
 - <https://www.uptodate.com/contents/renal-replacement-therapy-dialysis-in-acute-kidney-injury-in-adults-indications-timing-and-dialysis-dose>
 - <https://www.uptodate.com/contents/acute-hemodialysis-prescription>
- Bagshaw. **Current state of the art for renal replacement therapy in critically ill patients with acute kidney injury**. Intensive Care Med 2017; Republished March 13th
- Neri. **Nomenclature for renal replacement therapy in acute kidney injury: basic principles**. Crit Care 2016;20(1):318
- Villa. **Nomenclature for renal replacement therapy and blood purification techniques in critically ill patients: practical applications**. Critical Care 2016;20:283
- Ricci. **Renal Replacement Therapy**. F1000Research 2016, 5(F1000 Faculty Rev):103
- Ronco. **Renal replacement therapy in acute kidney injury: controversy and consensus**. Critical Care 2015;19:146
- Iqbal. **Renal Replacement Therapy in Critically Ill: Current Trend and New Direction**. Bangladesh Crit Care J March 2015;3(1):17-21
- Arulkumaran. **Management of the dialysis patient in general intensive care**. British Journal of Anaesthesia 2012;108(2):183–92
- Leung. **Renal replacement therapy in critically ill patients**. Hong Kong Med J. 2009 Apr;15(2):122-9.
- John. **Renal Replacement Strategies in the ICU**. Chest 2007 132:1379-1388

17. Függelék

	Advantages	Disadvantages
 <p>a. Pointed catheter</p>	- easy introduction	- recirculation - side hole: parietal suction
 <p>b. Multiperforated pointed catheter</p>		- multiple side holes: turbulences
 <p>c. Split tip catheter</p>	- less recirculation - laminar flow	- difficult insertion
 <p>d. Multiperforated split tip catheter</p>		- multiple side holes: turbulences
 <p>e. Step tip or shotgun catheter</p>	- less recirculation	
 <p>f. symmetric or side-by-side catheter</p>	- less recirculation - lumen inversion allowed	

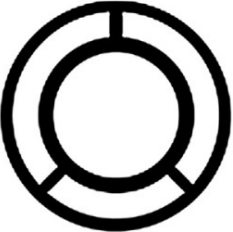
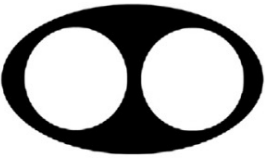
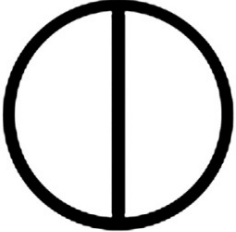
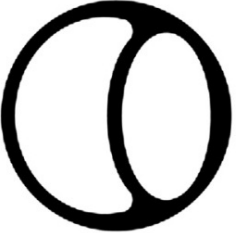
Különbféle kanülvég kialakítások – preferált: e. vagy f.

(forrás: K. Boubes et al.: New directions ensuring catheter safety. ACKD, vol 27, issue 3, P228-235, may 01 2020)



Kanülvég éren belüli elhelyezkedésének jelentősége: ha az oldalnyílás nekifekszik a vénafalnak, az adott esetben (pl. intravasculáris hypovolaemia) az artériás száron keresztüli vérvétel nehézségét / kivitelezhetetlenségét okozhatja – megoldás: kanül elforgatása 180 fokkal

(kép forrása: L. Hurliaux et al.: Haemodialysis catheters in the intensive care unit. Anaesth Crit Care Pain Med. 2017 Oct;36(5):313-319.)

	Előny	Hátrány
 a. Co-axial	Kis külső átmérő	Kis artériás lumen Nagy kontaktfelület Éles szögek
 b. Double-O	Nagy belső lumenek Nincsenek éles szögek	Nagy külső átmérő
 c. Double-D	Kis kontaktfelület	Éles szögek
 d. Cycle-C	Kis külső átmérő Nincsenek éles szögek Artériás lumen átmérő > Vénás lumen átmérő	

Kanülszár kialakításának jelentősége

Dialysis Catheters Short Term

**High Flow
Double Lumen
11 Fr.**



+ shotgun tip
+ less clotting

2 szárú átmeneti dialíziskatéter, „shotgun” kialakítás

(Forrás: <https://www.joline.de/en/produkte/dialysis/short-term-products/>)

Dialysis Catheters Short Term

**High Flow
Triple Lumen
13,5 Fr.**



+ unique tip design
+ less clotting

3 szárú átmeneti dialíziskatéter, dedikált porttal a Ca-supplementatio számára

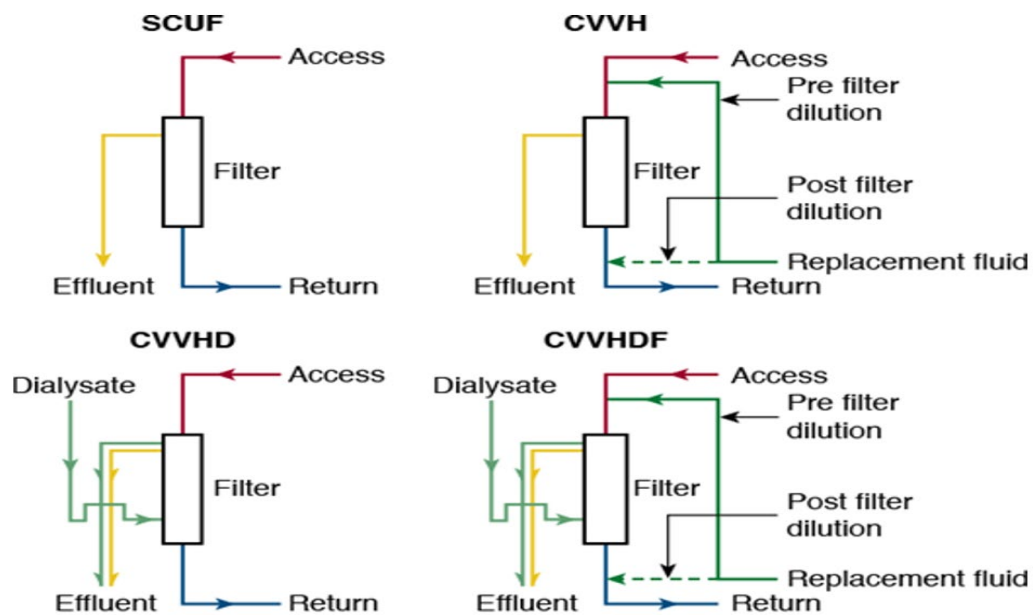
(Forrás: <https://www.joline.de/en/produkte/dialysis/short-term-products/>)

Diffúzió	Konvekció	Adszorpció
Szerves savak Ketontestek, laktát, citrát N bomlástermékek karbamid, kreatinin Ionok Na, PO ₄ , K, Cl, Mg, Ca, nyomelemek	Vitaminok B, C Gyógyszerek Szerves savak glükóz, húgysav, bilirubin Nehézfémek Ag, Cd, Au, Hg, Pb	Albumin + ami hozzá kötött! Gyógyszerek Citokinek IL-1a, -6, -10, -18, GCSF, IFN, TNFR, TGF-β Proteinek Myoglobín, PCT, tripszin, amiláz, lipáz
5 10 50 100	500 1000 5000	10000 50000 100000 (Dalton)

Az extracorporális kezelések különféle mechanizmusaival eltávolítható anyagok

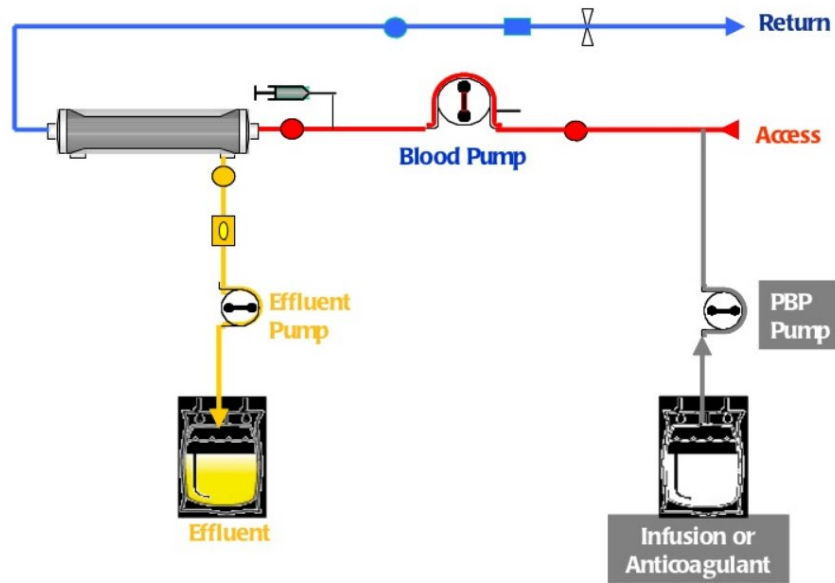
(Kiegészítés 1.: bár a foszfát elvileg dializálható, de, a gyakorlatban konvekcióval jobban eltávolítható)

(Kiegészítés 2.: a citokinek és myoglobín eltávolítása céljából a konvekció is használható, de az adszorpció sokkal hatékonyabb)



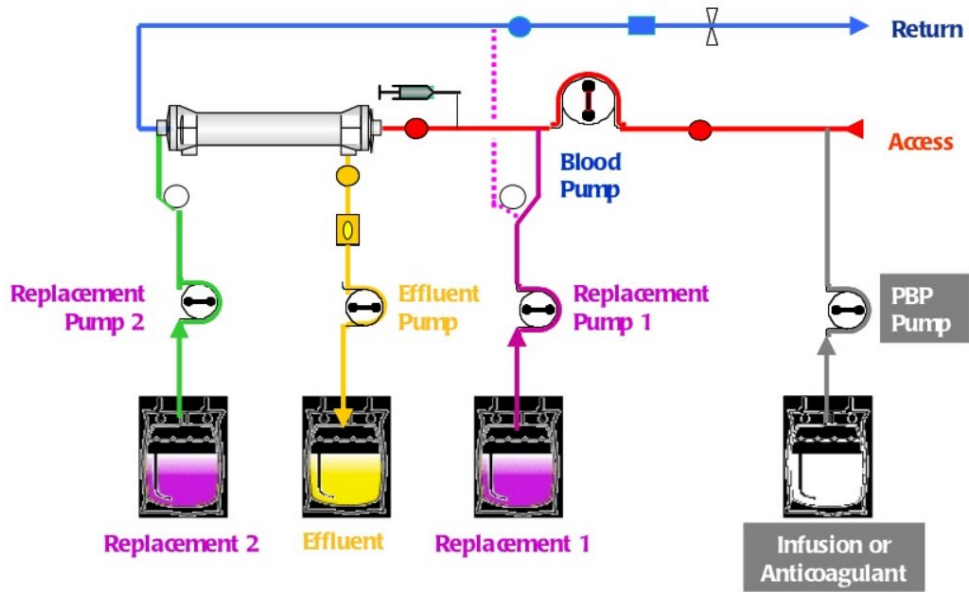
CRRT modalitások általános sémái

Forrás: <https://accessanesthesiology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=572§ionid=42543801>



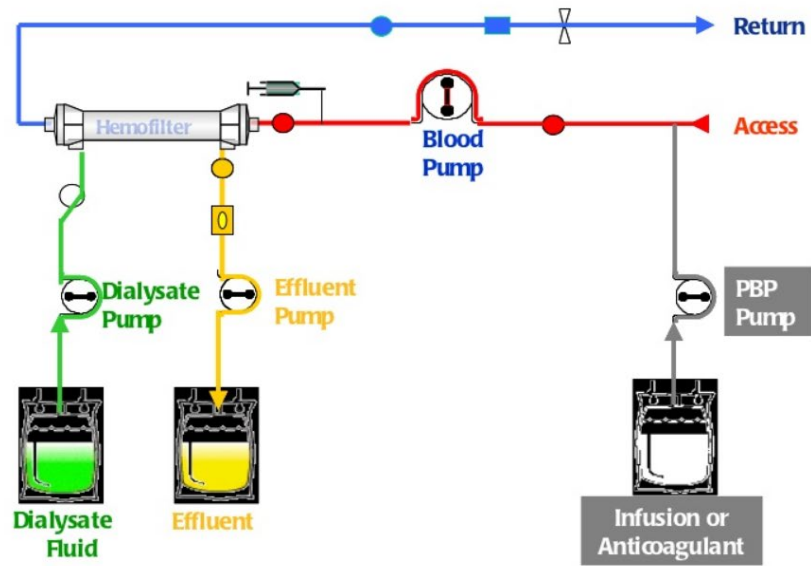
GAMBRO

Prismaflex SCUF séma



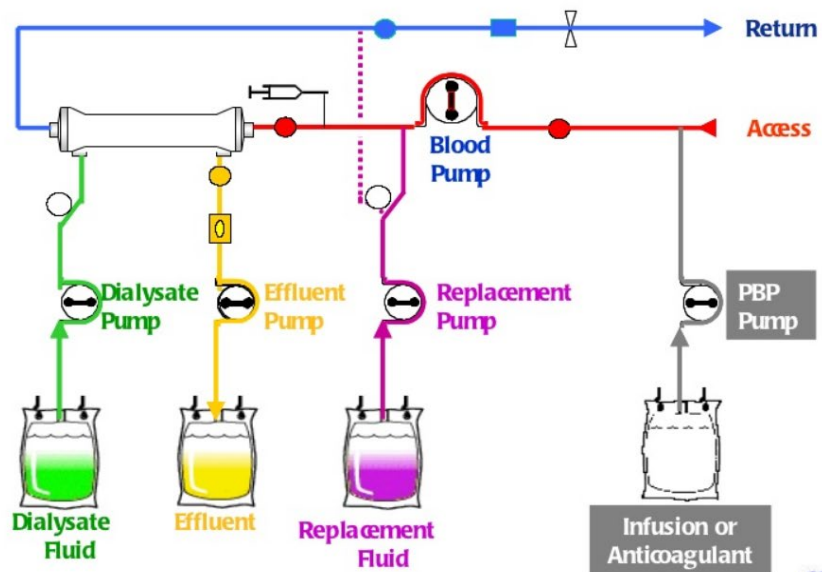
GAMBRO

Prismaflex CVVH séma



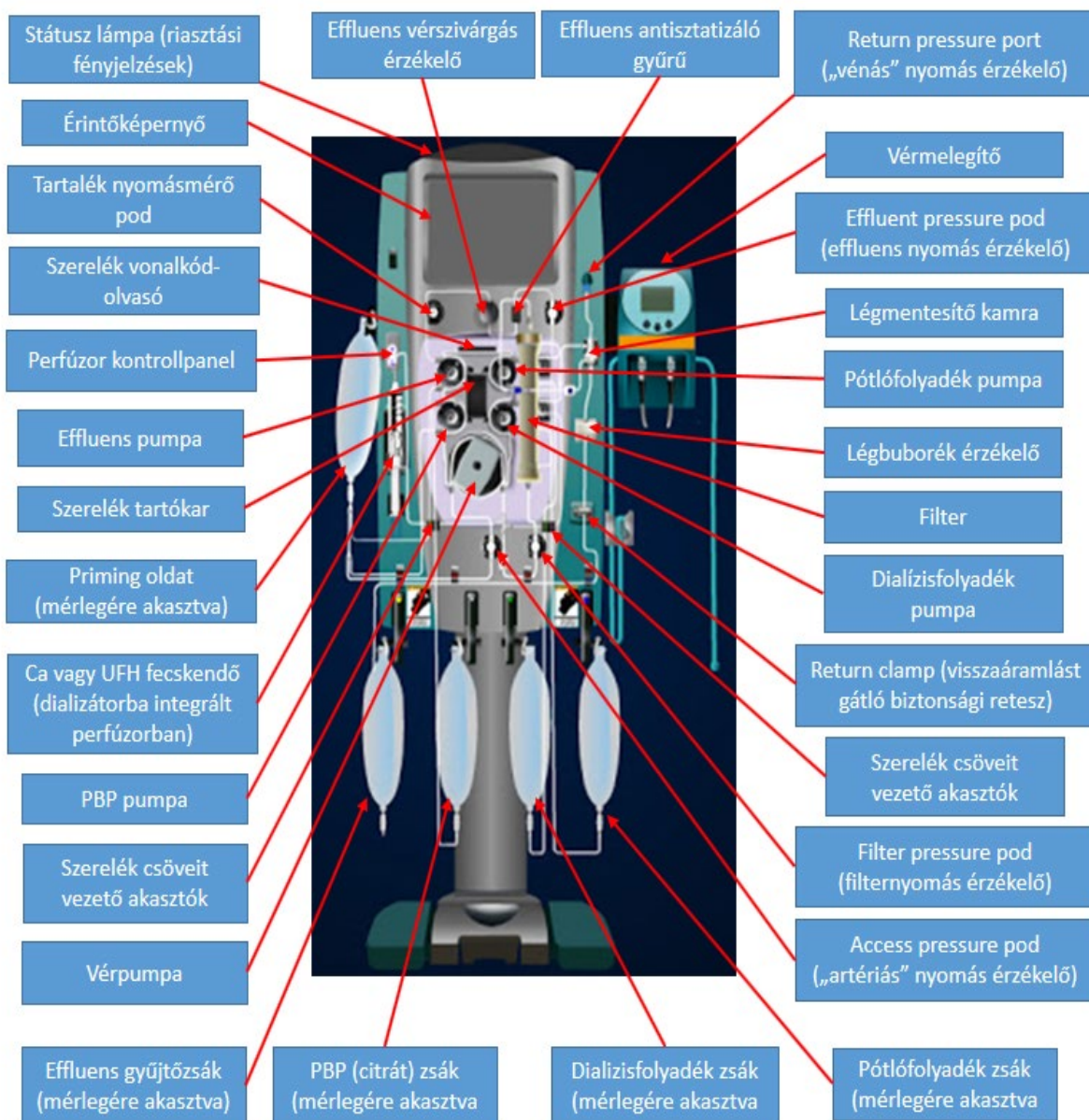
GAMBRO®

Prismaflex CVVHD séma

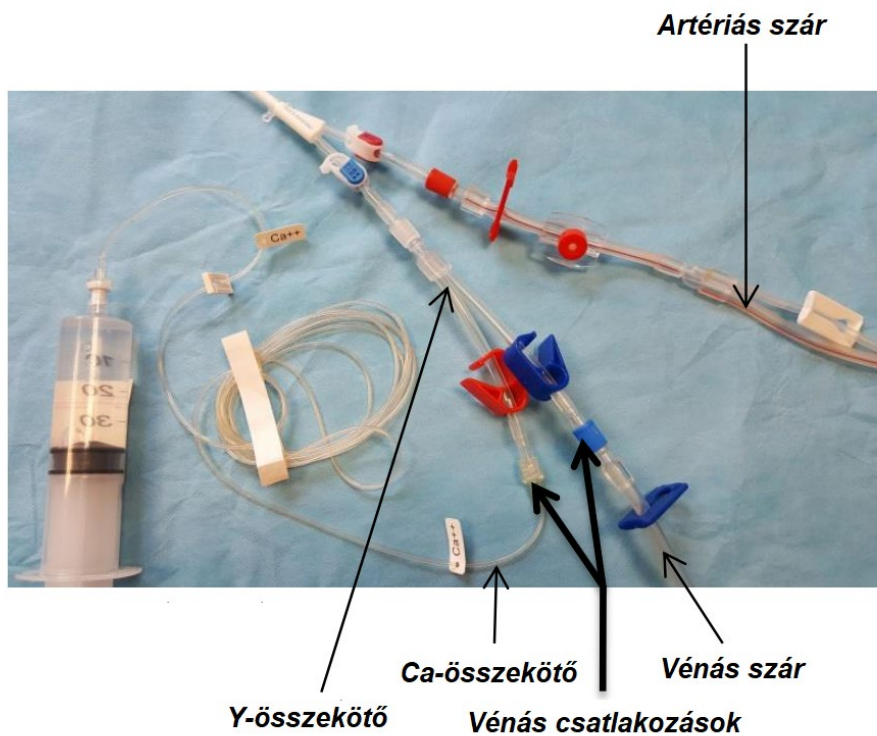


GAMBRO®

Prismaflex CVVHDF séma

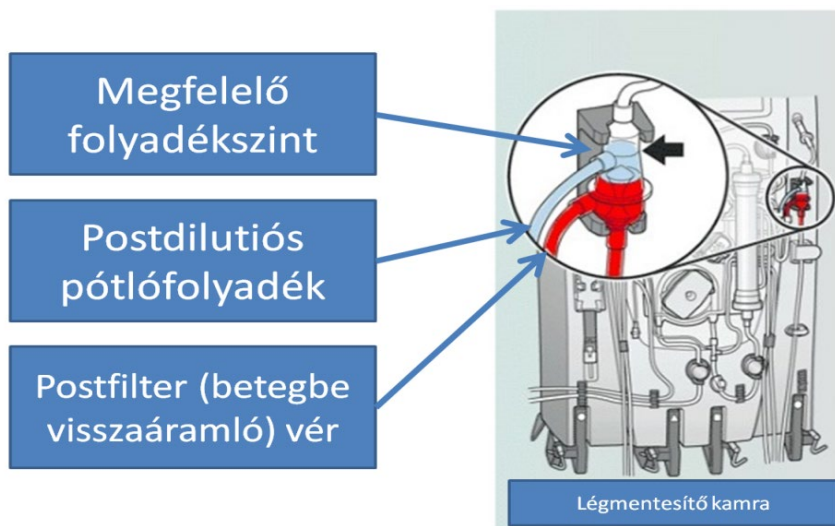


Prismaflex dializátor főbb részei

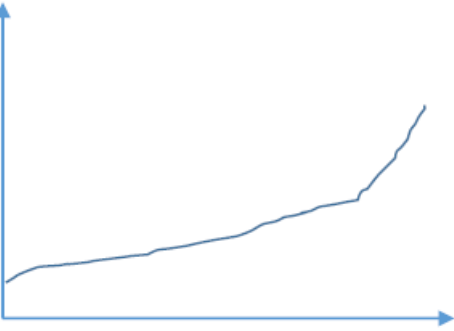

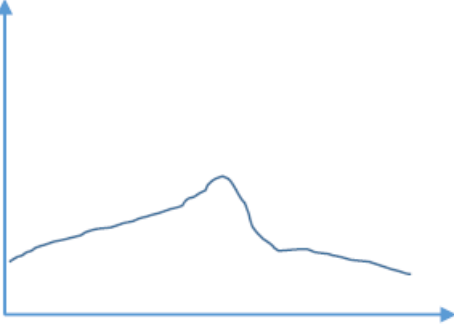
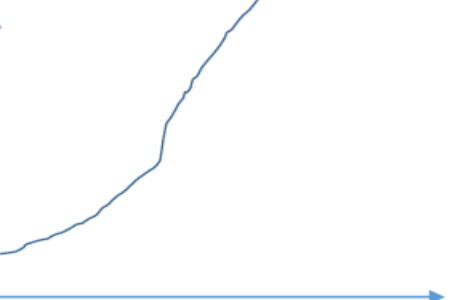


Y-összekötő racionális felhasználása 2 szárú dialíziskatéter alkalmazása esetén

(Forrás: http://www.bucksformulary.nhs.uk/docs/Guideline_404FM.pdf)



Légmentesítő kamra ellenőrzése CRRT alatt

TMP diagramm (nyomás/idő)	Leírás	Okok
<p>A</p> 	<p>Nyomás lassabb, fokozatos emelkedése</p> <p>(általában a pressure drop jelentős emelkedése nélkül)</p>	<p>A membrán fokozatos „elhasználódása” – lényege: pórusok betömeszelődése különféle proteinek által (CLOGGING)</p>
<p>B</p> 	<p>Nyomás paroxismális emelkedése, majd csökkenése</p>	<p>RRT visszatérő, ált. kanülproblémából adódó megakadása</p>
<p>C</p> 	<p>Nyomás csökkenése</p> <p>(általában a pressure drop emelkedésével)</p>	<p>Hemofilter membrán leakage</p> <p>(CAVE: vérszivárgás riasztás aktív ilyenkor)</p> <p>Hemadszorpció kapszula (postfilter lokalizációban) bealvadása</p>
<p>D</p> 	<p>Nyomás gyors emelkedése</p> <p>(általában a pressure drop jelentős, párhuzamos emelkedésével)</p>	<p>Filter bealvadása (CLOTTING)</p>

TMP használata az RRT során jelentkező problémák differenciáldiagnosztikájában



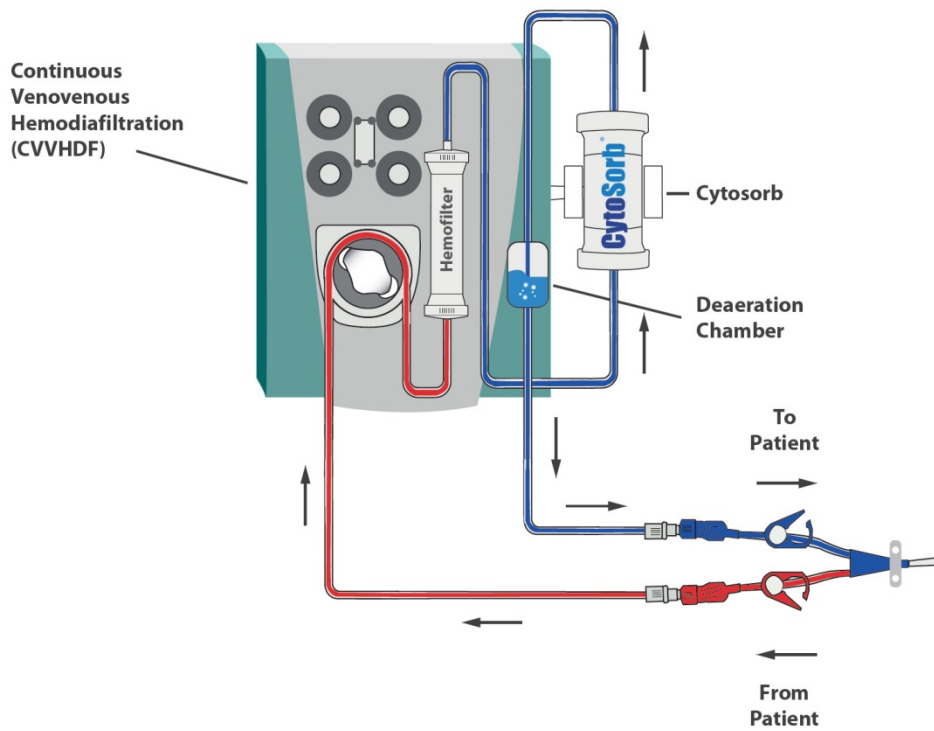
Hemadszorber kapszula *bemeneti* szár (Jafron)

(egyik végén „lány” DIN végződés, a másikon „fiú” Luer csatlakozó és „lány-lány” egyenes összekötő)



Hemadszorber kapszula *kimeneti* szár (Jafron)

(egyik végén „lány” DIN végződés, a másikon „lány” Luer csatlakozó)



Postfilter hemadszorpció sémája

(kép forrása: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/aor.14047>)



Postfilter behelyezett hemadszorpció kapszula