

Définition: Epuration plasmatique à l'aide d'une membrane semi-perméable ne laissant passer ni les protéines volumineuses, ni les cellules sanguines.

Principes de fonctionnement:

- **Diffusion:** Hémodialyse
- **Convection:** Hémofiltration
- **Adsorption:** Fixation à la membrane semi-perméable

Types d'EER selon leur durée:

- **Intermittente** (HDI): 1 à 9h
- **Continue** (CVVH, -HD, -HDF)

Indications de l'EER

Indications urgentes:

- Hyperkaliémie avec modification ECG. ou $> 6,5$ mmol/L
- OAP de surcharge oligo-anurique
- Acidose métabolique ($\text{pH} < 7,15$) oligoanurique

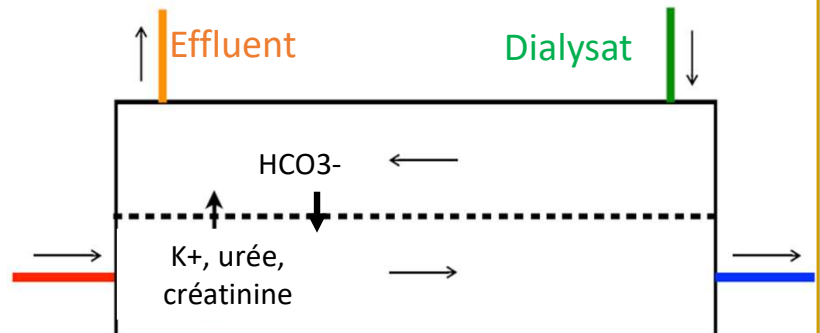
Indications relatives:

- Urée > 40 mmol/L si mal tolérée
- Hypercalcémie grave $> 4,5$ mmol/L
- Syndrome de lyse tumoral
- Toxiques dialysables : lithium, aspirine, metformine, dépakine, éthylène glycol, méthanol (selon le contexte)

Hémodialyse: Principe diffusif

Principe: Application d'un gradient de concentration de part et d'autre de la membrane. Diffusion des ions et molécules vers sang ou effluent (du plus vers le moins concentré).

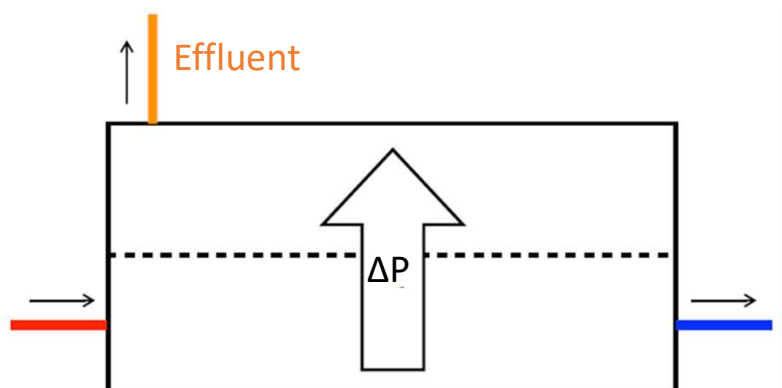
Mode: Application possible en EER intermittente ou continue.



Hémofiltration: Principe convectif

Principe: Application d'un gradient de pression de part et d'autre de la membrane. Extraction d'un ultra-filtrat (effluent), remplacé par un liquide de substitution (hors perte patient).

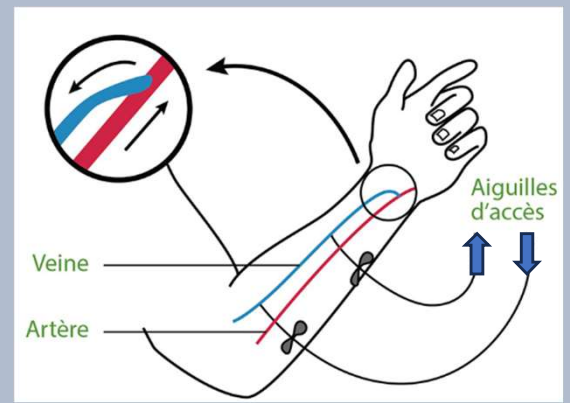
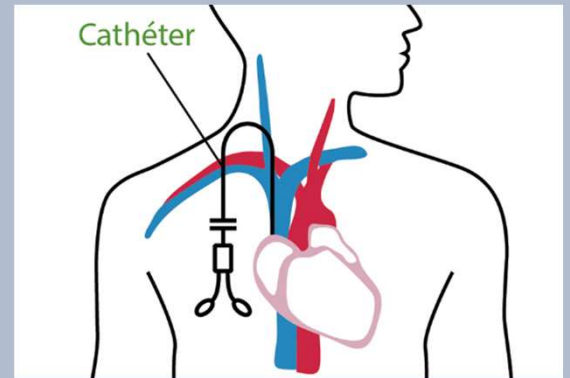
Mode: Principalement en EER continue, UF/dépuration en HDI.



Principe: Aspiration et ré-injection de sang au moyen d'un cathéter double lumière inséré dans une veine de gros calibre, ou utilisation d'une fistule artério-veineuse.

Classification des voies d'abord:

- **Cathéter courte durée 16-20-25cm:** Deux lumières avec voie proximale (artère) et distale (veine).
- **Cathéter longue durée (Canaud):** utilisé plusieurs mois/années. Deux lumières avec terminaison double.
- **Fistule artério-veineuse:** Au niveau du membre sup. (bras ou avant-bras)



Cathéters de courte durée: sites d'insertion

1^{ère} intention: Jugulaire interne droite

Cathéter de 16cm de longueur

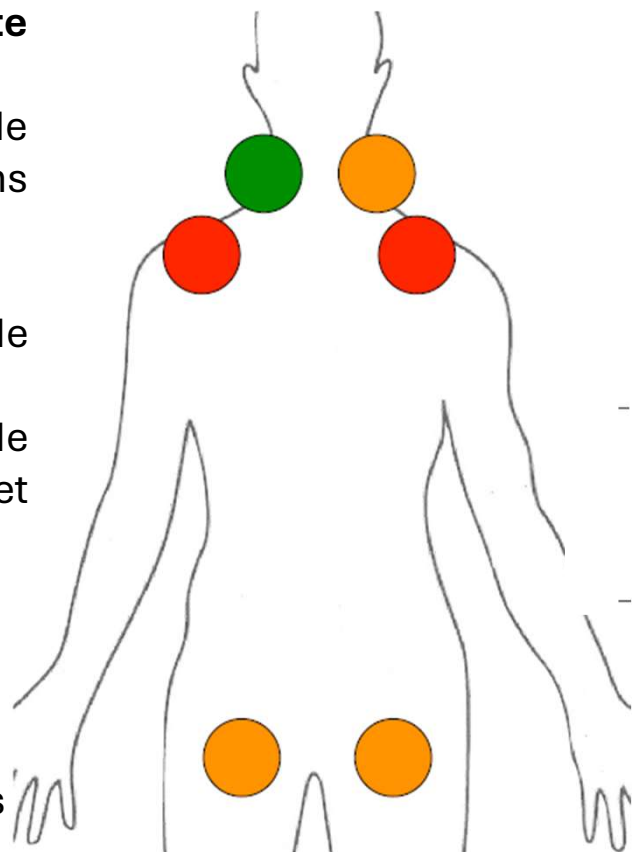
Avantages: moins de dysfonction de cathéter, peu de complications infectieuses.

2^{ème} intention: Deux choix possibles

- **Fémorales:** cathéter de 25 cm de longueur (extrémité dans la VCI)
- **Jugulaire interne gauche:** cathéter de 20 cm de longueur (si patient obèse et jugulaire interne droite non disponible)

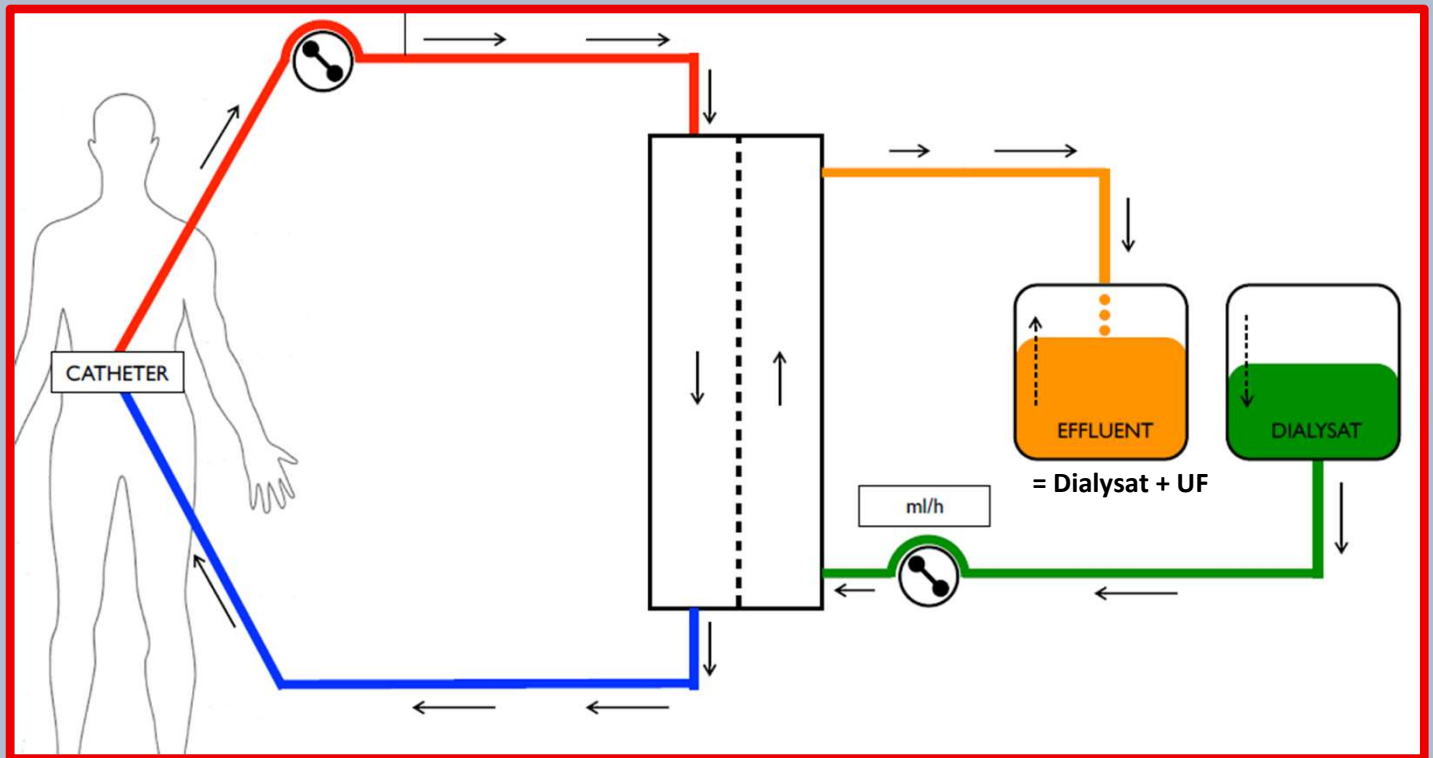
Attention: Voies à privilégier si:

- **Instabilité tensionnelle:** fémorale
- **Trouble de coagulation:** fémorales
- **Hyperkaliémie menaçante:** fémorales
- **Patient obèse:** jugulaires internes



Principe: Séance d'épuration extra-rénale de durée limitée (≤ 9 h), reposant sur le principe diffusif (hémodialyse).

A privilégier si: Molécule à épurer rapidement (hyperK, hyperCa, toxique...), dialyse chronique/subaiguë, hémodynamique stable (Choix de la technique HDI/Continue selon les habitudes du service).



Protocole HDI en réanimation au CHV

Débit sanguin: 150-300mL/min selon la tolérance hémodynamique

Débit de dialysat: Autoflow (Débit sanguin x1,2). Peut aller de 100 à 1000mL/min.

UF ou Perte patient: 10-13mL/kg/h maximum (Selon volémie et tolérance clinique)

Durée: Généralement 4h (De 1h à 9h selon indication et tolérance).

Paramètres ioniques:

- Conductance (Na): 145-150 mmol/L (Natrémie + 5 mmol/L, 127 à 151 mmol/L)
- Potassium (K): 1 mmol/L ou 3 mmol/L selon kaliémie
- Bicarbonate de sodium (HCO_3^-): 28 à 40 mmol/L selon pH et HCO_3^-

Température: +0°C si patient conscient, -0,2°C/h si choc, +0,2°C/h si hypothermie

Anticoagulation: Selon le risque hémorragique

- Risque faible: Enoxaparine 100 UI/kg au branchement + 50 UI/kg après 4h
- Risque modéré: Enoxaparine 50 UI/kg au branchement + 25 UI/kg après 4h
- Risque élevé: Rinçage par 120 mL de NaCl 0,9% toutes les 30 min

⚠ Protocole HDI si état de choc: Débit sang 150mL/min, Temp -2°C, pas d'UF, Conductance 150 mmol/L, HCO_3^- et K^+ selon biologie

Principe: L'efficacité d'une séance d'épuration extra-rénale intermittente peut être évaluée par **trois méthodes**:

- Le rapport Kt/V de l'urée
- Le taux de réduction de l'urée
- La dialysance ionique

Rapport Kt/V de l'urée

Variables:

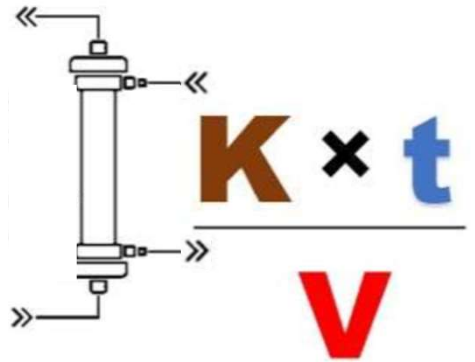
- **K = Clairance de l'urée** (C effluent / C plasma)
Norme = 0,175 L/min.
- **t = Durée de la séance d'EER** en minutes
- **V = Volume de distribution de l'urée**: Correspond à l'eau totale = Poids x 0,6

Objectif: $Kt/V > 1,4$ par séance

L'objectif est à paramétrer en début de séance d'HDI.

Avantage: Calculé en temps réel par la majorité des dialyseurs, permettant d'adapter la durée d'EER.

Désavantage: Développé pour la dialyse chronique. Le volume de distribution de l'urée est modifié chez le patient de réanimation (œdèmes..) et en cas d'IRA.



Taux de réduction de l'urée (TRU)

Principe: L'efficacité de la séance d'EER est proportionnelle à la réduction d'urée

Formule: Taux de réduction d'urée (TRU) = $(U_{\text{pré}} - U_{\text{post}} / U_{\text{pré}}) \times 100$

- $U_{\text{pré}}$ = Urée plasmatique pré-dialyse
- U_{post} = Urée plasmatique post-dialyse

Objectif: TRU $\geq 70\%$ (Au moins 50%)

⚠ En cas d'urée très élevée (> 60 mmol/L), la réduction de l'urée ne doit pas dépasser 20 mmol/L lors de la 1^{ère} séance d'EER (risque d'œdème cérébral)

Désavantage: Etablit l'efficacité de l'EER a posteriori de la séance.

Dialysance ionique (Kt)

Principe: Mesure la dialysance de l'urée par extrapolation à celle du sodium. Le dialyseur fait varier la conductance du sodium à l'entrée du filtre, et la mesure en sortie de filtre. Il en déduit la dialysance sodique et donc de l'urée.

Objectif: Kt = **0,85 L/kg**

Avantage: On s'affranchit des approximations liées au volume de distribution de l'urée dans l'insuffisance rénale aiguë (défaut du Kt/V).

EER continue: CVVH

Continuous Veno-Venous Hemofiltration

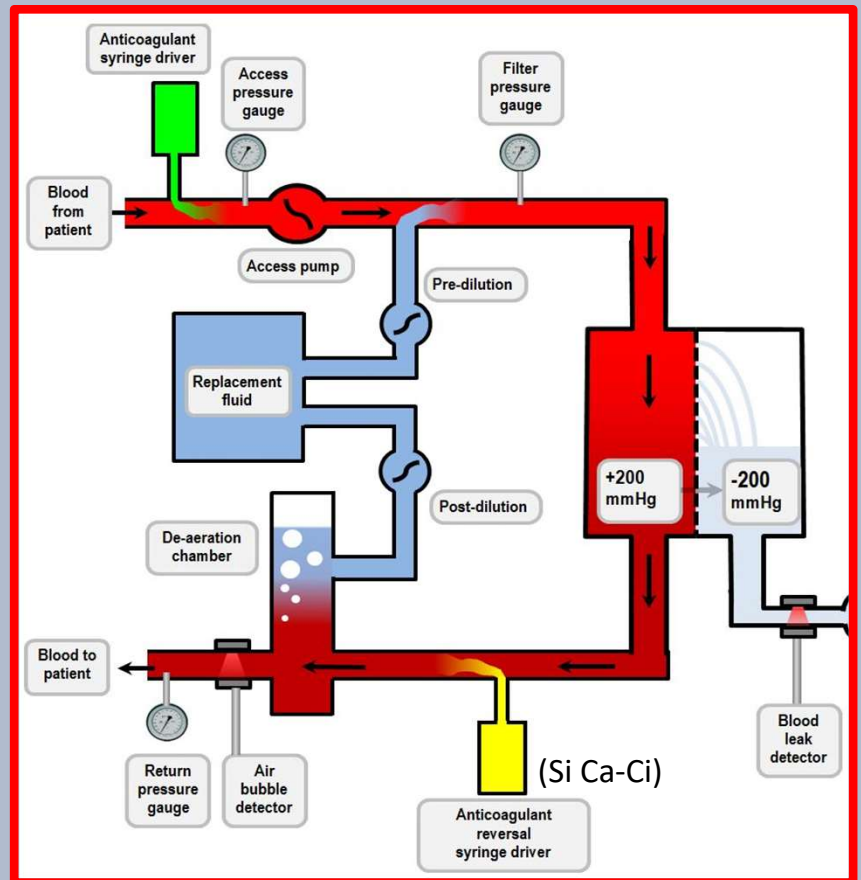
55

Définition: Hémodiltration veino-veineuse continue

Principe convectif: Filtration d'un volume de plasma (dose d'UF) remplacé par un liquide de restitution, avant/après le filtre (pré/post-dilution).

A privilégier si: Choix selon habitudes du service (Surtout si instab. hémodynamique et/ou EER prévue > 72h)

Voie d'abord: Cathéter de dialyse (non réalisable sur fistule artério-veineuse)



Prescription

Débit sanguin: 150-250mL/min (Max 180mL/min si Ca-Ci)

Ultrafiltrat (25-35mL/kg/h): Correspond à la dose de traitement (volume filtré)

Perte patient (0-300mL/h): Selon volémie et tolérance clinique (déplétion)

Restitution (mL/h): Correspond à UF – Perte patient. Doit être répartie entre: Pré-dilution (0-33% de la restitution) et Post-dilution (66-100% de la restitution)

Anticoagulation: HNF IVSE (Obj AntiXa 0,2-0,3) ou Citrate-Calcium

Autres: Liquide de restitution (Hemosol/Phoxilium et ions), température (37°C)

Fraction de filtration (FF)

Principe: Marqueur d'hémoconcentration dans le filtre, ne doit pas dépasser 25%

Calcul FF: Volume filtré (Pré+Post+PP) / Volume entrant dans le filtre (Qsang+Pré)

Si FF > 25%: Augmenter débit sang ou la pré-dilution pour diminuer la FF

Remarque: Peu pertinent en cas d'anticoagulation Citrate-Calcium, car pas de thrombose de filtre malgré une fraction de filtration > 25%

$$\text{FF} = \frac{\text{Pré} + \text{Post} + \text{Perte patient}}{\text{Débit Sg} + \text{Pré}}$$

en %

Predilution (mL/h) Postdilution (mL/h) (mL/h)

Débit sanguin (mL/min) Predilution (mL/h)

EER continue: CVVHD

Continuous Veno-Venous Hemodialysis

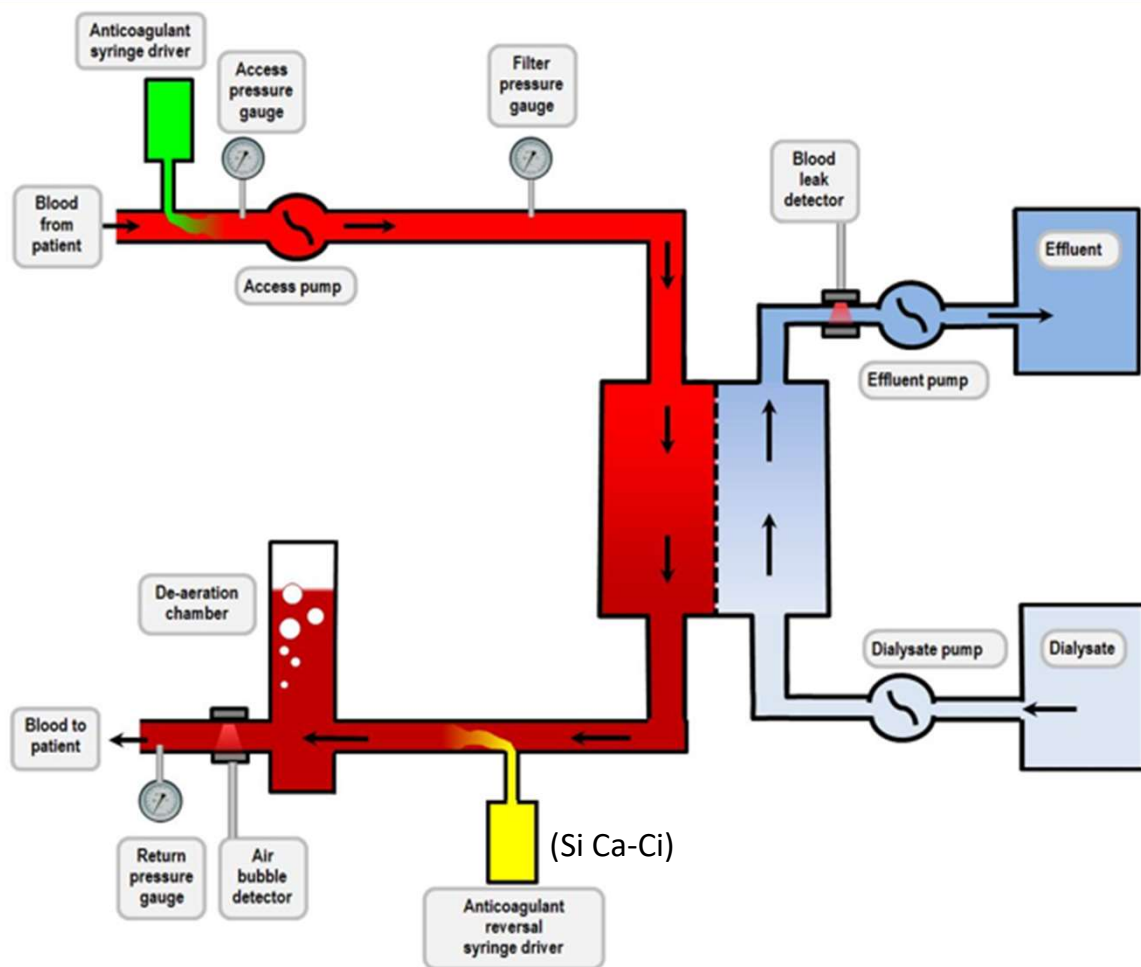
56

Définition: Hémodialyse veino-veineuse continue

Principe diffusif: Diffusion passive par gradient de concentration vers un liquide de dialysat, pour former un liquide effluent (déchet). Il existe un ultrafiltrat (UF) qui n'est pas restitué, correspondant à la perte patient (déplétion). La FF n'est pas calculée (toujours < 25%).

A privilégier si: Idem CVVH (Selon les habitudes du service)

Voie d'abord: Cathéter de dialyse (non réalisable sur FAV)



Prescription

Débit sanguin: 150-250mL/min (Max 180mL/min si Ca-Ci)

Débit de dialysat (25-30mL/kg/h): Correspond à la dose de traitement

UF ou Perte patient (0-300mL/h): Selon volémie et tolérance clinique (déplétion)

Restitution (mL/h): Aucune !

Anticoagulation: HNF IVSE (Obj AntiXa 0,2-0,3) ou Citrate-Calcium

Autres: Liquide de dialysat (+/- ajout d'ions), température (37°C par défaut)

EER continue: CVVHDF

Continuous Veno-Venous Hemodiafiltration

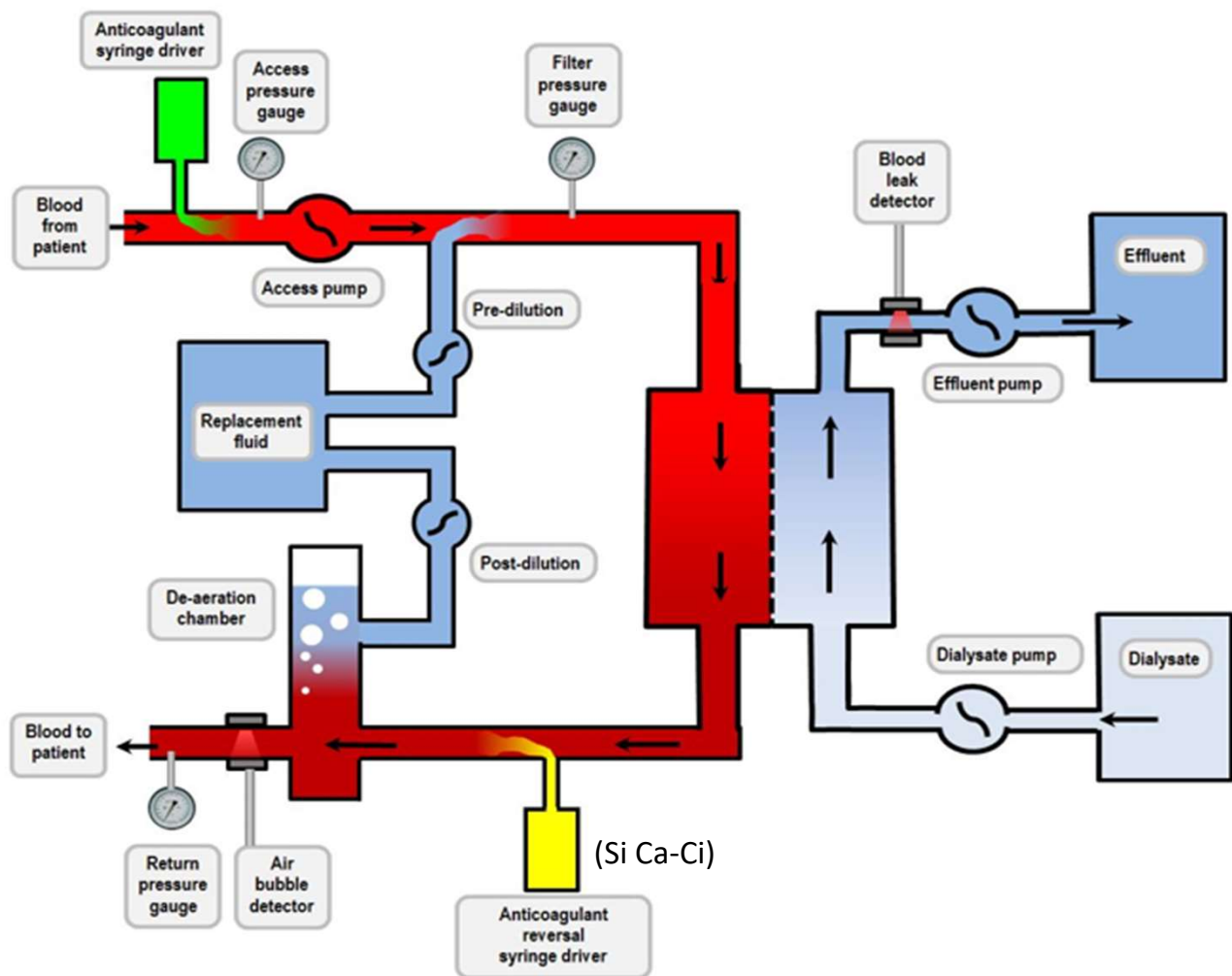
57

Définition: Hémodiafiltration veino-veineuse continue

Principe convectif & diffusif: Association des principes de CVVH et CVVHD, avec un débit d'ultrafiltrat (convectif) et de dialysat (diffusif).

A privilégier si: Efficacité de la CVVH limitée par la FF ($> 25\%$), ou efficacité de la CVVHD insuffisante. ⚠ Littérature: Non supérieur CVVH(D)

Voie d'abord: Cathéter de dialyse (non réalisable sur FAV)



Prescription

Débit sanguin 150-250mL/min (Max 180mL/min si Ca-Ci)

Dose de traitement 25-30mL/kg/h (dose d'UF + dose de dialyse)

Perte patient 0-300mL/h: Selon volémie et tolérance clinique (déplétion)

Restitution: Correspond à UF – Perte patient. Doit être répartie entre: Pré-dilution (0-33% de la restitution) et Post-dilution (66-100% de la restitution)

Anticoagulation: HNF IVSE (Obj AntiXa 0,2-0,3) ou Citrate-Calcium

Autres: Liquide de restitution/dialysat (+/- ajout ions), température (37°C)...

Principe: Le calcium est indispensable pour l'activation de la coagulation. Anticoagulation locale du circuit en inhibant le Ca par perfusion citratée.

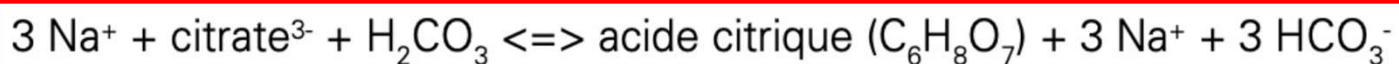
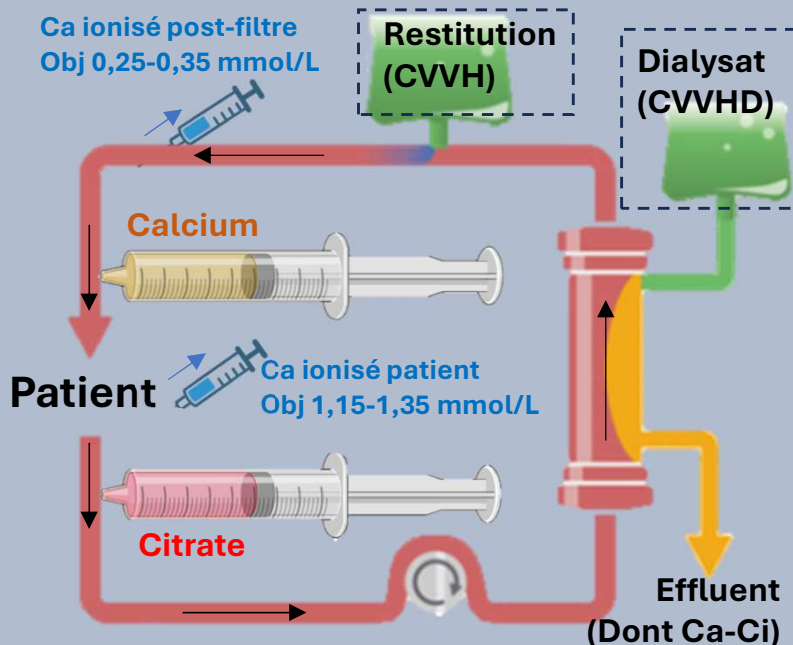
Avantages:

- Réduction risque hémorragique
- Augmentation de la durée d'utilisation du filtre (> 72h)
- Fraction de filtration pouvant être > 25% en CVVH

Élimination du citrate:

- **Dans l'effluent:** Elimination de 30 à 60% du citrate
- **Métabolisé chez le patient:** (Par acide carbonique et foie)

1. Le citrate-trisodique complexé au calcium est transformé en acide citrique par l'acide carbonique (H_2CO_3)
2. L'acide citrique est transformé en $H_2O + CO_2$ par le foie



Effets indésirables:

- **Hypocalcémie** : En cas de compensation insuffisante en fin de circuit
- **Hypernatrémie**: Libération de $3 Na^+$ par le citrate-trisodique
- **Alcalose métabolique**: Libération de $3 Na^+$ par la métabolisation du citrate trisodique, responsables de l'alcalose (Concept de Stewart)
- **Acidose métabolique**: Accumulation d'acide citrique en cas de d'insuffisance hépatique, caractérisée par: **Ca total/ionisé > 2,3**

Contre-indications:

- **Absolue**: Insuffisance hép. sévère (TP < 50%)
- **Relatives**: Etat de choc, hypoCa, hyperK, acidose métabo. profonde, rhabdomyolyse sévère

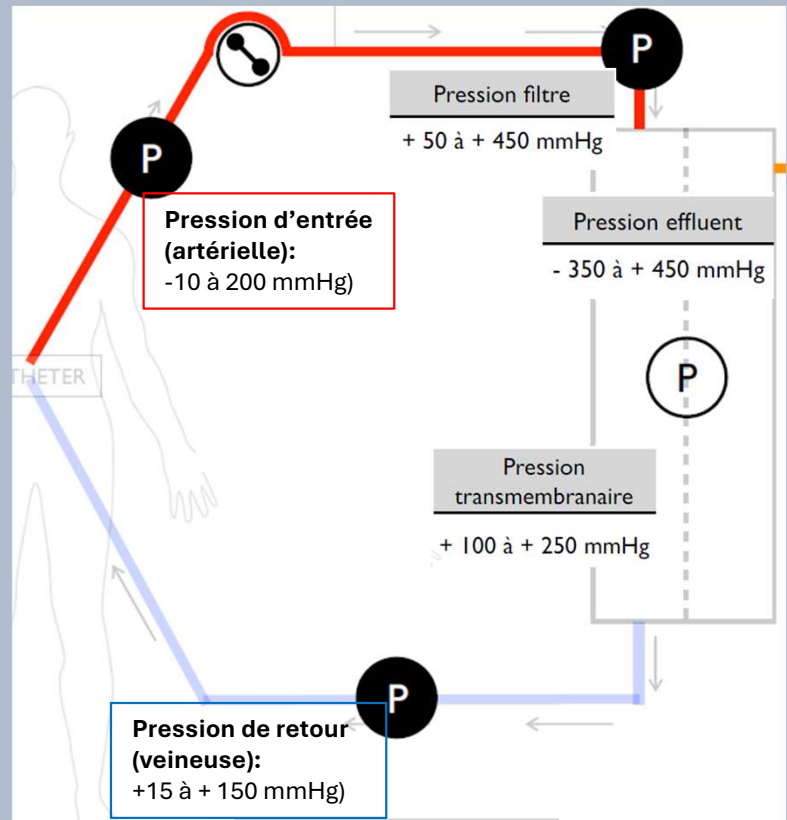
Prescription

Mode: Uniquement pour EER continue
Débit sanguin: Maximum 180mL/min (risque de surdosage)
Débits de citrate/calcium: selon protocole de service
Monitoring/6h: GdS pour Ca ionisé patient et post-filtre
Si alcalose: Baisse débit de citrate, baisse débit sanguin, augmentation du débit d'UF ou dialysat (élimination)
Si acidose + Ca patient total/ionisé > 2,3: arrêt EER

Principe: Des capteurs de pression sont répartis sur l'ensemble du circuit (pressions mesurées) et permettent la détection de dysfonctions de causes variables. Certaines pressions sont calculées (PTM et ΔP).

Pressions mesurées:

- **Pression d'entrée ou artérielle** (-10 à -200 mmHg): Reflet de la résistance à l'aspiration via le cathéter
- **Pression filtre ou pré-filtre** (+50 à +450 mmHg): Reflet de la coagulation du filtre.
- **Pression effluent** (-350 à + 450 mmHg) utile au calcul de PTM
- **Pression retour ou veineuse** (+15 à +150 mmHg): Reflet de la résistance à la ré-injection via le cathéter



Pressions calculées:

- **Pression transmembranaire (PTM):** Signe de thrombose de membrane
 - Formule: $= (P. \text{ filtre} + P. \text{ retour}) / 2 - P. \text{ effluent}$
 - Norme = +100 à +250 mmHg
- **Perte de charge (ΔP):** Signe de thrombose de filtre en formation
 - Formule: $= P. \text{ filtre} - P. \text{ retour}$
 - Norme = Cinétique < 30 mmHg en 4h

Alarmes de pression: Principales causes

Dysfonction de cathéter (plicature, thrombose, malposition): Pression d'entrée < - 200 mmHg et/ou pression de retour (> +150 mmHg)

Hypovolémie (collapsus veineux): Diminution de pression d'entrée

Thrombose de filtre ou de membrane: Augmentation de pression filtre et/ou transmembranaire, perte de charge > 30 mmHg en 4h

Ligne veineuse déconnectée: Pression retour diminuée