



PROTOCOLES DE SOINS EN HEMODIAFILTRATION

Mémoire présenté par :

Docteur SOUKAINA AIT ZAID

Née le 07/06/1990 à RABAT

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE SPECIALITE EN MEDECINE

Option : Néphrologie

Sous la Direction de :

Président : Professeur TARIK SQALLI HOUSSAINI

Sous la direction de : Pr CHOUHANI BASMAT AMAL

Membre associé : Professeur Allata Yassine

Pr. CHOUHANI Basmat Amal
Professeur Agrégés
Néphrologie-Dialyse-Transplantation Rénale
CHU HASSAN II - FES / FMPDF USMBA-FES
INPE : 031322191

Pr. TARIK SQALLI HOUSSAINI
Professeur Agrégés
Néphrologie
CHU HASSAN II - FES
INPE : 031322191

Session Juin 2024

Remerciements

A mon Maitre

Monsieur le Professeur Tarik SQALLI HOUSSAINI

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour votre gentillesse, votre humanité et votre excellence, qui ont été ma plus grande source d'inspiration et d'ambition au cours de mon parcours en néphrologie.

Votre dévouement envers vos patients ne passe pas inaperçu et je salue en vous l'Homme, intellectuel et humain reconnu de tous.

Votre capacité à allier compassion et compétence médicale est véritablement remarquable et m'a aidé à traverser des moments difficiles avec confiance et sérénité.

Votre encouragement, votre soutien et la confiance que vous m'avez apporté ont guidé mes pas tout au long de mon cursus de formation.

Travailler à vos côtés a été une expérience précieuse, et je suis honoré d'avoir pu apprendre de vous et de vous avoir côtoyé tout au long de ces années.

Permettez-moi de vous adresser mon profond respect mais aussi un remerciement venant du fond du cœur.

A ma chère Madame Le Professeur Nadia KABBALI

Je tiens à vous exprimer toute ma gratitude et mon profond respect pour votre dévouement et votre soutien inébranlable tout au long de mon parcours en néphrologie.

Votre gentillesse, votre bienveillance envers moi et votre compréhension ont été une source d'inspiration et de motivation pour moi, vous m'avez accordé votre confiance et m'avez donné la chance de travailler avec vous, ce qui a influencé mon parcours et m'a permis d'aller vers l'avant. Je suis profondément reconnaissante d'avoir eu la chance de bénéficier de vos conseils avisés et de votre expertise, votre influence a eu un impact profond sur ma formation.

Votre excellence et votre intelligence et votre bienveillance sont des qualités rares et précieuses que tout le monde devrait se battre, pour acquérir, et je ne cesserai de le faire pour un jour être à votre image.

Je ne cesserai jamais de vous remercier pour votre accompagnement, votre soutien et votre gentillesse et compassion envers moi.

A Madame Le Professeur CHOUHANI Basmat-Amal

Je tiens à vous adresser mes plus sincères remerciements pour votre capacité à être à l'écoute, votre gentillesse et votre brillance qui ont illuminé, et donné sens à mon parcours en néphrologie. Chaque interaction avec vous a été une leçon de compassion d'humilité et d'expertise médicale. Votre intelligence remarquable associée à une modestie incroyable crée une combinaison rare et inspirante qui nous guide vers de nouveaux sommets.

Vous incarnez véritablement les qualités d'un professeur exceptionnel, votre engagement envers l'excellence, votre bienveillance et votre désir de partager vos connaissances sont une grande source d'inspiration pour moi.

Vous avez fait preuve de la plus grande compréhension et compassion envers moi, quand j'en ressentez vivement le besoin.

Je vous suis profondément reconnaissante pour tout ce que vous avez fait pour moi et vous présente toute mon admiration et amour sincère, que je vous porte du fond du cœur.

A Madame Le Professeur EL BARDAI Ghita

Je tiens à vous adresser mes plus sincères remerciements pour vos conseils et votre exigence envers moi tout au long de mon parcours en néphrologie. Votre engagement à nous pousser au-delà de nos limites a été une véritable source de motivation pour moi, me poussant à travailler plus dur et à évoluer dans ce domaine passionnant.

Votre perfectionnisme, votre intelligence et votre amour pour la néphrologie son palpable à chaque interaction. Chacune de vos leçons a été une empreinte de votre dévouement pour cette discipline et votre désir de transmettre votre savoir avec précision et clarté.

Bien que votre perfectionnisme puisse semblé intimidant, je reconnais maintenant qu'il a été l'essentiel de ma croissance et mon développement professionnel. Grace à votre influence et votre compassion envers moi dans des moments nécessaires, j'ai appris à persévérer face aux défis les plus durs, ce qui m'a permis de progresser de manière significative.

Votre enseignement va bien au-delà des connaissances académiques il incarne les valeurs de détermination, de rigueur et de passion pour la médecine.

Merci d'avoir partagé avec moi votre savoir et votre passion, et merci d'avoir voulu me voir évoluer de la meilleure des façons et de m'avoir pousser à être un meilleur néphrologue, à votre image.

A Monsieur Le Professeur Allata Yassine

Je tenais à vous exprimer ma gratitude et mon admiration pour votre influence sur mon parcours en néphrologie. Depuis le jour où nous nous sommes rencontrés en tant que résident, votre savoir, votre intelligence et votre profonde culture générale dans le domaine de la néphrologie a été une source constante d'inspiration pour moi.

Votre bagage infini en néphrologie transcende les simples connaissances académiques, il représente une richesse de compréhension et d'expérience que vous avez accumulé au fil des années. Votre capacité à transmettre des concepts complexes avec clarté et votre engagement indéfectible envers nous, ont été des facteurs déterminants dans mon développement professionnel.

Je suis profondément reconnaissante d'avoir eu la chance de bénéficier de votre mentorat et de votre guidance.

A Mon Cher père ASSOU AIT ZAID

Je prends un moment aujourd'hui, après de longues années qui nous semblaient interminables, pour t'exprimer ma profonde gratitude pour tout ce que tu as fait pour moi.

Tu as été un modèle de responsabilité, et un pilier essentiel dans mon développement personnel et professionnel. Depuis petite, j'ai admiré ta dévotion à ton métier de médecin. Ta persévérance dans les moments difficiles m'a montré l'importance de la résilience et de la détermination. Mais au-delà de ta brillance professionnelle, c'est ta présence constante et ton soutien inconditionnel qui ont vraiment marqué ma vie. Tu as toujours été là pour moi, me guidant avec sagesse et me prodiguant des conseils avisés à chaque étape de ma vie. Ton humilité et ta gentillesse sont des traits que j'admire profondément, et j'espère pouvoir les incarner aussi bien que toi un jour. En tant que père, tu as été un exemple exceptionnel. Ta bienveillance, ton amour inébranlable et ta capacité à toujours être là pour nous, ta famille, sont des qualités qui te distinguent véritablement. Tu as su jongler entre ta carrière exigeante et ta vie familiale avec une grâce et une aisance remarquables, et pour cela, je t'en suis éternellement reconnaissante. Ma réussite professionnelle et personnelle est en grande partie le reflet de ton influence et de ton soutien constants.

A Ma Chère mère RACHIDA BENYAHIA

Il est difficile de trouver les mots pour exprimer toute la gratitude que je ressens envers toi. Tu es un exemple vivant de force, d'intégrité, de bonté et de maternité. Ta dévotion envers notre famille, au prix même de ton propre bien-être est une source d'inspiration pour moi. Tu m'as enseigné tant de valeurs essentielles qui ont façonné la personne que je suis aujourd'hui. Ta force de caractère m'a montré que rien n'est impossible lorsque l'on est déterminé. Ta persévérance et ton ambition et ta bonté ont été des moteurs dans ma vie, me poussant à aller au-delà de mes propres limites. Tu incarnes l'amour inconditionnel et la dévotion sans faille. Tu as sacrifié tant de choses pour notre bien-être, ta capacité à jongler entre ta vie professionnelle exigeante et ton rôle de mère exemplaire est tout simplement remarquable. Je t'admire plus que des mots ne sauraient le dire, et mon amour pour toi dépasse toutes normes, et je te dédie ce travail en témoignage de mon amour profond, en espérant que tu sois fière de moi, et que tous tes efforts pour ma réussite soit récompensés. Puisse Dieu, le Tout-puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

A Ma sœur Fatim Zohra

Je te dédie ce travail en témoignage de mon amour et mon attachement. Je te remercie pour ta présence inébranlable dans ma vie. Tu as été bien plus qu'une sœur pour moi ; tu as été une amie, une confidente et mon soutien le plus solide tout au long de mon parcours. A travers les hauts et les bas, tu as toujours été là, prête à écouter, à conseiller et à soutenir. Ta présence réconfortante a été ma lumière dans les moments sombres, et ta force a été mon roc sur lequel m'appuyer lorsque j'avais besoin de soutien, tu as joué le rôle de grande sœur à la perfection.

En souvenir d'une belle enfance que nous avons pu partager, nos peines et nos joies. Pour toute la complicité et l'entente qui nous unissent, je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité. Que Dieu te protège et protège mon petit Mehdi, un des plus beaux cadeaux que tu nous aies offert.

A mon petit frère Ismail

Je prends ce moment pour t'exprimer ma profonde gratitude pour ta présence dans ma vie.

Depuis toujours, tu as été bien plus qu'un frère pour moi ; tu as été mon ami. Ton esprit cartésien et ta capacité à analyser les situations avec clarté ont toujours été une source de sagesse pour moi. Chaque conseil que tu m'as donné a été empreint de réflexion et de rationalité, m'aidant à prendre des décisions éclairées et à avancer sur le chemin de la vie avec confiance.

Ton exemple de perfectionnisme et de diligence m'a inspiré à viser toujours plus haut et à ne jamais me contenter de moins que ce que je suis capable d'accomplir. Ta gentillesse et ta bonté inépuisables ont illuminé mon chemin. Aujourd'hui je veux simplement te dire merci. Merci pour l'enfance la plus fun qu'on ait pu vivre, pour chaque conseil avisé, chaque encouragement et chaque sourire partagé. Ma vie est infiniment plus riche et plus belle grâce à toi, et je suis reconnaissant(e) chaque jour de t'avoir comme frère et comme ami.

Que cette dédicace soit le témoignage de l'amour et de la gratitude que j'ai pour toi.

A mon petit frère Ibrahim

Je dédie ce travail à toi, mon frère, mon semblable, qui m'a accompagné dans le voyage tumultueux de la médecine, et ce dès ton plus jeune âge.

Malgré la différence d'âge qui nous sépare, tu as toujours été précoce, présent à chaque étape de mon parcours, vibrant avec moi dans les hauts et les bas de cette profession exigeante.

Ta présence à mes côtés a transformé les années difficiles en médecine en une aventure pleine de joie et de rires. Je suis émerveillé par le courage et la force avec lesquels tu suis désormais les pas dans le domaine de la médecine, malgré tous les hauts et les bas, tu as su montré une ambition et une ténacité qui fera de toi, un excellent médecin. Que notre lien fraternel continue de se renforcer et de s'épanouir au fil des ans. Je serai toujours là pour toi, prêt à t'accompagner dans chaque étape de ton propre voyage, avec tout mon amour et mon soutien inconditionnel.

Je prie Dieu qu'il veille sur toi, mon cher petit frère, et qu'il te comble de santé, de bonheur et de réussite dans tous tes projets. Que chaque pas que tu entreprends dans ta carrière soit béni, et que ta route soit pavée de succès et d'accomplissements.

A mon Mari Mohammed Lahlou

Je dédie ce travail à toi, mon meilleur ami, mon âme sœur, celui qui a partagé avec moi les plus belles années de ma vie, ainsi que les plus folles. Je veux te remercier du fond du cœur pour tout ce que tu as apporté dans ma vie, pour ton soutien inconditionnel, ton amour infini et surtout, les moments de joie que tu m'as offerts.

Tu as été ma force, ma source de réconfort et mon rocher dans les moments les plus difficiles. À travers les hauts et les bas, les fous rires et les larmes, tu as été bien plus qu'un conjoint ; tu es devenu mon meilleur ami, mon compagnon de vie, et mon plus grand soutien. Je suis profondément reconnaissante pour chaque instant partagé avec toi, pour chaque sourire échangé, et pour chaque épreuve surmontée ensemble.

Merci encore pour ta générosité, ta gentillesse et ton amour sans bornes.

Que ce travail soit le témoignage de mon amour pour toi, et de ma gratitude pour tout ce que tu es et tout ce que tu représentes dans ma vie. Je te souhaite la plus belle des réussites, et une santé florissante.

A mes tantes et oncle bien aimés et en leur mémoire : Mama Zhor Benyahia, Hbib

Noureddine Benyahia, et Tati Touria Benyahia

Aujourd'hui, je me tiens à un tournant de ma vie professionnelle, sur le point de débiter une nouvelle étape, mais ce moment est teinté d'une douleur profonde, car je ne peux m'empêcher de ressentir votre absence. La période de la Covid-19 a été un véritable ouragan dans nos vies, nous bouleversant et nous laissant désemparés. Vous, qui étiez plus que des piliers de la famille, avez été emportés par cette tempête, nous laissant un vide immense, un chagrin incommensurable. Débiter mon résidanat sans votre présence a été l'une des épreuves les plus difficiles de ma vie , toujours présents, pour nous rassembler, pour nous soutenir, pour nous donner de l'espoir. Votre amour, votre soutien, votre présence étaient nos plus grands réconforts, les rassemblements familiaux à Bellevue, les évènements partagés, Mama Zhor notre seconde maman, chez qui tout le monde voulait rester, Hbib Noureddine, un passionné de médecine qui a toujours fait preuve de la plus grande des bontés envers tous, et Tati Touria, la représentation de la grâce et la bonté sous toutes ses formes.

Je dédie mon travail, chaque succès que je rencontrerai dans ma carrière à venir, à vous.

Que votre mémoire soit éternelle, que votre amour continue de nous guider dans les moments sombres, et que nous puissions trouver un peu de réconfort dans le souvenir des moments heureux que nous avons partagé.

A ma belle promotion Mouna, Lamiae, Niama, Rania, Selma , Wiam, Hanane

Je tiens à prendre un moment pour exprimer ma profonde gratitude envers chacune d'entre vous. Notre parcours ensemble au cours de ces années de résidanat a été rien de moins que magnifique. Nous avons partagé tant de moments, de joies et de peines, et à chaque étape, nous avons été unis dans notre solidarité et notre fraternité.

Je vous remercie du fond du cœur pour votre amitié, Que ce soit à travers nos longues heures de garde, nos séances d'étude intenses ou nos moments de détente bien mérités, vous avez été là, faisant de chaque instant une expérience inoubliable.

Je suis fière et honorée d'avoir eu la chance de partager ce voyage avec vous tous, et je suis impatiente de voir les merveilleuses réalisations que l'avenir nous réserve, que ce soit individuellement ou ensemble.

A ma chère Madame Sanae Boumazouad

Je tiens à t'exprimer toute ma reconnaissance pour ta présence et ton soutien inestimables au cours de ces années de résidanat; tu as été une véritable source d'inspiration et de réconfort, une seconde maman pour nous.

Tu as su partager avec nous tant de souvenirs précieux, des rires aux larmes, des moments de joie aux défis que nous avons surmontés ensemble. Ta présence a illuminé nos journées, et ta gentillesse a réchauffé nos cœurs, même dans les moments les plus difficiles.

Je suis profondément reconnaissante d'avoir eu la chance de te connaître et de bénéficier de ton amitié. tu es véritablement une personne remarquable, et je suis honorée d'avoir partagé cette expérience avec toi.

A une de mes meilleurs amis Sara Ait Ghazi

Je tiens à te remercier pour ton soutien et travers les hauts et les bas, les joies et les peines, tu as toujours été là pour moi. Nous avons traversé ensemble des périodes de travail acharné, mais ta présence à mes côtés a rendu chaque défi plus facile à surmonter.

Ces dix années d'amitié sincère ont été remplies de moments inoubliables, de rires contagieux et de larmes partagées. Tu es bien plus qu'une simple amie pour moi ; tu es ma complice, ma confidente et ma sœur.

Je suis infiniment reconnaissante de t'avoir dans ma vie. Puissent les années à venir être remplies de bonheur, de succès et de moments partagés, Que Dieu te préserve ma chère amie.

A mes meilleurs amis : Rhita Alami, Ghita Bennani, Omar Chafai, Hassan Alami, Nada Bennouna , Karim Mediouni , Abdeltif Bennouda

Il est difficile de mettre en mots l'immense gratitude que je ressens envers chacune de vous. Au fil des années, vous n'êtes pas seulement devenues mes meilleures amies, vous êtes devenues ma famille choisie. Nous avons grandi ensemble, vécu ensemble, partagé ensemble les plus beaux moments de nos vies. Les voyages que nous avons entrepris, les liens d'amitié que nous avons tissés, la fraternité qui nous lie sont des trésors que je chérirai toujours. Vous avez été là pour moi dans les bons et les mauvais moments, partageant les rires, les folies de l'enfance et les épreuves de la vie adulte. Alors que nous continuons notre voyage ensemble, je souhaite que notre amitié reste aussi forte qu'elle l'a toujours été.

PLAN

Remerciements	1
LISTE DES ABRÉVIATIONS	17
INTRODUCTION	18
RAPPEL.....	21
I. Normes techniques des centres d'hémodialyse au Maroc.....	22
II. Traitement d'eau pour l'HDF	27
A. Pré-traitement :.....	29
B. Traitement :	31
III. Technique HDF :.....	32
A. Principes biophysiques : convection et diffusion :	32
B. Volume de substitution	35
IV. Membranes en hémodiafiltration.....	39
MATERIELS ET METHODES	43
RESULTATS	45
DISCUSSION ET PROTOCOLES.....	47
Les limites du protocole de l'Hémodiafiltration	91
ANNEXES.....	97
RÉFÉRENCES.....	115
Résumé.....	121

LISTE DES ABRÉVIATIONS

DT2	: diabète type 2.
DVS	: delta volume sanguin
ECG	: électrocardiogramme.
EER	: Épuration extrarénale
ETT	: l'échocardiographie Trans thoracique
FAV	: Fistule artério-veineuse
HAS	: Haute Autorité de Santé
HD	: Hémodialyse
HDF	: Hémodiafiltration
IMC	: index de masse corporelle
IRC	: Insuffisance rénale chronique
ISO	: Organisation internationale de normalisation
KDIGO	: kidney disease improving global outcomes
MRLD	: Maladie rénale diabétique
MΩ	: megohm, Unité de mesure de résistance électrique dans le Système international d'unités, correspondant à un million d'ohms.
PA	: Pression artérielle.
PM	: Poids moléculaire
RBPM	: règles de bonnes pratiques médicales
Thrill	: sensation au toucher du sang artériel qui passe dans la veine = turbulence

INTRODUCTION

L'hémodialyse conventionnelle est limitée dans l'épuration des toxines urémiques de haut poids moléculaires. Elle demeure associée à une large morbidité et a une mortalité excessivement élevée. L'Hémodiafiltration en ligne qui utilise un hémodiafiltre de haute perméabilité, un dialysat ultra pur et tend à maximiser les volumes de substitution, apporte une suppléance rénale de haute efficacité et faible bio-incompatibilité [1]. L'utilisation régulière de l'Hémodiafiltration en ligne est associée à une réduction de morbidité (réduction des épisodes d'hypotension intra dialytiques, un meilleur contrôle tensionnel, une réduction du profil inflammatoire, une meilleure correction de l'anémie et la prévention de l'amylose a b2-microglobuline). Récemment, plusieurs études de cohorte ont montré que l'hémodiafiltration avec haut volume de substitution était associée à une réduction significative de mortalité [2]. Des études randomisées ont été conduites en Europe pour confirmer ces faits. La très grande sûreté de l'hémodiafiltration en ligne a été confirmée en pratique clinique dans des études prospectives.

L'HDF a pour objectifs, d'une part, d'assurer une détoxification urémique complète, voisine du filtre glomérulaire, des petites et moyennes molécules par diffusion (HD) et convection (HF) simultanée (arguments scientifiques), d'autre part, de réduire le temps de séance par l'utilisation optimale de membranes de haute perméabilité et biocompatibles (arguments biologiques).

Dans l'optique d'une démarche qualité et d'une sécurité de prise en charge, notre travail vise à l'élaboration de protocoles intéressants plusieurs aspects techniques en Hémodiafiltration permettant de standardiser les procédures de prise en charge des patients entre les différentes équipes au sein de notre formation, et de garantir une meilleure maîtrise des risques liés à L'Hémodiafiltration.

RAPPEL

I. Normes techniques des centres d'hémodialyse au Maroc

L'arrêté du ministre de la santé n° 808-02 du 25 hijja 1423 (27 février 2003) fixe les normes techniques des centres d'hémodialyse (5) :

Arrêté du ministre de la santé n° 808-02 du 23 hijja 1423 (27 février 2003) fixe les normes techniques des centres d'hémodialyse(5)

Chapitre premier : Normes de construction, installation et de sécurité

ARTICLE 1. – Le centre d'hémodialyse doit répondre aux normes fixées par les articles premier (1er alinéa), 3, 4,5,9, 18 et 19 de l'arrêté susvisé n° 1693-00 du 5 chaabane 1421 (2 novembre 2000) ainsi qu'aux normes prévues par les articles 2, 3 et 4 du présent arrêté.

Arrêté du Ministre de la santé n° 1693-00 du 5 chaabane 1421 (2 novembre 2000) fixant les normes techniques des cliniques (6)

ART. 3 – La construction de la clinique doit permettre un entretien facile contre : l'humidité et les infiltrations. Le sol, les murs et les cloisons des locaux doivent être réalisés avec des matériaux résistants et revêtus de produits permettant un lavage fréquent à grand eau et aux désinfectants usuels.

ART. 4 La clinique doit être branchée au réseau public d'approvisionnement en eau potable. A défaut, le programme de réalisation de la clinique doit prévoir un système individuel n eau potable conforme aux norme[6]s sanitaires.

ART. 5 La clinique doit répondre aux normes fixées par les règlements relatifs à la lutte contre l'incendie. A ce titre, elle doit disposer notamment :

- a. De postes d'eaux accessibles

- b. D'un nombre suffisant d'extincteurs appropriés installés dans des emplacements requis et périodiquement contrôlés

ART. 18- Les chambres doivent être disposées de telles sortes qu'elles reçoivent une luminosité naturelle suffisante. Elles doivent être éclairées par des fenêtres dont la surface ouvrante est suffisante.

ART.19.- Chaque chambre doit répondre aux spécificités suivantes :

- Posséder une aération permanente conçue de manière à fonctionner en toute saison sans occasionner de gêne aux malades
- Être équipé du chauffage central ou, à défaut, de tout système de chauffage ne comportant pas de risque pour le malade ;
- Comporter au moins un lavabo, avec eau courante potable froide et chaude, installé dans la chambre, soit dans le cabinet de toilette attenant à la chambre ;
- Être doté de l'éclairage électrique, avec possibilité de mise en veilleuse pendant la nuit.
- Être équipé d'un système permettant d'alerter le personnel soignant et de service à partir de chaque lit

ARTICLE 2. - Le centre d'hémodialyse peut être implanté dans un immeuble à usage de bureaux ou d'habitation. Dans ce cas, il doit être situé au rez-de-chaussée et avoir une entrée indépendante.

ARTICLE 3. – Le centre d'hémodialyse doit prévoir un groupe électrogène d'une puissance capable d'assurer, en cas de coupure de courant, alimentation en énergie des générateurs d'hémodialyse et d'une installation de traitement d'eau ainsi que l'éclairage général du centre.

ARTICLE 4. – Tout centre d'hémodialyse doit disposer obligatoirement des locaux suivants :

- une ou plusieurs salles d'hémodialyse ayant une superficie de 7 m² par poste d'hémodialyse avec une distance de 1 mètre entre deux lits ou fauteuils d'hémodialyse ;
- Une salle d'attente avec toilette ;
- Un bureau de consultations ;
- Une salle de traitement d'eau
- Un local d'entreposage des poubelles à ordures qui doit être aéré ; clos, facilement nettoyable et accessible au personnel de collecte ;
- Un lieu de stockage des produits et matériel ;
- Un vestiaire pour malades.

En outre, une salle doit être affectée aux postes de dialyse péritonéale lorsque le centre d'hémodialyse en dispose.

Chapitre II : Normes d'équipement médico-techniques et règles relatives à la pratique des séances d'hémodialyse

ARTICLE 5. – Tout centre d'hémodialyse doit être équipé du matériel nécessaire pour les premiers gestes de réanimation : source d'oxygène, aspirateur, ambu et matériel d'intubation. Il doit également disposer d'un électrocardiographe, d'un électroscope et d'un appareil de destruction d'aiguilles.

ARTICLE 6. – Pour obtenir de « l'eau hautement purifiée » adaptée à être mélangée avec le concentré de dialyse, l'eau de ville doit subir au moins 3 phases successives de traitement. A cet effet, l'équipement de traitement de l'eau pour hémodialyse doit comprendre :

- Filtres en laine de 5 et 1 microns ;
- Deux adoucisseurs en parallèle, à fonctionnement alternatif ;
- 2 filtres à charbon actif, en série ou 1 déchlorureur ;
- Un osmoseur-inverse ;
- Une boucle de distribution aux générateurs.

ARTICLE 7. – Les standards chimiques et bactériologiques de l'eau traitée utilisée pour la préparation du dialysat sont définis dans l'annexe.

ARTICLE 8. – Les prélèvements en vue d'analyses de l'eau utilisée pour la préparation du dialysat sont effectués à la sortie de l'osmoseur et départ de la boucle pour les analyses physico-chimiques et au retour de boucle lorsqu'il s'agit d'analyses bactériologiques.

ARTICLE 9. – Les contrôles de la qualité de traitement de l'eau doivent être effectués comme suit :

- D'une manière continue pour la dureté et pour les pressions ;
- Deux fois par an pour la conductivité, les nitrates, l'aluminium et la bactériologie
- Une fois par an pour la recherche d'endotoxines ainsi que pour l'ensemble des paramètres indiqués par la pharmacopée.

ARTICLE 10. – La pratique des séances d'hémodialyse est soumise aux règles suivantes :

- Utilisation du tampon bicarbonate ou acétate ;
- Désinfection des générateurs entre deux séances ;
- Désinfection trimestrielle de la boucle de distribution avec changement régulier de filtre ;
- Non-réutilisation des membranes d'échange et des lignes artérielles et veineuses ainsi que des aiguilles à fistule.

Chapitre III Normes relatives au personnel

ARTICLE 11. – Tout centre d'hémodialyse doit être dirigé par un médecin spécialiste en néphrologie.

ARTICLE 12. – Le médecin directeur du centre d'hémodialyse doit y élire domicile professionnel.

ARTICLE 13. –L'exécution des soins se fait par un personnel infirmier et infirmier auxiliaire. Pendant le déroulement des séances de dialyse, le personnel présent doit être d'au moins un infirmier(e) pour 4 postes de dialyse assisté d'un infirmier auxiliaire. Au-delà de 8 postes de dialyse, l'effectif est augmenté de la manière suivante :

- c. Un infirmier supplémentaire par tranche de 4 postes ;
- d. Un infirmier auxiliaire supplémentaire par tranche de 8 postes.

Les infirmiers doivent être titulaires d'une autorisation d'exercice délivrée dans les conditions et selon les modalités prévues par la législation et la réglementation en vigueur

Chapitre IV Dispositions diverses

ARTICLE 14. – Les centres d'hémodialyse qui fonctionnent à la tête de la publication du présent arrêté au « Bulletin officiel » disposent d'un délai de deux ans à compter de ladite date afin de se conformer à ses dispositions. Toutefois, les dispositions du 2^e alinéa de l'article 2 du présent arrêté ne s'appliquent qu'aux projets des centres d'hémodialyse autorisés à compter de la publication du présent arrêté au « Bulletin officiel ».

ARTICLE 15. – Hormis les dispositions de l'article 2 ci-dessus, les règles prévues aux articles précédents s'appliquent aux cliniques dont les fonctions médicales comportent l'exercice l'activités d'hémodialyse.

II. Traitement d'eau pour l'HDF

Le traitement d'eau de l'unité doit être capable de produire et distribuer de l'eau ultrapure aux générateurs d'HDF et de le produire en continu. Des études ont discuté du traitement d'eau en HDF, notamment une revue [3] qui examine l'impact de la qualité de l'eau sur l'efficacité de la dialyse et la sécurité des patients, en mettant en évidence les contaminants potentiels et les stratégies de traitement de l'eau pour les éliminer. Elle discute également des recommandations pour surveiller et maintenir la qualité de l'eau dans les unités de dialyse [4]. Schématiquement, la chaîne de traitement d'eau comporte trois parties [4] : une première partie dite « pré-traitement d'eau » qui comporte une série de microfiltres de porosité décroissante (3 à 0,5 µm), assurant un éclaircissement de l'eau, un adoucisseur retenant calcium et magnésium, une cartouche de charbon actif retenant les dérivés chlorés et organiques, des microfiltres retenant les microparticules éventuellement libérées ; une deuxième partie, dite « traitement d'eau » proprement dit,

assurant l'affinage final de l'eau par osmose inverse (simple ou double en série) éventuellement complétée d'une désionisation (par résine échangeuse cationique et anionique, ou par désioniseur électrique) aboutissant à une eau ultrapure ; une troisième partie dite « boucle de distribution » qui assure l'alimentation des appareils de dialyse et permet une recirculation de l'eau non utilisée avec ou non un stockage intermédiaire. La chaîne de traitement d'eau peut être éventuellement complétée par des bâches de stockage et comporter une duplication des différents modules afin d'assurer un fonctionnement continu avec solution de secours en cas de problèmes. À cela s'ajoute des règles d'hygiène et de désinfection régulière de la chaîne de traitement d'eau répondant à des protocoles adaptés au type d'installation, ainsi qu'à une maintenance technique et un contrôle de qualité et de performances qui garantissent la sécurité de l'ensemble du dispositif. On retrouve cela dans une étude [5] qui évalue la qualité microbiologique de l'eau utilisée dans les unités de dialyse, en se concentrant sur la détection des bactéries pathogènes et des endotoxines. Elle examine les protocoles de surveillance de la qualité de l'eau, les normes recommandées et les implications pour la sécurité des patients en HDF

A. Pré-traitement :

L'eau destinée à la préparation du dialysat doit subir un traitement pour rester compatible avec les standards nationaux, ce que nous montre l'étude[6], qui examine l'importance de maintenir une qualité d'eau élevée pour la dialyse, en mettant l'accent sur les contaminants microbiologiques, chimiques et endotoxiques. Elle discute des méthodes de traitement de l'eau, des normes de qualité de l'eau et des implications cliniques des contaminants pour les patients en hémodialyse, y compris en HDF. La première étape, appelée pré-traitement de l'eau, est de la faire passer dans un adoucisseur (retirer les impuretés et adoucir l'eau).

Le système de traitement de l'eau se compose, successivement, de filtres destinés à la rétention des particules, d'un adoucisseur pour soustraire le calcium et le magnésium, d'un filtre à charbon activé pour adsorber le chlore et les substances organiques, puis d'un système d'osmose inverse assurant la désionisation pratiquement totale de l'eau.

Un adoucisseur d'eau est constitué de deux bouteilles de résine qui fonctionneront l'une après l'autre et d'un grand compartiment pour le stockage du sel régénérant. Grâce aux billes de résine contenues dans la bouteille, l'adoucisseur va retenir les ions calcium et magnésium de l'eau et les échanger contre des ions sodium. Une régénération régulière des résines, avec l'eau salée appelée aussi « saumure », va permettre d'effectuer l'opération inverse. Durant cette phase, l'eau chargée en calcium et magnésium va être rejetée à l'égout. La quantité de calcium et de magnésium pouvant être retenue par les résines constitue la capacité d'échange. Pour un adoucisseur elle va être fonction de la dureté de l'eau brute, du volume de

résine dans l'adoucisseur et de la quantité de sel utilisé pour la régénération.

[7]

La deuxième étape, toujours considérée comme un pré traitement, est le passage de l'eau dans un filtre à charbon actif qui assure une élimination de différentes substances, en particulier les composés chlorés. Placé en amont du système d'osmose inverse le filtre à charbon enlève le chlore qui endommage certaines membranes d'osmose. Les particules insolubles mesurant entre 5 et 10 μm sont efficacement retenues par des filtres, et les particules de taille plus faible, allant jusqu'à 0,2 μm , par des membranes.

Le charbon activé adsorbe les composés organiques, les chloramines, le chlore, les pyrogènes et les substances malodorantes de l'eau. Les filtres sont exposés au risque de croissance bactérienne en raison de leur porosité et de leur affinité pour les substances organiques. (Figure 1)

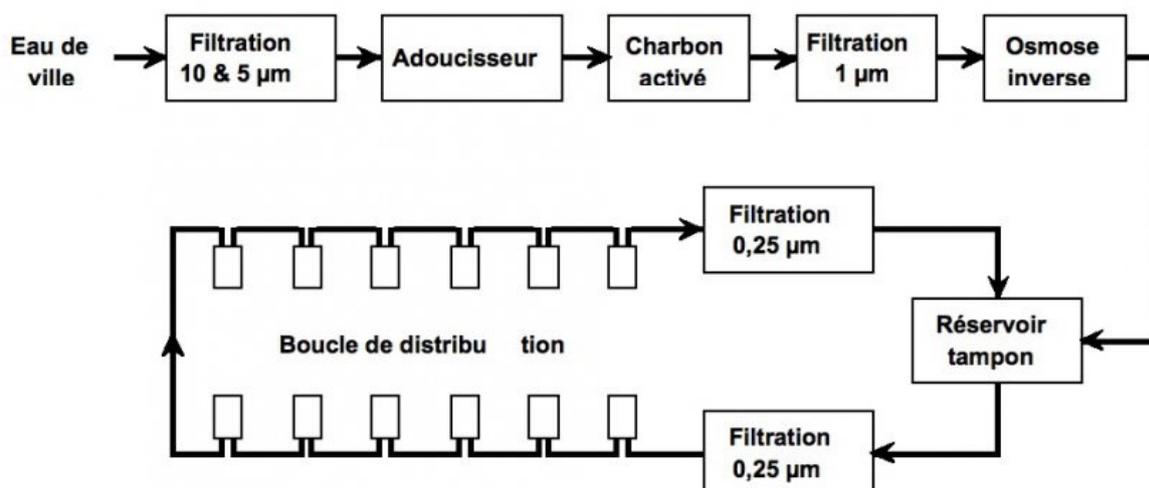


Figure 1. Filtration et double osmose inverse en série aboutissant à une eau ultrapure [22]

B. Traitement :

L'osmose inverse est un procédé physique reposant sur l'ultrafiltration de l'eau contre un gradient osmotique sous haute pression. Elle permet de soustraire la quasi-totalité des substances minérales et des particules organiques dissoutes dans l'eau. Pour obtenir une eau ayant un taux résiduel en ions pratiquement nul, une seconde étape d'osmose inverse doit être utilisée. Ce système permet la suppression de toutes les particules de poids moléculaire supérieur à 200 daltons, y compris les bactéries, les virus et les pyrogènes. [7]

Un soin extrême doit être donné à la surveillance et la maintenance du système, pour garantir la qualité biochimique et microbiologique de l'eau traitée. Une surveillance chimique et microbiologique doit être effectuée au moins tous les 3 mois. Une désinfection périodique soignée de l'ensemble du système du traitement de l'eau est obligatoire pour assurer en permanence la stérilité et l'apyrogénicité de l'eau.

III. Technique HDF :

Les modalités conventionnelles de dialyse par diffusion, y compris l'hémodialyse à haut flux, sont limitées dans leur capacité à éliminer efficacement les toxines urémiques de plus gros poids moléculaire. L'hémodiafiltration (HDF) est une modalité qui améliore le transport convectif de solutés d'un large éventail de toxines urémiques connues pour être impliquées dans l'urémie et peut offrir aux patients un certain nombre d'avantages, notamment de meilleurs résultats.

A. Principes biophysiques : convection et diffusion :

Retrait des solutés [8]

Dans l'hémodialyse conventionnelle, les solutés sont principalement éliminés par diffusion, qui est le déplacement aléatoire des molécules de soluté le long d'un gradient de concentration. Ce mouvement résulte de l'énergie cinétique thermique des molécules ; à la même température, les molécules plus grandes se déplacent plus lentement que les molécules plus petites. Par conséquent, l'hémodialyse élimine les solutés plus petits de manière plus efficace que les solutés plus grands, même si les deux sont suffisamment petits pour passer à travers les pores de la membrane de dialyse sans être entravés.

En revanche, dans l'hémofiltration, les solutés sont transportés à travers les pores de la membrane par l'écoulement du fluide, également appelé convection. Tant que le soluté peut passer facilement à travers les pores de la membrane, le taux de transfert par convection est indépendant de la taille moléculaire. Cela permet des dégagements plus élevés de solutés plus grands avec l'hémofiltration par rapport à l'hémodialyse.

En combinant l'hémodialyse et l'hémofiltration, l'HDF tire parti de l'élimination améliorée des solutés plus grands de l'hémofiltration, tout en fournissant également le dégagement élevé des petits solutés obtenu avec l'hémodialyse.

Remplacement de l'ultrafiltrat

L'HDF nécessite la perfusion de quantités importantes (au moins 20 et jusqu'à 100 L) de fluide, appelé fluide de remplacement, chez le patient pour remplacer le fluide perdu par ultrafiltration. Ce fluide de remplacement doit être stérile et non pyrogène car il est directement perfusé dans le sang . Les fluides de remplacement sont soit fournis par le fabricant stérilisés dans des sacs, soit générés en filtrant le fluide de dialyse à l'intérieur de la machine de dialyse.

1. Diffusion :

Principe de l'hémodialyse : Diffusion des molécules selon un gradient de concentration.

Facteurs influençant la diffusion :

- Membrane
- Surface d'échange
- Coefficient de transfert de masse : poids moléculaire et charge
- Débit sanguin
- Gradient de concentration du soluté entre sang et le dialysat
- Diffusion des molécules selon un gradient de concentration

2. Convection :

a. Principe de l'hémofiltration

C'est le transfert simultané actif de solvant (l'eau) et de son contenu en solutés au travers de la membrane semi perméable, grâce au gradient de pression hydrostatique transmembranaire (Ultrafiltration). La vitesse avec laquelle une molécule est transférée est proportionnelle au coefficient de perméabilité de la membrane et inversement proportionnelle au PM de la molécule.

b. Facteurs influençant les échanges par convection :

- ▲ Membrane (type) : Perméabilité hydraulique – Surface d'échange
- ▲ Coefficient de tamisage : PM – Charge
- ▲ PTM (gradient de pression)

DOPPS a été la première étude de grande envergure réalisée à partir de données collectées prospectivement en Europe à montrer que l'HDF avait le potentiel de réduire la mortalité des patients dialysés par rapport à l'HD conventionnelle à basse ou haute perméabilité. De plus, DOPPS a été la première étude montrant que le volume ultrafiltré ou la dose convective délivrée avait un impact direct sur la mortalité des patients. Dans cette analyse, seule l'HDF à haute efficacité ou haut volume (volume de substitution de 15 à 25 litres/séance) était associée à une réduction significative (35%) de la mortalité en dépit de tous les facteurs ajustements introduits dans le modèle.

Cette étude fut la première à mettre en évidence un rôle potentiel spécifique et indépendant de la dose convective sur la mortalité des patients dialysés. [10]

La deuxième étude (Turkish HDF Study) conduite en Turquie a comparé l'HDF à l'HD haute perméabilité et n'a pas mis en évidence de différence significative sur la mortalité (toutes causes et spécifiques cardiovasculaires) des patients en analyse primaire²¹. Précisons que dans cette étude le volume convectif moyen était de 15 l/ séance. L'analyse post-hoc par sous-groupe de patients en fonction des volumes convectifs délivrés met également en évidence un bénéfice pour le groupe recevant les doses convectives les plus élevées (substitution 17,4 litres soit 20 à 21 l de volume ultrafiltré. La troisième étude (ESHOL) conduite en Espagne qui a atteint un volume de convection médian de 22,9 l/séance a démontré un bénéfice significatif sur la mortalité des patients dans le groupe recevant l'HDF en analyse primaire. Le risque relatif de décès toutes causes confondues fut réduit de 30% par rapport aux patients traités par HD haute perméabilité. [9]

B. Volume de substitution

1. Principe : [33]

L'HDF est une combinaison de l'hémodialyse et de l'hémofiltration réalisée simultanément : une minute d'HDF correspond à 2 minutes d'épuration, l'une HD (urée), l'autre d'HF (moyennes molécules + UF). D'un point de vue pratique, l'HDF est une hémodialyse avec une membrane de haute perméabilité hydraulique [16]. L'exploitation de la membrane est faite sous forme d'une ultrafiltration plus élevée que ne le nécessite la perte de poids d'où le besoin d'une membrane de dialyse type hémofiltration, mais aussi de liquide de réinjection : coût [17] (surtout en cas d'utilisation de liquide de substitution à partir de sachets autoclavés). [33]

L'épuration en HDF est fonction :

- La perméabilité moléculaire
 - Diffusive (petites molécules),
 - Convective (moyennes molécules) CT
- De la perméabilité hydraulique,
- De la surface efficace,
- Du débit sanguin.

$$Cl_{HDF} = Cl_{HD} \left(\frac{1 - Q_{UF} \times CT}{Q_{sg}} \right) + Cl_{HF} \text{ (Granger)}$$

En substituant $Q_{UF} \times CT$ par Cl_{HF} et Q_{sg} par Cl_{max} on obtient :

$$Cl_{HDF} = Cl_{HD} + Cl_{HF} - \frac{Cl_{HD} \times Cl_{HF}}{Cl_{max}}$$

Formule permettant aisément de comprendre que l'apport de l'HDF pour épurer une molécule n'est réel que si l'épuration n'est pas déjà maximale dans une technique soit HD, soit HF pour une molécule donnée, c'est-à-dire égale au débit sanguin. $Cl_{HDF} = Cl_{HD} + 0,46 QF$ (Jaffrin) (0,46 in vitro ; 0,2 à 0,3 in vivo).

L'HDF combine l'efficacité dialytique de l'HD et de l'HF. Elle permet un HF avec des débits de fistules faibles. Elle s'approche de l'épuration glomérulaire par double détoxification diffusive et convective. [19]

2. Cibles HDF pré et post

Des volumes de substitutions élevés permettent d'éliminer efficacement des molécules de taille moyenne. [19] Le High Volume permet d'améliorer les résultats des patients et produit des effets bénéfiques sur les facteurs de risque cardiovasculaires potentiels des patients dialysés:

- ▲ Taux sériques de bêta 2 M et de phosphate
- ▲ Inflammation et stress oxydant⁵
- ▲ Stabilité hémodynamique intradialytique⁶
- ▲ Contrôle de l'anémie⁹

Ces facteurs peuvent contribuer à un taux de survie plus élevé chez les patients.

La substitution se fait de façon simultanée à la filtration

L'HDF, tout comme l'HF est habituellement réalisée sur un mode de post dilution, rarement en prédilution sauf en cas d'hématocrite élevé. L'HDF post dilution peut être monitorée, asservie au contrôle continu de l'hématocrite, technique très sécuritaire pour éviter un excès d'hémoconcentration.

La prédilution exclusive ne permet pas de majorer l'épuration sauf pour des volumes voisins ou supérieurs au débit sanguin.

L'association pré-post dilution semble être une méthode prometteuse mais ne connaît pas d'application en routine à ce jour malgré les études comparatives ; la post dilution est progressivement balancée en prédilution au décours de la séance, en fonction de l'accroissement de l'HT. Des études récentes ont prouvé qu'un grand volume convectif était nécessaire en post-dilution afin de maximiser les bénéfices du traitement par HDF. [17]

Le volume de substitution cible devrait être d'au moins 21 l par traitement en post-dilution pour obtenir un bénéfice de survie [9].

Calcul du Volume de substitution : Pour équilibrer correctement la balance des fluides chez le patient nous devons tenir compte de sa perte de poids réelle. Cela signifie que le volume de substitution sera égal au volume d'ultrafiltration total moins la perte de poids du patient :

$$\text{Volume de substitution} = \text{Volume d'UF total} - \text{Perte de poids patient}$$

Dans la foulée de l'étude DOPPS, quatre études randomisées européennes ont été lancées. La première étude CONTRAST conduite principalement aux Pays Bas a comparé l'HDF à l'HD basse perméabilité et n'a pas mis en évidence de différence significative sur la mortalité (toutes causes et causes cardiovasculaires) en analyse primaire. En revanche, l'analyse post-hoc réalisée par tertile de volumes convectifs retrouve un bénéfice significatif dans le groupe recevant les doses convectives les plus élevés (> 22l/séance) [18], notamment un accès vasculaire permettant un débit sanguin d'au moins 300 ml/min, choisir un filtre high flux avec une surface suffisante et prévoir un temps de dialyse de 4h minimum , garder également l'hématocrite dans les limites recommandées, commencer avec une fraction de filtration de 25% et augmenter en fonction de la PTM. [9]

IV. Membranes en hémodiafiltration

1. Structure chimique :

Les membranes de dialyse sont conçues pour reproduire au plus près possible les caractéristiques de perméabilité de la membrane basale glomérulaire. Plusieurs études ont discutés des membranes les plus efficaces, notamment une étude [11] qui examine l'importance du choix de la membrane dans l'efficacité de l'épuration des solutés en hémodiafiltration. Elle compare les caractéristiques de différentes membranes, telles que la perméabilité, la surface de filtration et la sélectivité, et leur impact sur les résultats cliniques des patients. On retrouve un article [12] qui passe en revue les différents types de membranes disponibles pour l'hémodialyse et l'hémodiafiltration. Elle discute des propriétés des membranes, telles que la perméabilité, la biocompatibilité, et leur constituants : les membranes en HDF sont faites de polymères d'origine naturelle comme la cellulose, ou de fibres textiles synthétisées à partir de produits dérivés de l'industrie pétrochimique.

Les membranes de cellulose régénérée, soit non substituées comme la Cuprophan, soit substituées comme l'Hemophan ou le di et le tri-acétate de cellulose sont hydrophiles, alors que les membranes polymériques synthétiques sont hydrophobes. Les membranes récentes constituées de copolymères sont à la fois hydrophiles et hydrophobes, ce qui augmentent à la fois leurs performances de diffusion et leur capacité d'adsorption.

La membrane idéale pour l'HDF rapporté par l'étude [15] devrait présenter une courbe de tamisage se rapprochant le plus possible de celle de la membrane basale glomérulaire qui permet le passage des grosses molécules comme la β 2m tout en restant imperméable à l'albumine. La membrane en

Polyamide des dialyseurs Polyflux S répond à ces exigences par ses performances stables et élevées durant le traitement. [15]

2. Les caractéristiques des membranes en HDF :

Selon la même étude rapporté auparavant, [15] quatre critères définissent une membrane idéale pour l'HDF : la surface qui est un facteur de performance du dialyseur, sa biocompatibilité : "Un matériau est biocompatible s'il n'est pas toxique et ne déclenche pas de réactions immunologiques" , la perméabilité à l'eau (Kuf) : une membrane à Haute perméabilité hydraulique avec $Kuf > 20$ ml/h/mmHg, et sa perméabilité aux solutés : Tableau 1

Tableau 2 Classification des membranes selon leur perméabilité et leurs performances.

Paramètres	Basse perméabilité	Moyenne perméabilité	Haute perméabilité	Très haute perméabilité
Ultrafiltration (KUF) ml/mmHg par heure	< 20	20–30	30–50	> 50
Urée (KD) ml/min	< 180	180–200	200–220	>220
Urée (KoA) ml/min par mètre carré	< 500	500–600	600–700	> 700
Bêta2-microglobuline (KD) ml/min	< 20	20–40	40–60	> 60
Bêta2-microglobuline (KoA) ml/min par mètre carré	< 30	30–50	50–100	> 100
Perte d'albumine g/séance	0	0	< 2	2–5
Modalité thérapeutique	HD	HD	HD, HDF, HF	HD, HDF, HF

Tableau 1 : Classification des membranes selon leur perméabilité et leurs performances [15]

3. Les membranes spécifiques de haute perméabilité utilisées en HDF : [15]

a. Polysulfone :

La polysulfone est l'une des membranes les plus utilisées en HDF en raison de sa biocompatibilité, de son faible taux de réactions allergiques et de sa capacité à éliminer efficacement les toxines urémiques. De nombreuses études ont examiné l'efficacité de la polysulfone en HDF, soulignant son

utilisation répandue et ses bons résultats cliniques, comme cette étude randomisée contrôlée a comparé l'utilisation de membranes en polyéthersulfone (PES) par rapport aux membranes de cellulose en hémodiafiltration en ligne [16]. Elle a évalué les effets sur l'élimination des solutés, la biocompatibilité et les résultats cliniques des patients en HDF , ou encore cette étude multicentrique prospective randomisée a comparé les effets des membranes en polysulfone (PS) par rapport aux membranes d'acétate de cellulose (CA) sur l'élimination du phosphate, la clairance de la bêta2-microglobuline plasmatique et les acides aminés chez les patients en hémodiafiltration. [17].

b. PMMA

- ▲ La PMMA est une membrane très adsorbante avec une tendance à coaguler, va permettre une réduction importante de l'adhésion plaquettaire, et une épuration efficace des chaînes légères dans le cadre d'un myélome [2]. Par contre les études sur l'utilisation de la membrane de PMMA en HDF mettent en évidence ses avantages potentiels en termes d'épuration des solutés, de biocompatibilité, de réduction de l'inflammation et de prévention des complications thrombotiques, ce qui en fait un choix attrayant pour certains patients en dialyse, comme l'étude [19]. qui a comparé l'utilisation de membranes de polyacrylonitrile (PAN) avec des membranes de PMMA en HDF. Elle a évalué les effets sur l'épuration des solutés, la biocompatibilité et les résultats clinique.

c. Tri acétate [4]

Les revues spécialisées dans le domaine de la néphrologie, de la dialyse et de la purification extrarénale du sang comme American Journal of Kidney Diseases, ou la Kidney International, parlent de la membrane Tri acétate qu'il caractérise par sa perméabilité sélective, permettant de filtrer les toxines et les déchets du sang tout en préservant les éléments essentiels tels que les protéines et les électrolytes.

d. AN69

Une étude [20] a examiné les propriétés de la membrane AN69 en ce qui concerne l'adsorption de facteurs humoraux qui favorisent l'activation du complément. On retrouve également l'étude prospective multicentrique : "AN69 membranes in acute renal failure: a prospective multicenter study" qui examine l'utilisation de la membrane AN69 en HDF et qui définit les avantages de cette membrane comme la perméabilité élevée, la biocompatibilité, la réduction de l'activation du complément

MATERIELS ET METHODES

Dans l'optique d'une démarche qualité, et de manière à établir un protocole à suivre dans les unités de dialyse au Maroc, nous avons fait une recherche en ligne des circulaires et RBPM en matière d'hémodiafiltration publiées en langue française et anglaise, des essais randomisés, des articles comparatifs de l'hémodialyse et hémodiafiltration, des méta-analyses sur les moteurs de recherches scientifiques suivants :

MEDLINE et PUBMED, COCHRANE Library, Up to date et HINARI.

La recherche a utilisé les associations des mots clés suivants : HDF, protocoles, hémodialysé chronique, bénéfices risques de l'HDF, survie, biocompatibilité ; membranes à haute perméabilité ; ».

Deux circulaires réglementant le traitement de l'eau destinée à l'hémodialyse et à l'hémodiafiltration : la circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 200-311 du 7 juin 2000 relative aux spécifications techniques et la sécurité sanitaire de la pratique de l'hémodiafiltration en ligne dans les établissements de santé ; la circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 200-337 du 20 juin 2000 relative à la diffusion d'un guide pour la production d'eau pour l'hémodialyse des patients insuffisants rénaux. La périodicité des contrôles des installations de traitement de l'eau pour hémodialyse en fonction du nombre de séances effectuées annuellement.

RESULTATS

Les articles discutés nous ont permis d'élaborer 16 protocoles d'hémodiafiltration Intéressant 3 grands axes :

- La mise en pratique et techniques de l'hémodiafiltration
- Un axe sur l'hygiène et maintenance de l'eau et des générateurs
- Un axe sur l'hygiène autour du patient et la gestion de la séance.

DISCUSSION ET PROTOCOLES

PROTOCOLE DE PRESCRIPTION D'UNE SEANCE D'HDF :

1. Indication préférentielle de l'HDF [6]

a. Pathologie Cardiovasculaires sévères :

Les patients insuffisants rénaux cumulent les facteurs de risque cardiovasculaires [21] associés à l'état urémique, présents dès le stade d'insuffisance rénale chronique et s'accroissent encore plus en dialyse. Chez les hémodialysés interviennent, notamment, le retentissement hémodynamique de la fistule artérioveineuse ainsi que le stress oxydant et l'état inflammatoire liés à la bio-incompatibilité des membranes et à la rétrofiltration d'endotoxines bactériennes. Les calcifications de la média des artères, des valves cardiaques et des plaques d'athérome y ajoutent encore leurs effets délétères.

Au total, ces multiples facteurs de risque s'additionnent pour entraîner un remodelage du ventricule gauche caractérisé par une hypertrophie des myocytes, une fibrose interstitielle et une raréfaction des capillaires, et un athérome accéléré touchant les coronaires et tous les territoires artériels de l'organisme. Ces patients atteints sur le plan cardiaque sont candidats à une HDF.

L'HDF réduit de façon significative la mortalité globale et particulièrement cardiovasculaire, selon plusieurs études [4], notamment l'étude convince du New England journal en Juin 2023 Dans l'essai réalisé, ils ont pu constater un risque de décès toutes causes confondues plus faible chez les patients insuffisants rénaux qui recevaient une hémodiafiltration à forte dose que chez ceux qui recevaient une hémodialyse conventionnelle à haut débit.

Dans une autre analyse des données de Peters SA, Bots ML, Canaud B, et al quatre essais contrôlés randomisés impliquant 2793 patients, ont montré une réduction significative des décès toutes causes confondues et de causes cardiovasculaires favorisant l'hémodiafiltration, en particulier chez les patients recevant des doses élevées.

Cet effet bénéfique de l'HDF qui a été prouvé à partir de cette étude peut prêter à confusion, c'est-à-dire qu'un volume de convection élevé a été principalement atteint chez des patients en meilleure santé avec des risques d'événements plus faibles.

L'étude convince du journal New England, diffère des études précédentes dans le sens où ils ont recruté 1360 patients susceptibles d'être candidats à une hémodiafiltration à forte dose presque tout le temps. Ils n'ont pas identifié d'association entre l'incapacité à atteindre l'objectif de dose élevée et une caractéristique particulière du patient ou un type d'accès vasculaire.

Ainsi, les résultats de ces essais appuient la preuve que l'hémodiafiltration à haute dose peut entraîner un avantage de survie cliniquement important [20],

b. Jeunes et enfants :

L'HDF s'accompagne d'une réduction des taux de B2M et de CRP en 3 mois chez les enfants, avec une meilleure préservation de la masse maigre (muscle) et grasse comparativement à l'HD. [3]

Elle assure également une meilleure croissance chez l'enfant et rattrape le retard staturo-pondéral selon [29]. Ces faits sont rapportés par une étude qui examine l'expérience de la Société Européenne de Néphrologie Pédiatrique en matière d'utilisation de l'HDF chez les enfants atteints d'insuffisance rénale

chronique, en mettant en évidence les bénéfiques potentiels en termes de contrôle de l'urémie, de croissance et de qualité de vie. [29].

c. Les diabétiques

Les diabétiques (type I ou II) représentent une catégorie de patients dits à « haut risque ». La création d'un accès vasculaire est souvent difficile du fait d'artères grêles et calcifiées, et expose ce patient aux risques de vol distaux et de gangrène des extrémités du fait de l'artériopathie diabétique. La rétinopathie diabétique (micro anévrysmale, proliférative) comporte le risque de complications hémorragiques oculaires. La neuropathie autonome responsable d'une hypotension orthostatique et la cardiopathie fréquemment associée, rendent difficile le contrôle tensionnel. Enfin, l'équilibre glycémique peut être extrêmement perturbé par les séances d'EER. [20]

d. Les sujets âgés :

La prévalence des sujets âgés en dialyse ne cesse d'augmenter avec le temps. Outre la comorbidité cardiovasculaire à cet âge, rendant techniquement plus délicate la dialyse, c'est la malnutrition calorico-protéique qui représente le risque majeur de cette population (sarcopénie très fréquente). La prise en charge en dialyse devra être dans ce cas globale, assurant tout à la fois une suppléance rénale et un support nutritionnel. Des études ont prouvé l'efficacité de L'HDF chez les sujets âgés concernant la réduction de la morbidité intradialytique, parmi elles : une étude qui rapporte l'efficacité et la sécurité de l'HDF chez les patients âgés, en mettant en évidence les avantages potentiels en termes de survie, de qualité de vie et de contrôle de l'état hydrique. [2] On retrouve également l'intérêt de l'essai multicentrique français, qui a cherché à comparer l'HDF à l'HD chez des patients âgés de plus de

65 ans, donc plus à même d'être sujets à des dialyses mal tolérées [22]. Le critère de jugement clinique principal était la tolérance intradialytique (absence de crampes, d'hypotensions et autres symptômes) durant la période de 30 à 120 jours de l'étude. 381 patients âgés de plus de 65 ans, dont 38% de diabétiques, et ayant en moyenne plus de 4 ans de dialyse, ont pu être randomisés.

2. Prescription de l'hdf : annexe i – ii

a. Les machines de dialyse

L'HDF en ligne fait référence à une forme d'HDF dans laquelle tous les fluides nécessaires au traitement, y compris le dialysat, le fluide de remplacement, les solutions de mise en charge et de lavage, sont préparés pendant le traitement par la machine de dialyse.

Les machines utilisées pour l'HDF en ligne sont similaires aux machines modernes utilisées pour l'hémodialyse conventionnelle mais présentent quelques différences distinctes. Presque tous les fabricants de machines de dialyse proposent des versions capables d'HDF, il existe une vaste littérature sur ce sujet, plusieurs études comme cette étude qui a examiné les caractéristiques et les performances des différentes machines utilisées en hémodiafiltration. Elle a comparé les fonctionnalités, la convivialité, la précision des paramètres de traitement et d'autres aspects pour évaluer la qualité des machines : Les machines capables d'HDF en ligne sont équipées de la technologie pour produire et distribuer du dialysat stérile et non pyrogène et du fluide de remplacement pendant le traitement. Pour que cela se produise, la machine de dialyse doit avoir les trois composants supplémentaires suivant : [23].

- Une série d'ultrafiltres de stérilisation pour produire un fluide de remplacement stérile à partir du dialysat
- Une pompe pour infuser le fluide de remplacement
- Un port hygiénique pour délivrer le fluide stérile dans la ligne sanguine jetable. Le port est stérilisé avec les voies fluidiques de la machine. Il est conçu pour empêcher les contaminants environnementaux ou le sang d'entrer dans la machine.

Le logiciel est capable de lancer des fonctions critiques en matière de sécurité, y compris des vérifications de sécurité et la désinfection. Le passage à une mise en œuvre quasi universelle de l'hémodialyse à haut flux pendant les années 2000 et la reconnaissance que les contaminants microbiens dans le fluide de dialyse pourraient nuire aux patients en dialyse ont motivé des améliorations dans le matériel de dialyse pour fournir un fluide de dialyse ultrapur, d'ailleurs on retrouve ça dans une étude [24] qui a évalué l'impact des machines de dialyse et des méthodologies de traitement sur l'adéquation de la dialyse chez les patients en hémodialyse chronique. Elle a examiné comment différents paramètres de traitement influençaient les résultats des patients, y compris en hémodiafiltration

b. Modes d'infusion du fluide de remplacement

Une fois que le fluide de remplacement est produit par la machine, il peut être distribué dans le tubage en amont du dialyseur (pré-dilution) ou en aval du dialyseur (post-dilution). L'infusion à la fois en amont et en aval du dialyseur (dilution mixte).

➤ Post-dilution [33]

L'HDF en post-dilution est utilisée dans la majorité des traitements HDF.

L'infusion en post-dilution maximise le dégagement de solutés et permet d'utiliser des débits sanguins plus élevés, ce qui peut être avantageux pour les patients avec une faible surface corporelle ou une circulation artérielle élevée. L'inconvénient est que l'efficacité de l'élimination diminue lorsque le débit de substitution est augmenté en raison de la dilution du sang. Les études et parmi elles une revue systématique et une méta-analyse comparant les modes de dilution post-dilution et pré-dilution en hémodiafiltration. Elle a évalué les effets sur l'épuration des solutés, l'hémodynamique, les complications et d'autres paramètres cliniques chez les patients en HDF. En HDF postdilution, le taux élevé d'ultrafiltration provoque des augmentations significatives de l'hématocrite et de la concentration en protéines sériques lorsque le sang circule à travers le dialyseur. Cela augmente la viscosité et la pression oncotique dans le compartiment sanguin. Les protéines ont tendance à être déposées sur la surface de la membrane (encrassement de la membrane), réduisant la perméabilité de la membrane aux fluides et aux solutés. Ces facteurs limitent le taux d'ultrafiltration à environ 30% du débit sanguin. [35]

➤ Pré-dilution [37]

L'HDF en pré-dilution est généralement utilisée lorsque le débit sanguin est faible, comme chez les patients pédiatriques ou les patients adultes avec un accès vasculaire limité. En pré-dilution, l'infusion de fluide de remplacement dilue le sang avant qu'il n'entre dans le dialyseur. Cela permet

d'éviter la surcharge hydrique chez les patients dont le débit sanguin est faible, mais elle réduit également le dégagement de solutés.

Dans l'HDF en pré-dilution, l'infusion dilue les composants sanguins avant que l'ultrafiltration ne se produise. Cela réduit le risque d'encrassement et permet des débits d'ultrafiltration beaucoup plus élevés (généralement plus de 60 % du débit sanguin). Malgré des débits d'ultrafiltration plus élevés, les taux d'épuration sont plus faibles avec l'HDF en pré-dilution par rapport à l'HDF en post-dilution. Cela est dû au fait que les concentrations de solutés dans le sang et dans l'ultrafiltrat sont réduites par l'infusion amont, ce qui réduit l'épuration à la fois par diffusion et convection. Les débits d'infusion doivent être beaucoup plus élevés dans l'HDF en pré-dilution par rapport à l'HDF en post-dilution pour atteindre le même taux d'épuration, d'ailleurs une revue : a examiné les avantages et les inconvénients des modes de dilution pré-dilution et post-dilution en hémodiafiltration. Elle a discuté des aspects techniques, physiologiques et cliniques des deux approches.[35-36-37-38]

c. Taux d'UF en HDF :

Plusieurs études ont montré que la perte horaire d'UF en HDF est de 10 à 13 cc/kg/h en fonction de l'état clinique du patient, le poids net du patient par rapport au poids sec fixé, en surveillant strictement les paramètres du patient son état hémodynamique, le volémie sanguine du patient, notamment : Estimation of Adequate Dialysis (HEMO Study) qui a comparé les résultats cliniques des patients dialysés avec des taux d'ultrafiltration plus élevés par rapport à des taux plus bas. Elle a constaté que les patients avec des taux d'ultrafiltration plus élevés avaient un risque accru de complications cardiovasculaires et de mortalité. De meme pour une seconde étude

Randomized Evaluation of Normal vs. Augmented Level (RENAL Study) : Cette étude a examiné les effets de l'augmentation du taux d'ultrafiltration sur les résultats des patients en hémodialyse aiguë. Elle a révélé que l'augmentation progressive du taux d'ultrafiltration était associée à une incidence accrue d'hypotension et de complications cardiovasculaires. [37]

d. Choix du débit et de la température du dialysat [6]

Le débit du dialysat est la vitesse à laquelle la solution de dialyse est introduite dans le circuit pendant une séance d'HDF : compris entre 500 et 600 ml/mn. Dans la situation actuelle, les études ont montré qu'un débit sanguin extracorporel élevé (350–400 ml/ min) est préférable pour faciliter le débit d'ultrafiltration, notamment l'étude Effect of Dialysate Flow Rate on Patient Outcomes in Hemodiafiltration: Cette étude a examiné l'impact du débit du dialysat sur les résultats des patients en hémodiafiltration. Elle a évalué comment différents débits pouvaient affecter l'élimination des toxines urémiques, la clairance des solutés et d'autres paramètres cliniques pertinents. Une deuxième étude Randomized Controlled Trial of Higher Versus Lower Dialysate Flow Rates During Hemodiafiltration: Cette étude randomisée a comparé les débits élevés et faibles du dialysat en hémodiafiltration, en évaluant leur effet sur l'élimination des toxines, la stabilité hémodynamique et d'autres critères de résultats cliniques. [32]

La température du dialysat en HDF est choisie pour être proche de la température corporelle. En hémodiafiltration, la température du dialysat peut avoir un impact sur divers aspects cliniques et physiologiques. Cependant, il existe moins d'études spécifiques sur l'influence de la température du dialysat par rapport à d'autres paramètres. Une des études retrouvée est Impact of

Dialysate Temperature on Hemodynamic Stability in Hémodiafiltration: Cette étude a exploré comment la variation de la température du dialysat influence la stabilité hémodynamique chez les patients en hémodiafiltration. Elle a généralement constaté que l'utilisation de températures du dialysat proches de la température corporelle peut contribuer à maintenir une meilleure stabilité hémodynamique. Cette température permet d'assurer un échange thermique efficace entre le sang du patient et le dialysat, favorisant ainsi le processus de filtration et d'élimination des toxines et des déchets du sang. L'abaissement de la température du dialysat à 36 voire 35°C peut être utilisée dans le but d'améliorer la tolérance hémodynamique des séances, ou pour réduire le prurit parfois observé en dialyse au bicarbonate, ce qu'on retrouve dans une deuxième étude s'est intéressée à l'influence de la température du dialysat sur l'élimination des toxines urémiques en hémodiafiltration [30] Elle a examiné comment des températures plus élevées ou plus basses du dialysat pourraient affecter l'efficacité de l'élimination des toxines. [32]

e. L'anticoagulation en HDF :

➤ Anticoagulation du circuit

Patients à risque standard — Les patients présentant un risque standard d'anticoagulation constituent la majorité de la population dialysée. L'utilisation de l'anticoagulation varie à l'échelle mondiale. Les protocoles d'héparine non fractionnée (HNF) et d'héparine de bas poids moléculaire (HBPM) sont efficaces, ont des profils de sécurité similaires et sont des stratégies tout aussi acceptables [39, 40]. Ainsi, nous utilisons l'une des deux approches suivantes chez les patients à risque standard :

En HDF, il faut savoir qu'on administre une dose d'entretien et une dose bolus en fonction du poids du patient, et en l'absence de contre-indication à l'héparine.

- **Héparine non fractionnée :**

L'héparine standard reste l'anticoagulant le plus largement utilisé en hémodiafiltration. Les études ont montré que des doses standard d'héparine peuvent être efficaces pour maintenir la perméabilité du circuit et prévenir la coagulation, parmi ces études, on retrouve : Anticoagulation in Hemodialysis and Hemodiafiltration: A Practical Approach (Durand et al., 2019) Cependant, il est important de surveiller attentivement le temps de coagulation et d'ajuster les doses en conséquence pour éviter les complications hémorragiques. Les unités de dialyse de nombreuses régions, y compris l'Amérique du Nord, utilisent l'HNF pour l'anticoagulation pendant l'hémodialyse (HD). Nous administrons un bolus de 2000 unités en début de dialyse, suivi d'une perfusion continue de 500 unités par heure. Cette perfusion est généralement arrêtée 60 minutes avant la fin de la séance de dialyse, mais peut être ajustée en fonction des tendances à la coagulation de chaque patient au cours de la dernière heure de dialyse. Si une coagulation se développe, nous arrêtons alors 30 minutes avant la fin de la dialyse. De nombreux centres en Europe utilisent une dose initiale en bolus HNF de 1 000 unités au lieu de 2 000 unités.

Une approche alternative consiste à adapter la dose du bolus au poids du patient. Avec cette approche, un bolus de 500 UI est administré aux patients adultes pesant <50 kg, 1 000 UI aux patients pesant entre 50 et 100 kg et 2 000 UI aux patients pesant > 100 kg. [39]

- **Héparine a bas poids moléculaire :**

Lovenox 0.5–1 mg/kg pour une durée de 4 h, nécessite une adaptation des doses mais surtout du mode d'administration. Il est actuellement recommandé d'injecter l'HBPM sur le site veineux (piège à bulles) ou mieux sur l'aiguille veineuse et non comme cela est indiqué dans les brochures des HBPM sur la voie artérielle. Certaines études ont exploré l'utilisation d'héparine à bas débit, où de faibles doses d'héparine sont administrées de manière continue tout au long de la séance de dialyse. Cela peut réduire le risque d'hémorragie tout en maintenant l'efficacité anticoagulante. Parmi eux, Low-dose heparin in online hemodiafiltration : Cette étude a examiné l'efficacité et la sécurité de l'utilisation de l'héparine à bas débit en hémodiafiltration en ligne. Elle a évalué les paramètres de coagulation, les événements hémorragiques et la perméabilité du circuit extracorporelle.

L'utilisation d'HBPM pour l'anticoagulation prédomine en Europe occidentale, dans certaines parties d'Asie et en Australie. Le dosage des HBPM dépend du médicament utilisé, en raison de leurs demi-vies variables, et de la durée de la séance de dialyse. À titre d'exemple, la tinzaparine (HBPM avec la demi-vie la plus courte) est généralement administrée sous forme de bolus de 2 500 unités Anti-Xa pour une séance de dialyse de quatre heures, tandis que l'énoxaparine (HBPM avec la demi-vie la plus longue) est généralement dosée à 20 unités. mg pour une séance de dialyse de quatre heures. Les patients traités par une HBPM à courte durée d'action comme la tinzaparine peuvent également avoir besoin d'un deuxième bolus pour des séances de plus de quatre heures (soit la même dose, soit une dose plus faible en fonction du temps restant sous dialyse), bien que certains centres rapportent qu'un seul

bolus assure un circuit adéquat. anticoagulation pour les séances de dialyse d'une durée allant jusqu'à huit heures [40]. Nous administrons des HBPM dans la branche artérielle du dialyseur, ce qui peut entraîner une certaine perte de médicament dans le dialyseur [40].

➤ Si contre-indication à l'anticoagulation

Patients à haut risque de saignement — Il n'existe aucune pratique standard pour prévenir la coagulation du circuit HD chez les patients à haut risque de saignement. Les protocoles diffèrent selon les institutions et les pays. Deux approches utilisées sont décrites ci-dessous :

- **Rinçage** : Avec cette méthode, le circuit est amorcé uniquement avec une solution saline isotonique , avant l'arrivée du patient. Ensuite, pendant que le patient est sous HD, la branche artérielle (prédialyseur) du circuit est rincée avec 200 ml de solution saline isotonique toutes les heures pendant toute la durée de la séance HD [38–39–40]. Cette solution saline supplémentaire évacuée est prise en compte dans les objectifs d'ultrafiltration de la séance de traitement afin de minimiser l'hypervolémie. Les infirmières qui s'occupent de ces patients doivent être vigilantes face à toute alarme de pression artérielle et veineuse et observer tout caillot visible dans le dialyseur et les pièges à bulles.
- **Citrate** : les études ont montré que l'anticoagulation régionale au citrate est aujourd'hui recommandée en première intention, quel que soit le type de patients concernés (patient à risque hémorragique ou non) [23], l'une d'elle [27], a évalué l'utilisation de dialysat contenant du citrate comme méthode d'anticoagulation en

hémodiafiltration. Elle a examiné les effets sur l'accumulation régionale de citrate et sur les paramètres de coagulation. Le citrate chélate le calcium ionisé et inhibe ainsi la cascade de coagulation. Il faut, lors de l'utilisation du citrate comme anticoagulant, augmenter le calcium dans le bain du dialysat. Également une étude qui a comparé l'efficacité et la sécurité de l'anticoagulation à base de citrate à faible dose avec l'héparine standard en hémodialyse à haut débit et en hémodiafiltration en ligne. Elle a examiné les paramètres de coagulation, les événements hémorragiques et les complications associées à l'anticoagulation. [28],

f. Quel concentré acide ?

Des études ont montré que Le concentré à l'acide acétique est le plus utilisé en HDF, notamment une étude randomisée qui a comparé l'utilisation du concentré acide (acide citrique) avec le concentré bicarbonate en hémodiafiltration. [39] Elle a évalué l'incidence de l'hypotension dialyse-induite et les variations des paramètres de l'équilibre acido-basique entre les deux groupes Cependant, les volumes de substitution importants entraînent une charge importante d'acétate et exposent à une élévation conséquente de l'acétatémie comparativement à un concentré à l'acide chlorhydrique [25]. Cette charge peut générer des effets secondaires à type de céphalées, nausées et vomissements. Anjort et al. montrent que l'utilisation d'un concentré à l'acide citrique est parfaitement sécuritaire en HDF postdilution [26].

On retrouve également l'étude "Acid Concentrate in Hemodiafiltration: Is it Better?" (Alves et al., 2014) : Cette étude a examiné les avantages potentiels de l'utilisation du concentré acide par rapport au concentré bicarbonate en

hémodiafiltration. Elle a évalué les effets sur la stabilité hémodynamique, les complications liées à l'équilibre acido-basique et la qualité du traitement.

g. Le KT/V :

En hémodiafiltration, la bonne épuration du sang c'est-à-dire l'épuration de l'urée pendant la séance est exprimée par le Kt/V . Attention, un Kt/V qui atteint la cible de 1.4 est sans aucun doute une condition nécessaire de bonne dialyse, mais certainement pas suffisante. Beaucoup d'autres paramètres interviennent dans la qualité du traitement. D'ailleurs une étude [41]. a examiné les discordances fréquentes entre le Kt/V urée et le taux catabolique des protéines en hémodiafiltration. Elle a souligné l'importance d'utiliser d'autres paramètres, tels que le taux catabolique des protéines, en plus du Kt/V pour évaluer l'efficacité de la dialyse. Une deuxième étude [42] a comparé différentes équations pour estimer le Kt/V en hémodiafiltration et a évalué leur précision par rapport à la mesure directe. Elle a souligné l'importance de choisir une méthode d'estimation appropriée pour obtenir des évaluations précises de l'épuration des solutés.

En général, on considère qu'une dialyse est adéquate lorsque le Kt/V est supérieur à 1,2 et il est satisfaisant à 1,4 et plus.

h. Le bain de dialyse en HDF : (Voir Annexe II)

Concentration électrolytique : Le bain de dialysat doit avoir une composition électrolytique appropriée pour maintenir l'équilibre électrolytique du patient. Cela inclut des concentrations adéquates en sodium, potassium, calcium et bicarbonate pour corriger les déséquilibres électrolytiques et qu'on retrouve dans une étude : "Composition of dialysis fluid" (2007) : qui examine en détail la composition du bain de dialysat.

Concentration en bicarbonate : Le bicarbonate est essentiel pour maintenir l'équilibre acido-basique du patient, l'étude longitudinale "Bicarbonate Dialysis Fluid and Cardiovascular Outcomes in Hemodialysis Patients: A Cohort Study" (2018) ; analyse les effets de la concentration de bicarbonate dans le bain de dialysat sur les résultats cardiovasculaires des patients sous hémodialyse, en mettant en évidence les associations entre la composition du bain de dialysat et les événements cardiovasculaire.

PROTOCOLES DANS LE CADRE DE L'HYGIENE AUTOUR DU PATIENT :

I. PROCEDURE AVANT LE BRANCHEMENT DE NOTRE PATIENT :

Objectif : Dépister tout incident pouvant gêner le déroulement de notre séance de dialyse

Qui : Infirmier de la salle e dialyse

Quand : avant branchement

INTERROGATOIRE

Depuis la dernière séance, avez-vous quelque chose à signaler ?

La dernière séance de dialyse s'est-elle bien passée ?

Avez-vous fait un malaise ou une chute ?

Avez-vous eu des douleurs inhabituelles ?

Avez-vous eu de la fièvre ou des frissons ?

Êtes-vous gêné actuellement pour respirer ?

OBSERVATION :

a. Au niveau de la FAV :

Absence de Thill a la palpation ou de souffle à l'auscultation

Inflammation ou infection (pus par exemple) au niveau des points de ponction précédents.

Absence d'affaissement de la veine artérialisée lorsque le membre supérieur est soulevé au-dessus du cœur (signe de sténose)

Pesée du patient à son arrivée : poids d'arrivée inférieur au poids sec de façon inhabituelle.

TA systolique inférieure à 100 mm Hg de façon inhabituelle.

Pouls < 50 ou > 100 battements / min

CONDUITE A TENIR

Si NON à tous les items ci-dessus : brancher le patient.

Si OUI à tous les items ci-dessus : NE PAS BRANCHER le patient et prévenir le médecin.

L'INFIRMIER DOIT OBLIGATOIREMENT PESER

Le patient AVANT et APRES la séance

I. LES ABORDS VASCULAIRES EN HDF

Le choix de l'abord vasculaire en hémodiafiltration dépend souvent de la disponibilité des accès, de la condition clinique du patient et des préférences individuelles. Les études ont souligné l'importance d'une évaluation individuelle approfondie pour sélectionner l'abord vasculaire le plus approprié pour chaque patient.

4. LA Fistule artério veineuse :

C'est l'abord vasculaire de choix en raison de sa longévité. Une étude [43] a comparé les résultats de survie entre les différents types d'abords vasculaires, notamment les fistules artério-veineuse (FAV), les cathéters veineux et les greffes, chez les patients en hémodialyse et en HDF. Elle a montré que les FAV étaient associées à une meilleure survie que les cathéters veineux et les greffes, le pontage artérioveineux avec interposition de prothèse, à l'inverse, se complique rapidement d'une sténose de son anastomose veineuse, cause de thrombose. Une autre étude a examiné l'association entre le type d'accès vasculaire et la mortalité chez les patients en hémodialyse aux États-Unis. Elle a conclu que les patients utilisant des FAV avaient un risque de mortalité plus faible que ceux utilisant des cathéters veineux. [44]

5. Cathéter tunnélisé :

Des études ont abordé le choix des cathéter tunnélisé en HDF, notamment l'étude : "Tunnelled catheters for the prevention of catheter-related complications in patients requiring long-term venous access for hemodialysis" (Vachharajani et al., 2016) : Cette étude a examiné l'utilisation des cathéters tunnélisés pour la prévention des complications liées aux cathéters chez les patients nécessitant un accès veineux à long terme pour l'hémodialyse. Elle a évalué l'efficacité et la sécurité des cathéters tunnélisés par rapport aux cathéters fémoraux, n'ayant pas de FAV pour de multiples raisons :

- Nouveaux patients nécessitant de démarrer la dialyse et non équipés de FAV
- Patients prévalent avec FAV non fonctionnelle :
- Arrêt de fonctionnement de FA
- Attente de sauvetage ou de création de nouvelle FAV difficultés de ponction excessives
- Épuisement des possibilités de FAV

6. Cathéter d'hémodialyse simple fémoral : [30]

- Un moyen temporaire et moins efficace dans le cadre de l'HDF qui nécessite un débit maximal de 500–600cc/min.
- IRA dans l'attente de la récupération de la formation rénale
- IRC :
 - Prise en charge d'un patient urémique non suivi et non préparé
 - Dysfonctionnement ou thrombose de FAV
 - Dans l'attente de maturation de la fistule artérioveineuse
 - Difficultés répétées de ponction de l'accès artérioveineux
 - Dysfonction du cathéter de la dialyse péritonéale
 - Transferts en hémodiafiltration de patients dialysés péritonéaux ou transplantés rénaux.

7. Durée :

- 10 jours pour les cathéters fémoraux
- 21 jours pour les cathéters jugulaires
- Plus d'une année pour les cathéters tunnésisés

Bibliographie :

- Kraus M, McMcusky M, Clark W. Temporary hemodialysis catheter recirculation studies, a comparison of design and site selection. Blood Purif 1995 ; 13 : 390
- Symposium Covidien SFAV 1er Juin 2013
- Quand privilégier le cathéter a demeure par rapport à l'abord arteri
- Veineux, SFAV 2014 Aix-en-Provence.
- Hemodialysis Catheters: Update on Types, Outcomes, Designs and Complications.
- El Khudari H, Ozen M, Kowalczyk B, Bassuner J, Almehmi A.Semin Intervent Radiol. 2022 Feb 18;39(1):90–102. doi: 10.1055/s-0042-1742346. eCollection 2022 Feb.
- Robbin ML, Gallichio MH, Deierhoi MH, Young CJ, Weber TM, Allon M. US vascular mapping before hemodialysis access placement. Radiology 2000;217:83-8.

PROTOCOLE DE GESTION ET CIRCUIT DE DISTRIBUTION D'EAU POUR HDF

Objectif :

- Meilleure conception possible pour une meilleure qualité d'eau : ce qu'on appelle une eau ultra Pure.

Le traitement de l'eau :

Le traitement d'eau de l'unité doit être capable de produire et distribuer de l'eau ultrapure aux générateurs d'HDF. (Figure 2)

Cela nécessite une chaîne de traitement d'eau adaptée comportant

Un prétraitement (retirer les impuretés et adoucir l'eau)

Une double osmose inverse en série >>eau ultrapure

Une boucle de distribution assurant une circulation permanente [26].

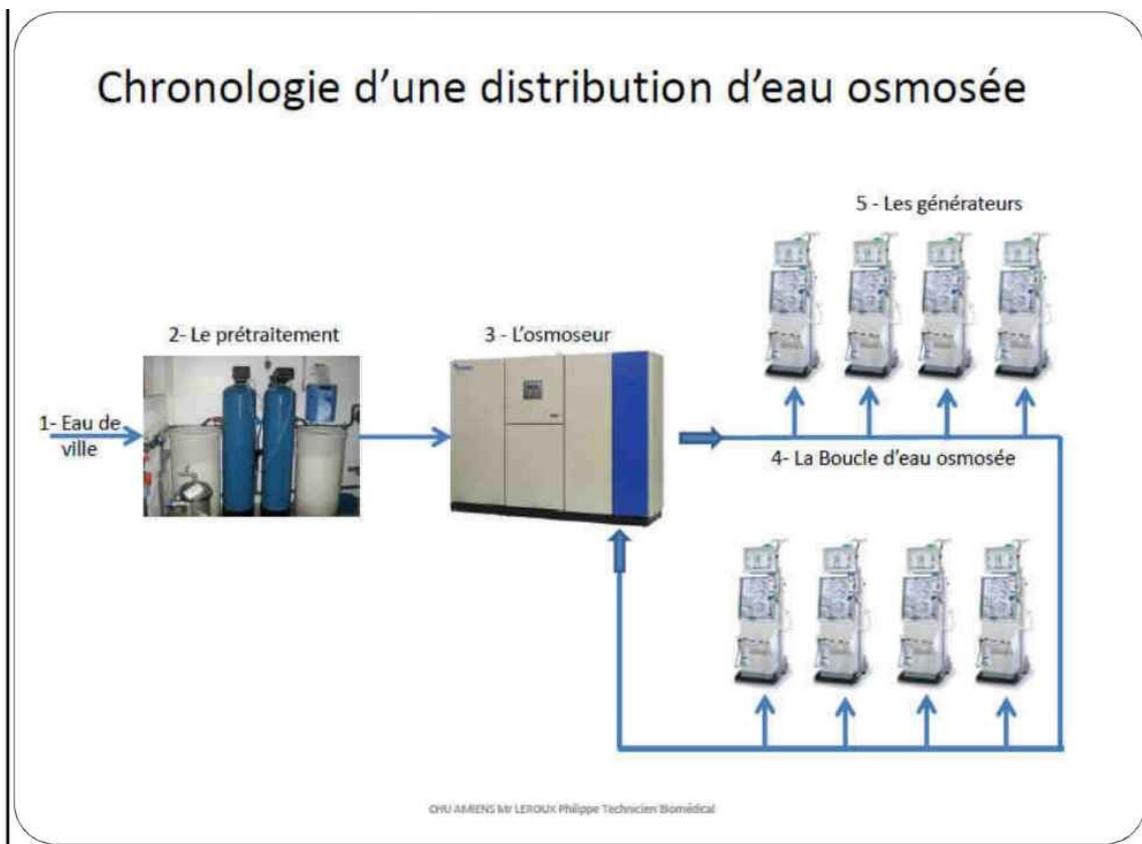


Figure 2 : Les étapes de traitement d'eau par double osmose [26]

Qualité du dialysat : [27]

Dialysat « ultrapur » : filtré une fois

- Bactériologique : < 100 UFC/l
- Endotoxinique : <0.25 UE/ml

Solution de substitution : filtrée 2 fois

- Bactériologique : 0 UFC/l
- Endotoxinique : <0.05 UE/ml

Définition stérilité ISO 23500–Mai 2011 :

Absence de microorganisme viable

Note 1

« Stérile » est employé pour une solution conditionnée qui a subi un procédé terminal de stérilisation validé par la pharmacopée.

Un procédé terminal de stérilisation est communément défini comme un procédé qui permet d'atteindre un niveau d'assurance de stérilité (NAS) de 106 , c'est-à-dire qu'il garanti qu'il existe moins d'une chance sur 1 Million qu'il demeure un microorganisme viable dans le liquide stérilisé. [26].

Qualité biochimique de l'eau et du liquide de dialyse : Tableau 2

Contaminant	EPA Maximum for Drinking Water (mg/L) (Condensed List) July 2002	AAMI Maximum Concentration for Hemodialysis Water (mg/L Unless Otherwise Noted)	Concentration Associated with Hemodialysis Toxicity (mg/L)
Calcium	Not regulated	2 (0.1 mEq/L)	88.00
Magnesium	Not regulated	4 (0.3 mEq/L)	
Potassium	Not regulated	8 (0.2 mEq/L)	
Sodium	Not regulated	70 (3.0 mEq/L)	300.00
Antimony	0.006	0.0060	
Arsenic	0.005	0.0500	
Barium	2.000	0.1000	
Beryllium	0.004	0.0004	
Cadmium	0.005	0.0010	
Chromium	0.100	0.0140	
Lead	0.015**	0.0050	
Mercury	0.002	0.0002	
Selenium	0.050	0.0900	
Silver	0.100	0.0050	
Aluminum	0.05 to 0.2*	0.0100	0.06
Chloramines	4.000*	0.1000	0.25
Free Chlorine	4.000*	0.5000	
Copper	1.300**	0.1000	0.49
Fluoride	2.0* to 4.0	0.2000	1.00
Nitrate (as Nitrogen)	10.000	2.0000	21.00
Sulfate	250.000*	100.0000	200.00
Thallium	0.002	0.0020	
Zinc	5.000*	0.1000	0.20

*Unenforceable maximum contaminant level goal (secondary standard).
 **Action level at 90th percentile.

Tableau 2 : Transformer de l'eau de ville en soluté injectable : Un défi technique [28]

Règles hygiéniques d'entretien du matériel : [28]

Désinfection des appareils de dialyse après chaque utilisation (thermique, chimique, mixte)

Désinfection périodique du traitement d'eau selon prescription fabricant et résultats obtenus (quotidienne - hebdomadaire - mensuelle)

Surveillance biochimique et microbiologique de l'eau et du dialysat (mensuelle - trimestrielle - annuelle)

- Méthodes approuvées

Maintenance des différents éléments du traitement d'eau et des dispositifs de filtration

- Changement des modules
- Remplacement des filtres

Analyse et rapport des données

Équipe médico-technique en charge des dispositifs médicaux (pharmacien d'établissement) - Protocoles

PROTOCOLE DE STOCKAGE D'EAU

Objectif :

Le stockage d'eau a pour objectif d'assurer la continuité des séances de dialyse en cours, en cas de défaillance du système de traitement d'eau ou d'interruption de la livraison d'eau par la distribution publique ou par le réseau intérieur.

Problème : risque infectieux et dégradation de la qualité de l'eau.

Plusieurs études se penchent généralement sur l'impact du stockage de l'eau sur la qualité de l'eau utilisée dans le processus d'hémodiafiltration, en particulier en ce qui concerne la présence de contaminants microbiens et chimiques et explique les étapes de stockage ; parmi elles : "Impact of storage time of dialysis water on microbiological quality: implications for the delivery of online hemodiafiltration" , Cette étude a examiné l'effet de la durée de stockage de l'eau de dialyse sur sa qualité microbiologique et a évalué les implications pour la pratique de l'hémodiafiltration en ligne. Elle a mis en évidence l'importance de limiter le temps de stockage de l'eau pour garantir sa qualité microbiologique. On retrouve également Influence of storage time and temperature on bacterial growth in water from dialysis fluid preparation systems, cette étude a analysé l'effet du temps de stockage et de la température sur la croissance bactérienne dans l'eau provenant de systèmes de préparation de solution de dialyse. Elle a souligné l'importance de contrôler ces paramètres pour maintenir la qualité de l'eau utilisée en dialyse.

Comment :

- Le local de la salle de stockage et du traitement d'eau doit être adapté, aéré, climatisé, sans fenêtre, facilement lavable et accessible.
- Le volume de stockage doit être le plus faible possible.
- Le stockage doit être conçu ou doit être équipé pour que soit évitée toute stagnation d'eau.
- Les cuves de stockage doivent être à l'abri de toute contamination par l'air ambiant (mise sous azote, évent filtrant...).
- Les cuves de stockage doivent comporter des indicateurs de niveau. Elles doivent pouvoir être complètement vidangées, nettoyées et désinfectées.

Bibliographie

:

- Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-337 du 20 juin 2000 relative à la diffusion d'un guide pour la production d'eau pour l'hémodialyse des patients insuffisants rénaux
- ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF MEDICAL INSTRUMENTATION. Water treatment equipment for hemodialysis applications. ANSI/AAMI RD62:2001. Arlington (VA): AAMI, 2001. American National Standard.
- Insuffisance Rénale Chronique Terminale mars 2013 CIM 10 : N 18
Code ANAM : L008

PROTOCOLE DE SURVEILLANCE AU COURS D'UNE SEANCE D'HDF :

Intradialytic monitoring of hemodialysis adequacy: a review, cette étude examine l'importance de la surveillance intradialytique de l'adéquation de l'hémodialyse, y compris la surveillance des paramètres tels que les alarmes de pressions, les électrolytes sanguins et d'autres marqueurs biologiques. On retrouve également une seconde étude qui nous a permis de mettre en place ce protocole de surveillance au cours de la séance d'HDF, "Intradialytic monitoring and modelling of haemodynamics and solute kinetics during haemodiafiltration" elle explore l'utilisation de la surveillance intradialytique et de la modélisation mathématique pour évaluer les cinétiques des solutés et les paramètres hémodynamiques pendant la HDF.

a. Gestion des alarmes de surveillance

- **Objectif** :

Ces alarmes ont pour fonction de prévenir et de protéger le patient contre toute défection technique du circuit extracorporel.

- **Réglage des alarmes** : [39]

Le réglage est automatique, néanmoins il est important de s'assurer que les alarmes de ces différentes pressions ne soient ni trop « serrées » (éviter que le traitement soit interrompu trop souvent), ni trop « larges » afin d'être prévenu de leur variations anormales.

- **Alarme de pression (P°)** : [40]

Alarme pression « Artérielle » (PA) : correspond à l'entrée du sang dans le circuit, sa valeur approximative est négative et coïncide environ à la moitié du débit sang prescrit. Si elle baisse ou si elle devient positive, cela peut

traduire que le cathéter est coudé bouché ou collabé (brutalement à - 300mmHg) une baisse de la volémie, une déconnexion sur le circuit.

Alarme pression « Veineuse » (PV) : correspond au retour du sang dans la circulation du patient, sa valeur approximative est positive et coïncide environ à la moitié du débit sanguin, si elle augmente cela peut traduire que la voie dite veineuse est coudée, bouchée ou un début de coagulation du circuit et du piège veineux. Une baisse progressive traduit une coagulation de l'hémofiltre. Si elle s'effondre, cela traduit une fuite de sang ou une déconnexion sur le circuit.

Alarme pression « transmembranaire » (PTM) correspond à la pression à l'intérieur de filtre, ça dépend du « travail » demandé à l'hémofiltre. (Vitesse de la pompe à sang, de substitution, et du dialysat), son augmentation brutale (à 250-300mmHg) traduit la coagulation du filtre, avec risque important de destruction des membranes, il est alors nécessaire de restituer rapidement.

L'alarme du détecteur d'air est activée lorsqu'un ou les deux détecteurs (ultrasonique et/ou colorimétrique), situés juste avant la restitution sanguine, est/sont stimulé(s). Celle-ci protège ainsi d'une éventuelle embolie gazeuse. Une entrée d'air sur le circuit sanguin (vases d'expansion ou piège à bulles insuffisamment remplis, rupture du circuit sanguin, ...) doit alors être recherchée et corrigée.

L'alarme de conductivité est activée lorsque la composition électrochimique du dialysat n'est plus adéquate et sort de la fourchette habituelle de 13-14 mS/cm. Cela arrive généralement lorsque les bidons de concentrés sont vides. Parfois, cependant, il peut s'agir d'un manque de pression d'eau ou encore d'un défaut technique au sein même de la machine.

L'alarme de température est activée lorsque la température du dialysat sort des fourchettes imposées (35.5–36.5). Cela arrive généralement lorsqu'on modifie ces fourchettes (par exemple lorsque le patient à froid), le temps que le bain atteigne la nouvelle température demandée. Elle peut aussi être activée en cas de défaut technique de la machine.

L'alarme "fuite sang", activée grâce à un détecteur colorimétrique situé en aval du dialyseur, signe une rupture de la membrane semi-perméable.

Le dialyseur doit alors être remplacé.

b. Concentrés pour hémodiafiltration

Intradialytic electrolyte monitoring: comparison between central laboratory measurements and point-of-care testing" : cette étude compare les mesures des électrolytes réalisées en laboratoire avec celles effectuées en point-of-care pendant la séance de HDF, évaluant ainsi la fiabilité et la précision des méthodes de surveillance et la prescription idéale en électrolytes selon les résultats biologiques des patients.

- Compositions des Concentrés :

Solutés neutres : glucose (0g –1g)

Cations : Na⁺, K⁺ (1mmol/l –2mmol/l–3mmol/l),

Ca⁺⁺ (1,25mmol/l– 1,5mmol/l–1,75mmol/l), Mg⁺⁺

Anions : HCO₃⁻ : 26–36mmol/l et Cl⁻ : 105 mmol

- Prescription médicale :

- Potassium :

Le potassium prescrit dépend de la kaliémie avant dialyse :

- Si K⁺ est < 4 mEq/l utiliser un bain à 3 mmol/l de potassium

- Si K⁺ est > 4 mEq/l utiliser un bain à 2 mmol/l de potassium

A défaut d'un bain à 3mmol/l, on peut ajouter du potassium dans le bidon d'acide

- 1 ampoule de KCl = 1g de K⁺ /10ml
- Dilution du bain :1 /34
- Pour augmenter la concentration du bain d'un mmol/l : ajouter 13 ampoules KCL dans un bidon de 5L
- Calcium :
 - Si hypercalcémie : utiliser un bain a 1, 25mmol.l
 - Si calcémie normale : utilisé un bain à 1,5 mmol. l
 - Si hypocalcémie : utiliser un bain a 1,75 mmol.l.
- Glucose :

Un bain à 1g de glucose est utilisé si risque d'hypoglycémie (patients diabétiques, dénutries ou en sepsis).

PROTOCOLE DE DESINFECTION DES CIRCUITS HYDRAULIQUES DES GÉNÉRATEURS DE DIALYSE : (VOIR ANNEXE VI)

Objectif :

Prévenir la formation d'un biofilm et éviter les incidents infectieux

Biofilm = Ensemble de microorganismes recouvert par une couche protectrice visqueuse polysaccharidique. On y trouve des bactéries, des mycobactéries, des levures, des champignons et des algues. Il se forme sur toutes les surfaces en contact avec un milieu aqueux. Une fois constitué, le biofilm va relarguer de nombreuses substances toxiques dans les liquides environnants. Les dérivés bactériens du biofilm comprennent des éléments structurels comme des endotoxines, des peptidoglycanes et des muramylpeptides, ainsi que des dérivés du métabolisme et des protéines toxiques. Une étude a examiné l'impact des procédures de désinfection sur la contamination microbienne des systèmes de distribution d'eau de dialyse, en évaluant les pratiques de désinfection les plus efficaces pour garantir la qualité de l'eau utilisée dans le processus de dialyse.

Qui : Infirmière du service d'hémodialyse

Où : Service d'hémodialyse

Comment :

Traitement des circuits hydrauliques des générateurs = 4 opérations nécessaires qu'on a retrouvé dans une étude (**voir bibliographie**) qui évalue un protocole de désinfection par la chaleur pour les machines de dialyse, en examinant son efficacité dans l'élimination des biofilms bactériens et la prévention de la contamination des circuits hydraulique :

- Nettoyage : élimination des graisses et des protéines
- Détartrage (décalcification) : élimination du dépôt de bicarbonate et de magnésium
- Désinfection : opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés en fonction des objectifs fixés. Le résultat de cette opération est limité aux micro-organismes présents au moment de l'opération (AFNOR NFT 72101)
- Rinçage après désinfection chimique
 - La désinfection doit respecter les recommandations des fabricants. Elle peut se faire selon différents modes :
 - Désinfection thermique (90– 125 °C)
 - Désinfection chimique avec un désinfectant de haut niveau
 - Désinfection thermochimique associant la chaleur à un désinfectant de haut niveau
 - Fréquence :

Dès la mise en service

Après chaque séance, avant toute utilisation

Après maintenance préventive ou curative

- Les bidons d'acide citrique doivent être rapidement fermés après utilisation et employés rapidement : risque de développement de moisissure de type penicillium +++. Privilégier l'utilisation de cartouche stérile, contenant la dose nécessaire à une utilisation. Une étude a évalué l'efficacité de différents désinfectants, y compris

l'acide citrique, contre la formation de biofilms de bactéries dans l'eau de dialyse, en mettant en évidence l'efficacité de l'acide citrique pour prévenir la formation de biofilm : **(voir bibliographie en dessous)**

- Acide peracétique : Désinfection à froid ++/ pas de désinfection thermochimique, acide inflammable, dont l'efficacité dans la désinfection des systèmes de distribution d'eau de dialyse, en évaluant les concentrations optimales et les temps d'exposition pour éliminer les contaminants microbiens, est analysée dans une étude [45]

Protocole de désinfection :

- Désinfection thermo-chimique par de l'Acide citrique 50% ou l'acide acide hydroxyacétique (Diastéril[®]) :
- Dès la mise en service
- Après chaque séance, avant toute utilisation
- Après maintenance préventive ou curative
 - Appuyer sur la touche Rinçage / Désinfection
 - Sélectionner Désinfection thermochimique
 - Appuyer sur la touche Confirmer
 - Appuyer sur la touche Marche / Arrêt en fin de désinfection
- Le rinçage, à l'eau osmosée, est fait systématiquement après chaque désinfection chimique.
- S'assurer de l'absence de toute trace de désinfection avant la séance de dialyse, si test positif, refaire rinçage jusqu'à négativation.

- Désinfection thermique intégrale (boucle + générateurs) : quotidiennement en fin de journée
- En cas de générateur non utilisé pendant plusieurs jours :
- Circuit hydraulique plein d'eau osmosée
- désinfection–rinçage chaque 72 heures
- Les ultrafiltres doivent être changés au moins tous les 60 jours ou après 100 séances ou quand le générateur le réclame. Si un produit chloré est utilisé pour la désinfection, l'ultrafiltres doit être changer après 11 désinfections.

Bibliographie :

- Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-337 du 20 juin 2000 relative à la diffusion d'un guide pour la production d'eau pour l'hémodialyse des patients insuffisants rénaux
- Guide pour le choix des désinfectants 2015
- Recommandations de la SFHH : Bonnes pratiques d'hygiène en hémodialyse
- Normes AFNOR (fluides pour hémodialyse : exigences et recommandations aux utilisateurs)
- RBPM Maroc ALD 17 IRCT MARS 2013
- Cleaning and disinfecting the system hydraulics, Frésinus medical care.
- "Impact of Disinfection Procedures on Microbial Contamination of Dialysis Water Distribution Systems" (2016)
- "Effectiveness of disinfectants against biofilm formation of Pseudomonas aeruginosa and Staphylococcus aureus isolated from dialysis water" (2016)

PROTOCOLE D'ENTRETIEN DES SURFACES EXTERNES DES GÉNÉRATEURS

Objectif :

Surfaces externes : carrosserie et composants externes des générateurs

Qui : / Aide-soignante

Quand : à la fin de chaque séance (Après retrait des tubulures et dialyseur, et départ du patient +++ et avant l'installation d'un nouveau patient ou au cours de la dialyse si incident.

Produits : Désinfectant-détergent de surface bactéricide, virucide, mycobactéricide, fongicide à utiliser en tenant compte des recommandations du fabricant

- Lingettes prêtes à l'emploi +++
- Bac/cuvette contenant la solution détergente désinfectante préparée selon les indications du fabricant et chiffons en microfibres

Détergence : Processus selon lequel des salissures (souillures) sont détachées de leur substrat et mises en solution ou en dispersion.

Désinfection : opération au résultat momentané permettant d'éliminer ou de tuer les micro-organismes et ou d'inactiver les virus indésirables portés par des milieux inertes contaminés.



PAS D'EAU DE JAVEL

- Comment :
- Mettre des gants à usage unique non stériles ou des gants de ménag
- En cas de souillures importantes, dégrossir avec un chiffon/lingette jetable imbibé de Désinfectant-détergent

- Au moyen de la lin – désinfectant, procéder à un nettoyage par frottement des éléments suivants :
- Le tableau de bord de la machine
- Le plateau supérieur de la machine
- Les surfaces antérieures, postérieures et latérales de la machine
- La face interne et externe des raccords de dialysat
- La face interne et externe des raccords des cannes d'aspiration
- Le support de la cartouche de bicarbonate
- En cas de souillures importantes, changer la lingette ou le chiffon – Retirer les gants
- Se désinfecter les mains avec la solution Hydro-Alcoolique.

Bibliographie :

- Hygiène prévention et contrôle de l'infection
- Recommandations de la SFHH : bonnes pratiques d'hygiène en hémodialyse
- Guide pour le choix des désinfectants, Société française d'hygiène hospitalière, janvier 2015

PROTOCOLE EN CAS DE CONTAMINATION BACTERIENNE D'UN GÉNÉRATEUR

Qui : technicien du laboratoire, technicien biomédical

Quand :

- Après suspicion clinique d'un patient dialysé infecté
- Après résultats bactériologiques positifs des prélèvements en provenance du générateur :
 - Nombre de germes totaux vivants > 100 colonies / ml à 37°C (bactéries)
 - Nombre de germes totaux vivants > 10 colonies / ml à 22°C (levures)
 - Présence de bacille pyocyannique (*Pseudomonas aeruginosa*)
 - Endotoxines bactériennes > 0.25 UI / ml

Où : Service de dialyse

Comment :

- Isoler le générateur dans le service et le maintenir pendant la durée des tests
- Contrôler la présence des germes (confirmation ou infirmation)
- Renouveler le prélèvement en suivant la procédure sur :
 - Le générateur incriminé
 - Un générateur témoin (non contaminé)
 - La boucle du circuit d'eau
- Acheminer le prélèvement au laboratoire

- Résultats :

Bactériologie	Endotoxines	Interprétation
Négatif	Négatif	Pas de contamination
Négatif	Positif	Suspicion de relargage de biofilm
Positif	Positif	Contamination
Positif	Négatif	Contamination

Négativation des analyses :

- Remise en circuit du générateur
- Contrôle bactériologique à faire 8 à 10 jours après l'évènement sur le générateur incriminé
- Confirmation de la contamination bactérienne :
 - Désinfecter entièrement le générateur en suivant la procédure
 - Contrôler l'absence de germe après désinfection au niveau du générateur et de la boucle
 - Remise en service du générateur
 - Contrôle bactériologique systématique 8 à 10 jours après la remise en service

BIBLIOGRAPHIE :

- Circulaire DGS/DH/AFSSAPS n° 2000-337 du 20 juin 2000 relative à la diffusion d'un guide pour la production d'eau pour l'hémodialyse des patients insuffisants rénaux
- La norme ISO 23500. 2011. Guide de préparation et de gestion de la qualité des fluides pour hémodialyse et thérapies apparentées.

**PROTOCOLE D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS AU CONTACT DU
MALADE EN DIALYSE (VOIR ANNEXE VIII)**

Objectif : Maitrise du risque infectieux lié à l'environnement

Qui : infirmière du service/aide-soignante/femme de ménage

Quoi, comment et quand :

Les produits :

- Détergents : Uniquement propriétés nettoyantes, Ne détruit pas les M.O, Mais les élimine par action mécanique
- Désinfectants : Au moins bactéricide mais peut être en + Fongicide, Virucide et Sporicide
- Détergents-désinfectants : Double propriété détergence-désinfection
- Détergents-désinfectants-détartrants.

Bibliographie :

- Hygiène prévention et contrôle de l'infection
(http://www.hpci.ch/hh_home.htm)
- Recommandations de la SFHH : bonnes pratiques d'hygiène en hémodialyse
- Guide pour le choix des désinfectant ; Société française d'hygiène hospitalière, janvier 2015

PROTOCOLE DESINFECTATION CHIMIQUE DE LA BOUCLE ET DE L'OSMOSEUR

Qui : Technicien biomédical

Quand : Tous les mois, ou en cas d'anomalie observée ou d'intervention sur le circuit

Où : Centrale de production d'eau

Comment : Il existe plusieurs études et documents techniques qui décrivent en détail les protocoles de désinfection chimique de la boucle et de l'osmoseur en hémodiafiltration (HDF), et qui nous ont permis d'établir ce protocole , parmi elles : **"Water Quality for Hemodialysis: A Practical Guide for the Dialysis Practitioner"** (2018) : Ce guide pratique publié par la National Kidney Foundation fournit des recommandations détaillées sur la qualité de l'eau pour la dialyse, y compris les protocoles de désinfection des boucles et des osmoseurs en HDF. On retrouve également **"Dialysis Water Preparation and the Role of Dialysis Fluid Delivery Systems"** (2018) : Cette étude examine les aspects techniques de la préparation de l'eau pour la dialyse, y compris les protocoles de désinfection des systèmes de distribution d'eau en HDF. Et enfin **"Standard for hemodialysis system, including the treatment of the water used in hemodialysis procedures"** (ISO 23500:2021) : Cette norme internationale établit les exigences et les recommandations pour les systèmes de dialyse, y compris les protocoles de désinfection pour assurer la qualité de l'eau utilisée en HDF.

a. Préparation du désinfectant :

Préparer une solution désinfectante appropriée selon les recommandations du fabricant ou selon les protocoles établis par

l'établissement de santé. Cette solution peut être composée d'un désinfectant spécifique tel que le peroxyde d'hydrogène, le peroxyde de peroxyacétique ou une solution chlorée.

b. Arrêt de la circulation d'eau :

Arrêter la circulation d'eau dans la boucle de distribution et l'osmoseur pour permettre la désinfection en toute sécurité.

c. Rinçage préliminaire :

Effectuer un rinçage préliminaire des conduites et de l'osmoseur avec de l'eau propre pour éliminer les résidus et les contaminants résiduels.

d. Application du désinfectant :

Appliquer la solution désinfectante préparée dans les conduites de la boucle et dans l'osmoseur selon les instructions du fabricant ou les directives établies par l'établissement de santé. Assurez-vous que la solution désinfectante atteigne tous les points de la boucle et de l'osmoseur.

e. Temps d'exposition :

Respecter le temps d'exposition recommandé pour le désinfectant afin d'assurer une élimination efficace des contaminants microbiens. Ce temps peut varier en fonction du type de désinfectant utilisé et des directives spécifiques du fabricant.

f. Rinçage final :

Après la période d'exposition, rincer soigneusement les conduites et l'osmoseur avec de l'eau propre pour éliminer toute trace de désinfectant résiduel.

g. Vérification de l'efficacité :

Effectuer des tests appropriés pour vérifier l'efficacité de la désinfection et s'assurer que les niveaux de contamination microbiennes sont conformes aux normes de qualité et de sécurité.

h. Remise en service

Une fois la désinfection complétée et la qualité de l'eau vérifiée, remettre en service la boucle de distribution et l'osmoseur pour reprendre le traitement HDF

PLAN DE MAINTENANCE ANNUEL DE LA CENTRALE DE TRAITEMENT D'EAU

Qui : Service biomédical

Quand : intervention sur la centrale de traitement d'eau

Où : centrale de traitement d'eau pour la dialyse

Comment : procédures correspondantes aux types d'intervention :

- Changement des filtres 50-10-5-1 : chaque 3mois
- Changement des filtres 0,22 mm : à la demande
- Désinfection chimique osmoseur-boucle : chaque mois
- Changement, recharge charbon actif : une fois par an
- Recharge de sel : hebdomadaire
- Nettoyage bac à sel : une fois par an
- Nettoyage Testomat : une fois par an
- Recharge du testomat : à la demande

Ainsi que la durée d'exposition au type de membranes apparaissent déterminants dans la survie des patients dialysés [96]. Le seuil critique des taux de b₂-microglobuline pré-dialytiques se situait à 27 mg/L dans l'HEMO Study. L'augmentation des taux de b₂-microglobuline s'accompagne d'une augmentation régulière de la mortalité atteignant 60 % pour des valeurs de 50 mg/L.

Les limites du protocole de l'Hémodiafiltration

Plusieurs études ont examiné les limites de l'hémodiafiltration (HDF) et nous ont permis d'établir beaucoup d'entre elles :

"Hemodiafiltration: Limits and Challenges" (2016) : Cette étude examine les limites techniques et cliniques de l'hémodiafiltration, notamment les défis liés à la biocompatibilité des membranes, à la gestion de l'hydratation, à la formation de biofilms, et à l'efficacité de l'élimination des toxines urémiques.

"Limitations and potentials of online haemodiafiltration" (2017) : Cette étude analyse les limitations et les potentiels de l'hémodiafiltration en ligne, en mettant en évidence les défis techniques tels que les limitations de flux, les contraintes de la membrane, et les coûts associés à la mise en œuvre de cette technique.

"Clinical applicability and limits of online hemodiafiltration: a narrative review" (2019) : Cette revue narrative explore l'applicabilité clinique et les limites de l'hémodiafiltration en ligne, en abordant des sujets tels que l'efficacité clinique, les considérations économiques, et les défis pratiques associés à cette technique.

a. La question du coût de l'hémodiafiltration versus hémodialyse : bénéfice à long terme mais coût plus important :

Le coût de l'HDF, le surcoût est lié aux solutés de réinjection et aux membranes de haute perméabilité. Le coût du soluté de réinjection est limité au coût de fabrication : qualité de l'eau, filtration, contrôles de qualité. Le liquide de réinjection doit être ultrapur : stérile, apyrogène et non contaminé minéralogiquement. Le volume de réinjection n'est plus limité uniquement par son coût, mais aussi par sa disponibilité quantitative. Si l'on accepte que la

production d'eau ultrapure et que l'utilisation de moniteurs générateurs de dialyse délivrant un dialysat stérile apyrogène par ultrafiltration sont des conditions techniques prérequisés basiques de l'hémodialyse contemporaine a haute perméabilité et haute efficacité, le surcoût est essentiellement représenté par les contrôles microbiologiques d'eau, de dialysat et d'infusât exigés par les textes réglementaires encadrant la pratique de l'hémodiafiltration en ligne dans les centres de dialyse. Dans nos unités, ce surcoût a été chiffré entre 5 et 7 euros par séance d'hémodiafiltration si l'on inclut l'ensemble des charges liées à l'amortissement du matériel spécifique, aux différentes cultures microbiologiques et au dosage des endotoxines par lysat d'amibocyte de limule.

L'apport bénéfique de l'hémodiafiltration tendant à réduire la fréquence et la durée des hospitalisations, la survenue d'évènements cardiovasculaires, la consommation d'agent stimulant l'érythropoïèse ou même celle de fixateurs digestifs du phosphore n'est jamais prise en compte dans ces calculs.

b. La biocompatibilité

Est accrue en HDF pour de nombreuses raisons :

- Qualité du dialysat : composition et pureté,
- Qualité des membranes :
 - Biocompatibles,
 - Extraction/adsorption de β_2 microglobulines, de toxines.

c. Haute perméabilité, grande surface des membranes :

Perte de protéines :

L'utilisation de membranes hautement perméables soumises à une pression transmembranaire élevée peut entraîner une perte accrue d'albumine.

L'amélioration de la technologie de fabrication des membranes a réduit le coefficient de tamisage de l'albumine dans les membranes HDF couramment utilisées à un nombre très faible. Les membranes de poids moléculaire plus élevé qui perdent de l'albumine ne sont pas une bonne option pour l'HDF et exposent le patient à un risque de perte importante d'albumine. Il existe une école de pensée selon laquelle une certaine perte d'albumine pendant l'hémodialyse peut être une bonne chose, car elle sert à augmenter l'élimination des toxines urémiques liées à l'albumine, mais les avantages de telles membranes qui fuient les protéines font toujours l'objet de débats.

Syndromes de carence :

Une perte accrue de nutriments est un risque théorique associé à toutes les modalités utilisant des membranes à haut flux. Des vitamines solubles, des oligo-éléments, des acides aminés, des petits peptides et des protéines peuvent être perdus. La quantité perdue par séance est faible et peut dans la plupart des cas être compensée par un apport oral adéquat (Morena, 2002).

d. Les inconvénients en Pré-dilution, Post dilution :

- Pré dilution :
 - Hémococoncentration
 - Augmentation de la protéinurie et de l'hématocrite
 - Augmentation de la viscosité et de la pression oncotique
 - Réduction de perméabilité Hydraulique et de la membrane du soluté
 - -Augmentation de la pression transmembranaire
 - Réduction du coefficient de tamissage
 - Coagulation des fibres
 - Alarmes potentielles

- Fuite potentielle de l'Albumine
 - Post dilution :
- Clairance du soluté réduite
- Élimination des petites, moyennes et hautes masse moléculaire des solutés
- Augmentation du volume de liquide de remplacement nécessaire

e. Accès vasculaire :

Les patients traités par HDF nécessitent un accès vasculaire capable de délivrer un flux sanguin extracorporel d'au moins 350 à 400 ml/min de manière fiable.

Les normes imposées dans le traitement d'eau :

La qualité de l'eau : L'eau utilisée pour les thérapies par convection doit répondre à des critères de pureté très stricts. Un tel raffinement dans la purification de l'eau a conduit au concept « d'eau ultrapure », une eau pratiquement stérile et apyrogène. L'objectif global de ce concept est de garantir la pureté chimique et microbiologique de tous les fluides utilisés. Les aspects techniques des systèmes de traitement de l'eau et des systèmes de canalisations de distribution d'eau ont été détaillés ailleurs. Les options techniques de base nécessaires à la production d'eau ultra pure consistent en un système de prétraitement (microfiltration, adoucisseurs, charbon actif, microfiltration en aval) suivi de deux modules d'osmose inverse en série.

L'eau ultrapurifiée est acheminée vers les machines de dialyse via une boucle de distribution qui assure une recirculation continue de l'eau. Comme déjà décrit, un fluide de dialyse de qualité microbiologique est ensuite dérivé de cette eau chimiquement pure en utilisant des ultrafiltres stérilisants intégrés à l'appareil de dialyse.

Les standards de la pureté des eaux en dialyse.

Assurance qualité et règles d'hygiène :

Un programme d'assurance qualité : Ce processus est nécessaire pour maintenir régulièrement l'ultrapureté de l'eau produite et livrée à toutes les machines HDF. Cela implique une désinfection régulière du système de traitement de l'eau (chimique et/ou thermique) et un suivi microbiologique de l'eau produite (bactériométrie par des méthodes appropriées et évaluation de la teneur en endotoxines basée sur le test du lysat d'amibocyte de Limulus [LAL]). De plus, les machines HDF en ligne sont soumises à une désinfection régulière, à des changements d'ultrafiltres stérilisants et à un suivi microbiologique selon les recommandations du fabricant et les réglementations locales.

La production de liquide de dialyse stérile et apyrogène (dialysat ultrapur) est réalisée par « stérilisation à froid » de la solution de dialyse fraîchement préparée à l'aide d'ultrafiltres stérilisants dédiés. Le module de perfusion se compose d'une pompe à perfusion réglable qui peut être réglée pour fonctionner à une vitesse de 0 à 250 ml/minute. Le dialysat ultra pur ainsi produit est ensuite dévié par la pompe à perfusion et passé à travers un deuxième ultrafiltre. Le liquide de substitution doublement filtré est ensuite perfusé dans le sang du patient.

Les ultrafiltres stérilisants sont incorporés dans les trajets du liquide de dialyse et sont désinfectés in situ au sein de la machine.

Ils doivent être remplacés périodiquement selon des critères définis (soit le nombre de séances, soit la durée d'utilisation) pour éviter la perte de leur capacité d'adsorption des endotoxines.

ANNEXES

ANNEXE I : PRESCRIPTION D'UNE SEANCE D'HDF

Nom : Prénom : IP :

Médecin :	Date :
Infirmier :	Poste :
Générateur :	Dialyseur :

Technique : HDF HD

Durée :4 H..... Débit de pompe :400.....ml/min

Fréquence : L Ma Me J V S D

Réinjection : Pré Post Bicarbonate Autre

Débit de réinjection :ml/mi Auto

Dialyseur :

Poids Sec:Kg PPID: Kg

Ultrafiltration Horaire Max:ml/h UF max/séance :ml

Abord vasculaire : KT Tunnélisé KT fémoral FAV

Anticoagulation : HNF HBPM CITRATE

Dose d'anticoagulation :

Restitution : SG 5% SS % SB 14%

BAIN

Débit de dialysat :500.....ml/min Température :

Na : HCO3 : K : ...K2/ K3..... Ca : 1.25/ 1.5 / 1.75

Référence acide : Acide : Acétate

Surveillance

Début de dialyse :	Fin de dialyse :		
Poids de début :	Poids de fin :		
TA de début :	TA de fin :		
GAJ Début :	GAJ fin :		
Pression Veineuse : 1 ^{ère} h :	2 ^{ème} h :	3 ^{ème} h:	4 ^{ème} h:
.....			

ANNEXE II : Prescription du bain de Dialyse :

Le dialysat doit être ultrapur vu les risques de rétrofiltration. La production de dialysat ultrapur répond aux besoins de certaines modalités d'épuration extra-corporelle comportant notamment la production "en ligne" de liquide de substitution telles l'HDF.

Composition du dialysat en HDF :

Na⁺ : Isonatrique de préférence entre 135 et 144 mmol, Les dialysats hyponatriques sont responsables de la survenue fréquente d'incidents d'hypotension, de céphalées et de crampes musculaires.

Ca⁺⁺: à 1,50 – 1,75 mmol/l, mais ces concentrations peuvent doivent être adaptées aux apports, surtout en HDF avec hauts débits.

K⁺ : La concentration en potassium du dialysat est habituellement entre 2 et 3 mmol/L pour permettre l'extraction du potassium accumulé durant la période inter dialytique, chez le sujet âgé, porteur de cardiopathie, parfois digitalisé ou présentant des troubles du rythme.

HCO₃⁻ : Le tampon bicarbonate, le plus couramment utilisé à la concentration de 33 à 35 mmol. l en HDF . L'utilisation du tampon bicarbonate doit être préférée chez les patients à l'état cardio-pulmonaire précaire et chez ceux ayant développé des réactions adverses lors de la dialyse avec le tampon acétate, notamment une instabilité hémodynamique. Au cours de la dialyse à hautes performances, l'utilisation du tampon bicarbonate est impérative.

Glucose : Un dialysat avec concentration en glucose de 1 à 2 g/L est recommandé chez les diabétiques et chez les patients âgés en HDF. Une perte de glucose au cours de la seance peut être responsable de symptômes tels que des céphalées, des nausées ou une fatigue post-dialytique.

Mg⁺⁺ : L'hypermagnésémie peut entraîner des troubles de la conduction atrioventriculaire et intraventriculaire et une tendance dépressive. L'hypermagnésémie chronique pourrait également jouer un rôle dans l'ostéodystrophie rénale et le développement de calcifications des tissus mous. La concentration habituellement recommandée pour corriger l'élévation du magnésium plasmatique est de 0,5 à 0,75 mmol/L.

Cl⁻ : La concentration en anion chlore doit être égale à la concentration totale en cations, dont le principal est le sodium, diminuée de la concentration de l'anion acétate ou bicarbonate, de manière à maintenir la neutralité électrochimique du dialysat. La concentration en chlore du dialysat varie entre 105 et 120 mmol/L.

ANNEXE III : Prescription d'anticoagulation en HDF

➤ Anticoagulation du circuit

En HDF, il faut savoir qu'on administre une dose d'entretien et une dose bolus en fonction du poids du patient, et en l'absence de contre-indication à l'héparine.

- Héparine non fractionnée : 50 – 100 UI/kg si aucune contre-indication , ne nécessite pas d'adaptation particulière par rapport à l'HD conventionnelle. Nous administrons un bolus de 2000 unités en début de dialyse, suivi d'une perfusion continue de 500 unités par heure. Cette perfusion est généralement arrêtée 60 minutes avant la fin de la séance de dialyse, mais peut être ajustée en fonction des tendances à la coagulation de chaque patient au cours de la dernière heure de dialyse. Si une coagulation se développe, nous arrêtons alors 30 minutes avant la fin de la dialyse.
- Héparine a bas poids moléculaire : Lovenox 0.5–1 mg/kg pour une durée de 4 h, nécessite une adaptation des doses mais surtout du mode d'administration. Il est actuellement recommandé d'injecter l'HBPM sur le site veineux (piège à bulles) ou mieux sur l'aiguille veineuse et non comme cela est indiqué dans les brochures des HBPM sur la voie artérielle. Par exemple : la tinzaparine (HBPM avec la demi-vie la plus courte) est généralement administrée sous forme de bolus de 2 500 unités anti-Xa pour une séance de dialyse de quatre heures, tandis que l'énoxaparine (HBPM avec la demi-vie la plus longue) est généralement dosée à 20 unités. mg pour une séance de dialyse de quatre heures. Les patients traités par une HBPM à courte durée d'action comme la tinzaparine

peuvent également avoir besoin d'un deuxième bolus pour des séances de plus de quatre heures.

Des modifications de cette prescription standard peuvent être nécessaires en cas de saignement ou de coagulation au cours d'une séance HD :

- Si une coagulation est détectée dans la chambre à air veineuse et dans le collecteur du dialyseur au cours de la première moitié de la séance de dialyse, nous augmentons alors le bolus UFH par incréments de 500 UI par traitement, pour un maximum de 4 000 unités.
- Si une coagulation est détectée dans la seconde moitié de la séance, nous augmentons alors le débit de perfusion d'UFH de 100 UI/heure à chaque traitement jusqu'à un maximum de 1 000 UI/heure.

Les patients qui présentent des caillots pendant leur traitement par HBPM voient leur bolus augmenter de manière séquentielle au cours des séances de dialyse suivantes.

- Si contre-indication à l'anticoagulation
 - Rinçage : Cette stratégie nécessite l'injection de sérum physiologique en continu dans la ligne artérielle pendant toute la durée de la séance d'hémodialyse.
 - Citrate : l'anticoagulation régionale au citrate est aujourd'hui recommandée en première intention, quel que soit le type de patients concernés (patient à risque hémorragique ou non) [23]. Le citrate chélate le calcium ionisé et inhibe ainsi la cascade de coagulation. Il faut, lors de l'utilisation du citrate comme anticoagulant, augmenter le calcium dans le bain du dialysat.

ANNEXE IV : PROTOCOLE EN CAS DE DYSFONCTIONNEMENT DU CATHÉTER

VEINEUX TUNNELISÉ

Définition de dysfonction du cathéter =

Difficulté ou impossibilité de retirer les verrous

Débit de pompe à sang inférieur ou égale à 250 ml/min pendant deux séances

Pression artérielle ou veineuse supérieure à 200 mmHg

Séance de dialyse impossible car débit insuffisant

En systématique :

- Après avoir retiré les verrous, rincer immédiatement le cathéter (avant la mise en place des prolongateurs) (pas de stagnation de sang dans le cathéter)
- Fermeture du cathéter par verrou Citraflow 4%, (injection en 10 secondes pour éviter un passage systémique)
- En cas de dysfonction : PALIER 1
- Désobstruction mécanique du cathéter : Rinçages rapides itératifs avec seringue de 50 ml au sérum physiologique jusqu'à obtention d'un bon débit (patient en position Trendelenbourg)
- Prévoir des rinçages itératifs au sérum physiologique avant branchement pour les prochaines séances
- Si cathéter non fonctionnel : trempage à l'ACTILYSE (des verrous qui ont un pouvoir lysant sur les fibrines) pendant 20 minutes APRES AVIS MEDICA
- Fermeture au TAUROLOCK U
- Persistance d'une dysfonction : PALIER 2

- Désobstruction mécanique : Rinçages itératifs au sérum physiologique jusqu'à obtention d'un bon débit
- Prévoir des rinçages itératifs au sérum physiologique avant branchement pour les prochaines séances
- Si échec ou cathéter non fonctionnel : trempage à l'ACTILYSE pendant 20 minutes APRES AVIS MEDICA
- Fermeture à l'ACTILYSE x1/semaine APRES AVIS MEDICAL (les deux autres séances de la semaine fermeture au taurolock U)

Dysfonction malgré PALIER 2 pendant 3 séances :

- Discuter la désobstruction en radiologie interventionnelle
- Discuter le changement de cathéter

Réévaluation du palier à chaque séance :

Prévenir le médecin si dysfonction du cathéter

Si cathéter fonctionnel pendant 3 séances consécutives : on repasse au palier inférieur

PS : pas de recul sur l'utilisation l'actilyse au long cours de sur les cathéters tunnésés

LES VERROUS

CITRAFLOW TM 4%	citrate trisodique	Seringue pré-remplie 2.5. ml
TAUROLOCK TM - U25000	Taurolidine + citrate + urokinase	Ampoule 5 ml + flacon substance sèche
ACTILYSE [®] cathflo	Altéplase 2 mg	Flacon substance sèche

Bibliographie :

-Hemodialysis Catheters: Update on Types, Outcomes, Designs and Complications.

El Khudari H, Ozen M, Kowalczyk B, Bassuner J, Almeahmi A. Semin Intervent Radiol. 2022 Feb 18;39(1):90–102. doi: 10.1055/s-0042-1742346. eCollection 2022 Feb.

- Malfunction of dialysis catheters: management of fibrin sheath and related problems. Faintuch S, Salazar GM. Tech Vasc Interv Radiol. 2008 Sep;11(3):195–200. doi:

10.1053/j.tvir.2008.09.008.PMID: 19100950 Review.

ANNEXE V : EXAMEN CLINIQUE DE LA FISTULE ARTERIO VEINEUSE NATIVE

- Observer l'ensemble du membre porteur, et vérifier
 - Absence évidente d'un œdème de la main et de l'avant-bras signant en générale la sténose d'une veine de drainage (sous clavière, tronc brachio- céphalique)
 - L'absence de différence de volume entre le bras porteur de la fistule et le membre collatéral.
 - L'absence de veines collatérales qui pourraient s'être développées en raison d'une thrombose ou d'une sténose serrée de la veine principale ;
 - L'aspect de la peau : absence d'irritation, rougeur, cyanose
 - L'absence de douleur : paresthésie, différence de température des extrémités du membre ;
 - Les points de ponctions : absence de signes inflammatoires, caillots persistants ou hématomes
- Observer l'ensemble du trajet de la fistule :
 - La veine artérialisée et ses veines de drainage sont harmonieusement dilatées (calibre régulier sans anévrisme) ;
 - Manœuvre du « bras levé » : palper le tonus de la veine artérialisée à proximité de l'anastomose, faire lever le bras porteur de la fistule au-dessus du cœur : la veine artérialisée doit se collaber presque entièrement. Ceci est le signe d'un bon retour veineux et donc d'une absence de sténose serrée.

PALPATION

Elle se fait à mains nues, sur l'ensemble du trajet de la fistule sur laquelle on a vérifié :

- La présence du « Thrill » (frémissement dû aux turbulences créées par le passage : rapide du sang de l'artère vers la veine il est au maximum au niveau de l'anastomose, présent tout le long de la veine et s'atténue progressivement.
- L'absence de pulsativité de la veine que l'on peut rencontrer en amont d'une thrombose ou d'une sténose serrée.
- La souplesse de la veine qui ne doit pas être indurée.
- Lors de la palpation de l'ensemble du trajet de la veine, une perte brutale du tonus suggère une sténose serrée a ce niveau.

AUSCULTATION

Elle se fait à l'aide d'un stéthoscope, sur l'ensemble du trajet de la fistule : on vérifie la présence d'un souffle (équivalent auscultatoire du thrill) ; il est au maximum au niveau de l'anastomose, présent tout au long de la veine artérialisée et s'atténue progressivement (pour une FAV de l'avant-bras, si le débit est bon, le souffle doit être perceptible jusqu'au coude). Il peut à niveau se renforcer et devenir très aigu en regard d'une sténose serrée.

ANNEXE VI : MOYENS DE DESINFECTION DES GÉNÉRATEURS DE DIALYSE

Produits	Nettoyage Élimination des dépôts organiques	Détartrage Élimination des dépôts organiques	Désinfection Destruction des microorganismes
Acide peracétique + peroxyde d'hydrogène	0	++	+++
Aldéhydes	0	0	+++
Hypochlorite de Sodium Dérivés chlorés	+++	0	+++
Chaleur	0	0	+++
Acide hydroxyacétique (acide glycolique)	0	+++	0
Acide citrique 50%	0	+++	0
Acide acétique 30%	0	++	+

ANNEXE VII : PROTOCOLE POUR UNE PREMIERE PONCTION DE FAV

Toutes les premières ponctions de FAV doivent être effectuées dans les conditions suivantes :

- 1ère ponction OBLIGATOIREMENT réalisée après repérage échographique par le médecin sénior, puis réévaluation de la présence obligatoire du médecin avec celui-ci en fonction de la qualité du vaisseau
- Utiliser des supercath 17G lors des 3 premières ponctions
- Infirmière ayant au moins un an d'ancienneté dans le service
- Garrot manuel
- Unipuncture pendant 9 séances
 - Débit sang à 200 ml/min pour l'artère et à 240 ml/min pour la veine les séances 1 à 3
 - Débit sang à 250 ml/min pour l'artère et à 300 ml/min pour la veine les séances 4 à 9
 - Le ratio doit toujours être à +20% et le volume courant à 60.
- Compression aux gants stériles pendant 12 séances (il faut comprimer 10 min pleines)
- Ionogramme début et fin pendant toutes les séances en unipuncture
- Comment ?
 - Position du biseau : vers le haut
 - La direction de la canule artérielle : Avec le courant du sang
 - Techniques de ponction :
 - « Area puncture »++
 - « rope ladder »

- « Button hole »++
 - Le point de ponction artériel entre 2–4 cm de l'anastomose, après un trajet sous cutané de 5 mm entre 15° et 30° avant d'introduire l'aiguille dans le vaisseau.
 - Le point de ponction veineux, est dans le sens du flux sanguin a environ 2–5 cm (quand c'est possible) du point artériel.

Critères de maturation : règle des trois 6 :

1– Diamètre > 6 mm

2– Profondeur < 6 mm

3– Débit > 600 ml/min (500–1000)

NB : Si le patient est porteur d'un KT fonctionnel, une voie doit être utilisée. La première semaine, on utilisera la veine, puis on alternera artère et veine toutes les 3 séances (ex : séance 1 à 3, la veine sur KT, séance 4 à 6 l'artère sur le KT, séance 7 à 9 la veine sur le KT)

Dans ce cas, le débit sang sera de 200 ml/min pour les séances 1 à 3, puis 250 ml/min pour les séances 4 à 9.

La dialyse ne commence pas tant que la FAV n'est pas ponctionnée !!!

A partir de la 10ème séance, en fonction de l'état de développement et de la facilité de ponction de la FAV, évaluation de la possibilité de mettre 2 cathéters, et transmission sur SINED.

Dès le démarrage de la bipouncture, débit sang à 250 ml/min pendant 3 séances avant de l'augmenter.

Toute modification du protocole se fait uniquement sur prescription médicale.

ASEPSIE +++, Un set de branchement/ débranchement : 2 paires de gants, champ stérile, solution hydro alcoolique et solution de bétadine.

Bibliographie :

- KDOQI Clinical Practice Guideline for Hemodialysis Adequacy: 2015 Upda
- Quand et comment ponctionner un abord artério-veineux ? El Hocine Dkhissi (Meknès), Cours-Congrès francophone organisé par la SFAV 10, 11 et 12 juin 2012, Marseille

ANNEXE VIII : PROTOCOLE D'ENTRETIEN DES EQUIPEMENTS AU CONTACT DU MALADE EN DIALYSE

Objectif : Maitrise du risque infectieux lié à l'environnement

Qui : infirmière du service/aide-soignante/femme de ménage

Quoi	Comment	Quand
<ul style="list-style-type: none"> - Lit, fauteuil - Matelas - Drap - Oreiller, traversin - Couvertures 	<ul style="list-style-type: none"> -nettoyage et désinfection et réfection du lit - Enveloppé d'une housse plastifiée lavable. Nettoyage et désinfection - privilégier le linge jetable - enveloppés d'une housse plastifiée lavable, recouvert d'une enveloppe à usage unique -Couverture de bloc op, nettoyables et désinfectable ou housses en plastique ou a usage unique 	<p>entre chaque patient : après le départ du patient et avant l'installation du patient suivant.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Télécommande (lit, fauteuil, télévision) - sonnettes - table, adaptable, guéridon, table de repas 	<ul style="list-style-type: none"> - protégée par une housse plastifiée lavable ou un film plastique - nettoyage et désinfection systématique - nettoyage et désinfection 	
<p>Autres surfaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Plans de travail, de soins et administratifs - chariots de soins - Sol : <ul style="list-style-type: none"> • À proximité du patient, entre les postes de dialyse • Sur les zones de circulation : une fois par jour (plus si souillure) alternance de détergent/désinfectant et de désinfectant 	<p>Détergent/désinfectant</p> <p>Détergent/désinfectant</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Entre chaque patient, après chaque séance -Entre chaque patient, après chaque séance -une fois par jour
<p>Consommables :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Distributeur de gants -Essuie-mains 	<ul style="list-style-type: none"> - à usage unique - dotation suffisante et vérifiée de façon périodique 	

Les produits :

- Détergents : Uniquement propriétés nettoyantes, Ne détruit pas les M.O, Mais les élimine par action mécanique
- Désinfectants : Au moins bactéricide mais peut être en + Fongicide, Virucide et Sporicide
- Détergents-désinfectants : Double propriété détergence-désinfection
- Détergents-désinfectants-détartrants.

RÉFÉRENCES

- [1] C 2017 Publie´ par Elsevier Masson SAS au nom de Soci´et´e francophone de n´ephrologie, dialyse et transplantation.
- [2] Morena M et al, *Kidney Int.* 2017;91(6):1495–1509.
- [3] **Impact of water quality on dialysis efficacy and patient safety"** (Ramirez et al., 2017)
- [4] Nub´e MJ et al. *Nephrol Dial Transplant.* 2017;32(3):548–555.
- [5] **Microbiological quality of water used in dialysis units"** (Phe et al., 2015)
- [6] **Water quality in dialysis"** (Vanholder et al., 2001)
- [7] H´emodiafiltration : informations techniques et m´edicales
 Thomas Lang 1, Adam M Zawada 2, Lucas Theis 2, Jennifer Braun 1, Bertram Ottillinger 3, Pascal Kopperschmidt 4, Alfred Gagel 5, Pierre Kotanko 6 7, Manuela Stauss–Grabo 1, James P. Kennedy 2, Bernard Canaud 8 9.
- [8] International Electrotechnical Commission. IEC 60601–2–16:2018. Medical electrical equipment – Part 2–16: Particular requirements for basic safety and essential performance of haemodialysis, haemodiafiltration and haemofiltration equipment. Available at: <https://webstore.iec.ch/publication/29089> (Accessed on July 08, 2021).
- [9] Grooteman MP, van den Dorpel MA, Bots ML, Penne EL, van der Weerd NC, Mazairac AH, den Hoedt CH, van der Tweel I, L´evesque R, Nub´e MJ, ter Wee PM, Blankestijn PJ; CONTRAST Investigators. Effect of online hemodiafiltration on all–cause mortality and cardiovascular outcomes. *J Am Soc Nephrol* 2012; 23:1087– 1096. 20.
- [10] De Roij van Zuijdewijn CLM, Chapdelaine I, Nub´e MJ, Blankestijn PJ, Bots ML, Konings CJAM, Kremer Hovinga TK, Molenaar FM, van der Weerd NC,

Grooteman MPC. Achieving high convection volumes in postdilution online hemodiafiltration: a prospective multicenter study. *Clin Kidney J* 2017; 10:804–812. 21.

[11] **Membrane flux and dialyzer clearance in hemodiafiltration"** (Locatelli et al., 2010)

[12] **Membrane selection for hemodialysis and hemodiafiltration: A narrative review"** (Tetta et al., 2016)

[13] Biocompatibility of dialysis fluid for online HDF.

Tomo T, Shinoda T. *Contrib Nephrol.* 2011;168:89–98. doi: 10.1159/000321747. Epub 2010 Oct 7. PMID: 20938128 Clinical Trial.

[14] Effect of Hemodiafiltration or Hemodialysis on Mortality in Kidney Failure

Authors: Peter J. Blankestijn, M.D., Robin

W.M. Vernooij, Ph.D., Carinna Hockham, Ph.D., Giovanni, F.M. Strippoli, M.D., Bernard Canaud, M.D., Jörgen Hegbrant, M.D., Claudia Barth, M.D.,

+8, for the CONVINCE Scientific Committee Investigators* Author Info &

Affiliations

Published June 16, 2023 *N Engl J Med* 2023;389:700–709

[15] **Membrane technology in dialysis: A review"** (Masoud et al., 2021)

[16] **"Polyethersulfone versus cellulose membrane for online haemodiafiltration: A randomized controlled trial"** (Grooteman et al., 2009)

[17] **Polysulfone versus cellulose acetate membrane: A multicenter prospective randomized study comparing the effects on phosphate removal, plasma beta2-microglobulin, and amino acids in hemodiafiltration patients"** (Noda et al., 2013)

- [18] Kerr PG, Argile´ s A, Canaud B, Flavier JL, Mion CM. Accuracy of Kt/V estimations in high-flux haemodiafiltration using per cent reduction of urea: incorporation of urea rebound. *Nephrol Dial Transplant* 1993; 8:149-53.
- [19] **Comparison of hemodiafiltration and hemodialysis with polyacrylonitrile membranes: A prospective randomized study"** (Razeghi et al., 2014)
- [20] High-permeability membrane AN69: evidence for adsorption of humoral factors that promote complement activation"
- [21] Hemodiafiltration: Clinical Evidence and Remaining Questions" (2019)
- [22] Morena M, Jausset A, Chalabi L, et al. Treatment tolerance and patient-reported outcomes favor online hemodiafiltration compared to high-flux hemodialysis in the elderly. *Kidney Int* 2017;91:1495-509
- [23] KDIGO Work Group. KDIGO Clinical Practice Guidelines for Acute Kidney Injury. *Kidney Int* 2012 ; Suppl 2 : 1-138.
- [24] **Impact of dialysis machine and methodology on adequacy of dialysis in patients on maintenance hemodialysis"** (Jayanti et al., 2015)
- [25] **Post-dilution versus pre-dilution during hemodiafiltration: a systematic review and meta-analysis"** (Brito et al., 2014),
- [26] Hemodiafiltration in children: the European Society for Pediatric Nephrology Dialysis Working Group experience" (2017),
- [27] Canaud B. Hémodiafiltration en ligne. Options techniques et meilleures pratiques cliniques. *Contribuer. Néphrol.* 2007 ; 158 : 110-122. est ce que je: 10.1159/000107241. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

- [28] ASSOCIATION FOR THE ADVANCEMENT OF MEDICAL INSTRUMENTATION.
Water treatment equipment for hemodialysis applications. ANSI/AAMI RD62:2001. Arlington (VA): AAMI, 2001. American National Standard
- [29] Effect of online hemodiafiltration on all-cause Mortality and cardiovascular effect; JASN 2012.
Muriel P C Grooteman 1, Marinus A van den Dorpel, Michiel L Bots, E Lars Penne, Neelke C van der Weerd, Albert H A Mazairac, Claire H den Hoedt, Ingeborg van der Tweel, Renée Lévesque, Menso J Nubé, Piet M ter Wee, Peter J Blankestijn; CONTRAST Investigators
- [30] Effect of Dialysate Temperature on Uremic Toxin Removal in Hemodiafiltration
- [31] Effect of Citrate-Containing Dialysate on Regional Citrate Accumulation and Coagulation Parameters in Hemodiafiltration" (Bode-Böger et al., 2007)
- [32] Efficacy and safety of low-dose citrate-based anticoagulation in high-flux hemodialysis and on-line hemodiafiltration" (Morena et al., 2019)
- [33] [Fischbach M, Fothergill H, Zaloszc A, Seuge L. Hemodiafiltration: the addition of convective flow to hemodialysis. *Pediatr Nephrol* 2012; 27:351.](#)
- [34] [Pedrini LA, De Cristofaro V. On-line mixed hemodiafiltration with a feedback for ultrafiltration control: effect on middle-molecule removal. *Kidney Int* 2003; 64:1505.](#)
- [35] International Electrotechnical Commission. IEC 60601-2-16:2018. Medical electrical equipment – Part 2-16: Particular requirements for basic safety and essential performance of haemodialysis,

- haemodiafiltration and haemofiltration equipment. Available at: <https://webstore.iec.ch/publication/29089> (Accessed on July 08, 2021).
- [36] [Schwotzer N, Kanemitsu M, Kissling S, et al. Water-Soluble Vitamin Levels and Supplementation in Chronic Online Hemodiafiltration Patients. *Kidney Int Rep* 2020; 5:2160.](#)
- [37] [Lohr JW, Schwab SJ. Minimiser les complications hémorragiques chez les patients dialysés. *J Am Soc Néphrol* 1991 ; 2:961.](#)
- [38] [Schrader J, Stibbe W, Kandt M et al. Héparine de bas poids moléculaire versus héparine standard. Une étude à long terme chez des patients hémodialysés et hémofiltrés. *ASAIO Trans* 1990 ; 36:28.](#)
- [39] **Pre-dilution versus post-dilution in convective therapies: do we have a definitive answer?"** (Morena et al., 2015)
- [40] **Effect of Acid Concentrate (Citric Acid) on Dialysis-related Hypotension during Hemodiafiltration: A Prospective Randomized Study"** (Shi et al., 2018)
- [41] **Kt/V urea and protein catabolic rate are frequently discordant in hemodiafiltration"** (Tattersall et al., 2004),
- [42] **KT/V estimation in hemodiafiltration: A comparison between different equations"**
- [43] **Arteriovenous fistula for hemodialysis is associated with better survival than catheter and graft"** (Lok et al., 2003)
- [44] **Association between type of vascular access and mortality in U.S. hemodialysis patients"** (Pisoni et al., 2016),
- [45] **"Efficacy of Peracetic Acid in Disinfecting Hemodialysis Water Distribution Systems"** (2019).

Résumé

Introduction :

L'hémodiafiltration a été introduite dans le traitement de suppléance de l'Insuffisance

Rénale Chronique dans les années 80 pour répondre aux besoins non satisfaisants

(Ex. mauvaise tolérance des séances, pathologie du dialysé au long cours) des patients traités par hémodialyse conventionnelle. L'hémodiafiltration (HDF), comme son nom l'indique, associe dans le même module d'échange les performances de l'hémodialyse à haute perméabilité (HEMODIA) et de l'hémofiltration (FILTRATION).

En combinant une clairance diffusive et convective des solutés. L'hémodiafiltration permet d'éliminer simultanément les solutés et toxines urémiques de faible, moyen et haut poids moléculaire. Tout en préservant l'efficacité de l'hémodialyse à haute perméabilité.

Objectif :

Dans l'objectif d'une démarche de qualité et d'une sécurité de prise en charge, notre travail vise à élaborer des protocoles qui intéresseront plusieurs aspects techniques en HDF, permettant de standardiser les procédures de prise en charge des patients entre les différentes équipes et de garantir une meilleure maîtrise des risques de l'hémodiafiltration.

Matériel et méthode :

Les mots clés : HDF, protocoles, hémodialysé chronique, bénéfices risques de l'HDF, survie, biocompatibilité ; membranes a haute perméabilité ; nous ont permis de trouver à partir des sites de recherche PubMed ; Medline ; Cochrane

library, Up to date et HINARI, des essais randomisés, des articles comparatifs de l'hémodialyse et hémodiafiltration, une revue systématique et une méta-analyse : Clinical evidence on hémodiafiltration.

Résultats :

Les articles discutés nous ont permis d'élaborer 16 protocoles d'hémodiafiltration intéressant 3 grands axes, la mise en pratique et techniques de l'hémodiafiltration, un axe sur l'hygiène et maintenance de l'eau et des générateurs, et l'hygiène autour du patient et la gestion de la séance.

Conclusion :

L'hémodiafiltration (HDF) est une modalité thérapeutique qui prend de plus en plus de place dans la prise en charge des patients souffrant d'insuffisance rénale chronique terminale, elle a prouvé son efficacité tout au long des années selon plusieurs études comparatives, et dans les établissements hospitaliers français.

A l'issu de ce travail théorique, nous avons pu mettre en place des protocoles bien établis qui permettront d'appliquer l'hémodiafiltration comme une technique courante dans les centres d'hémodialyse et éventuellement les CHU du Maroc.