

ACCÈS VEINEUX POUR HÉMODIALYSE : TECHNIQUE, INDICATIONS, RÉSULTATS ET DÉVELOPPEMENT FUTUR

par

B. CANAUD, L. CHENINE, C. FORMET et H. LERAY-MORAGUÉS*

En dépit des progrès accomplis dans la prise en charge de l'insuffisance rénale chronique, l'accès vasculaire demeure le maillon faible du traitement de suppléance extrarénal, source de la principale morbidité du patient dialysé [1, 2]. L'efficacité et la qualité des résultats obtenus dans la suppléance rénale au long cours reposent sur un accès vasculaire de bonne qualité, fiable et durable. Les fistules artérioveineuses (avec vaisseaux natifs ou avec pontages) sont les accès vasculaires permanents les plus utilisés. Les accès veino-veineux (cathéter veineux tunnelisé ou dispositif veineux implanté), rarement indiqués au long cours, représentent volontiers les accès de dépannage. La fistule artérioveineuse native demeure l'accès vasculaire de « référence » et de première intention. Elle offre les meilleures performances, la plus grande longévité et la plus faible morbidité. Les pontages artérioveineux (avec matériaux prothétique ou biologique) représentent une deuxième alternative en cas d'échec de fistule, dont la durée de vie est néanmoins plus limitée et la morbidité plus importante. Les accès veineux longue durée représentent la troisième alternative souvent considérée comme une solution d'attente. Ils reposent sur l'implantation de cathéters dans une veine profonde dont l'émergence cutanée peut-être soit extériorisée, soit enfouie et rattachée à un boîtier de type « chambre » accessible par ponction transcutanée.

Le profil médical des patients en traitement de suppléance rénale s'est considérablement modifié au cours de ces dernières années. Les patients sont plus âgés (70 ans en moyenne à la prise en charge) et plus fréquemment diabétiques (15 à 30 p. 100). Ils présentent, pour près de deux tiers d'entre eux, des pathologies

* Néphrologie, Dialyse et Soins Intensifs ; AIDER, Association pour l'Installation à Domicile des Epurations Rénales ; IRFD, Institut de Recherche et Formation en Dialyse ; Hôpital Lapeyronie – Montpellier.

associées cardiovasculaires sévères. Les complications d'accès vasculaires (sténose, thrombose, infection) sont fréquentes chez les patients dialysés (première cause d'hospitalisation) et l'épuisement du capital vasculaire n'est pas rare pour les patients les plus anciens. Le confort thérapeutique procuré par les accès veineux tend à ralentir la création des fistules ou des pontages et souvent à en retarder l'utilisation. Enfin la durée de vie des accès veineux s'est nettement améliorée au cours de ces dernières années si bien qu'ils permettent la poursuite du traitement de façon durable.

Toutes ces raisons font que le recours temporaire aux accès veineux est fréquent et se poursuit souvent de façon prolongée [3, 4]. Les données rapportées récemment par l'étude DOPPS indiquent que l'accès veineux représente 15 à 35 p. 100 des accès vasculaires chez des patients incidents et 5 à 15 p. 100 chez les patients prévalents après 6 mois de traitement [5, 6]. De grandes disparités existent parmi les pays et souvent même au sein d'un même pays en ce qui concerne le recours à l'utilisation des accès veineux. Il est à noter que les pays qui utilisent le plus les cathéters veineux sont également ceux qui recourent le plus souvent aux pontages synthétiques. Ces faits reflètent deux éléments importants qui caractérisent la prise en charge actuelle de l'insuffisance rénale chronique : une grande disparité des pratiques médicales d'un pays à l'autre ; un adressage tardif au néphrologue des patients atteints de maladie rénale, ne permettant pas la confection d'une fistule artérioveineuse en temps voulu.

Nous n'aborderons pas dans ce chapitre les cathéters aigus utilisés dans le cadre de l'urgence (hémodialyse de sauvetage chez un patient non préparé, thrombose ou dysfonctionnement aigu de fistule...) dont les indications doivent être restreintes et la durée d'utilisation réduite au minimum afin d'éviter des complications sévères. Seuls les accès veineux de longue durée représentés par les cathéters veineux chroniques tunnelisés et les dispositifs veineux implantables (« chambre » veineuse attachée à des cathéters) seront abordés. Cette revue portera plus précisément sur les points suivants : aspects techniques (matériel, voies veineuses...), indications, résultats et développement futur.

ASPECTS TECHNIQUES

Les contraintes techniques et opérationnelles imposées par l'hémodialyse actuelle à haut débit et courte durée ont largement contribué à faire évoluer la stylistique des accès veineux chroniques contemporains. Les performances requises par l'hémodialyse contemporaine (débits sanguins élevés [300 à 400 ml/min], faible résistance interne, faibles taux de recirculation) ont conduit au développement de cathéters de gros diamètre à branches séparées et à extrémité multiporée. Les polymères synthétiques (silicone, polyuréthane, carbothane...) qui entrent dans la composition de ces cathéters leur confèrent des qualités mécaniques, de souplesse et de rigidité adaptées aux débits utilisés. Les traitements de surface appliqués visant à réduire l'interaction sang/matériau permettent de réduire la thrombogénicité et l'adhésivité bactérienne. Les soucis de préservation de l'esthétique corporelle et de prévention des infections ont également conduit les fabricants à proposer des cathéters tunnelisés et des dispositifs veineux totalement implantés.

Dispositifs d'accès veineux profonds

CATHÉTERS CHRONIQUES TUNNELISÉS

Différents modèles de cathéters sont actuellement disponibles sur le marché. Un résumé de leurs principales caractéristiques est rapporté dans le tableau I.

Les cathéters chroniques tunnelisés partagent des caractéristiques communes : ils comportent deux branches d'une longueur voisine de 30 cm de long dont 10 cm est tunnelisé sous la peau ; ils sont faits de tubes en polymère synthétique dont la lumière interne est de gros diamètre ; ils comportent un système de fixation et d'amarrage sous-cutané ; ils ont des extrémités distales (mono- ou multiperforées) situées à la jonction veine cave supérieure-oreillette droite pour les cathéters thoraciques. La spécificité des cathéters tient essentiellement dans la nature du polymère utilisé, dans la stylique et la géométrie proprement dite des cathéters (cathéters à double-lumière, double-cathéter, cathéter double-lumière séparable...) dans le traitement de surface du matériau ou dans le système d'amarrage ou de connexion externe [7].

DISPOSITIFS VEINEUX À CHAMBRE IMPLANTABLE

Deux types de dispositifs veineux ont fait l'objet d'études cliniques avec des résultats intéressants, ce sont le Lifesite® et le Dialock® [8]. Ils sont représentés sur la fig. 1.

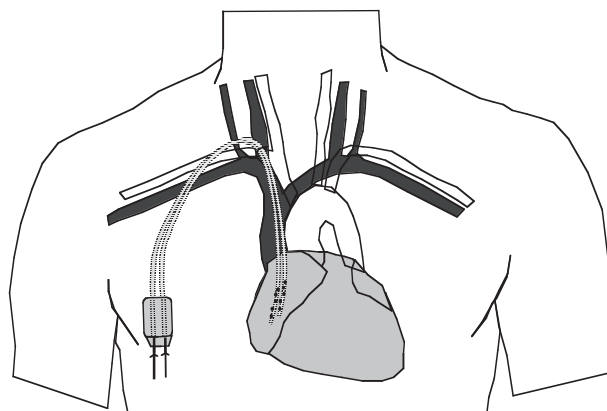
Le Lifesite®, (Vasca, Tewksbury, USA) nécessite l'implantation sous-cutanée de deux boîtiers indépendants raccordés à deux cathéters veineux indépendants insérés dans une veine profonde, la jugulaire interne habituellement [9]. La ponction percutanée de la chambre se fait dans le puits de la chambre, toujours par le même orifice et perpendiculairement au plan cutané avec des aiguilles à fistule. Une valve mécanique s'ouvre à l'introduction de l'aiguille dans le puits et se referme lors du retrait assurant ainsi l'étanchéité du dispositif entre deux séances de dialyse. Dans l'intervalle interdialytique une solution verrou antithrombotique et antiseptique est maintenue en place dans la chambre et les cathéters.

Le Dialock® (Biolink, Middleboro, USA. Noter que la Compagnie Biolink a cessé son activité depuis lors) est un peu différent dans la conception bien que reprenant le concept général du boîtier sous-cutané raccordé à deux cathéters veineux indépendants. Dans ce cas, le boîtier de forme parallélépipédique est unique et comporte deux chenaux sur lesquels sont rattachés les deux cathéters. La ponction percutanée se fait parallèlement au plan cutané avec des aiguilles spécifiques comportant un mandrin. L'introduction des aiguilles se fait par la partie frontale du boîtier et ouvre des valves en silicone mettant ainsi en communication directe la lumière des aiguilles avec celles des cathéters sans restriction de calibre. Le retrait des aiguilles assure la fermeture des valves et l'étanchéité du boîtier et des cathéters. Dans l'intervalle interdialytique, les boîtiers et les cathéters sont refermés avec une solution verrou antithrombotique et antiseptique résidente.

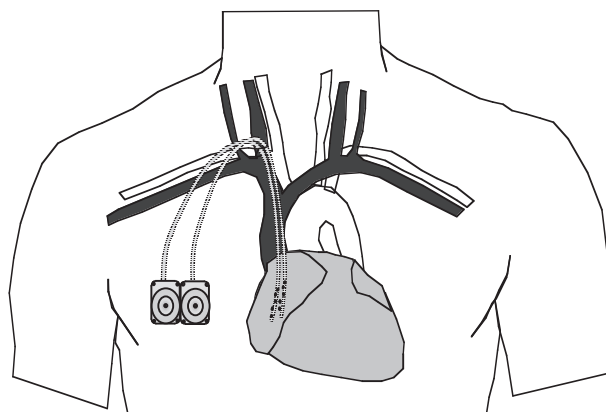
Les travaux cliniques rapportés avec ces deux dispositifs confirment que les débits sanguins obtenus sont satisfaisants et permettent d'obtenir une dialyse efficace [10, 11]. L'esthétique des patients est préservée et leur qualité de vie s'en trouve améliorée. L'incidence des complications infectieuses n'est en revanche pas différente de celle observée avec les cathéters chroniques.

TABLEAU I. — DIFFÉRENTS TYPES DE CATHÉTERS CHRONIQUES D'HÉMODIALYSE COMMERCIALISÉS.

LABORATOIRE FABRICANT	NOM DU CATHÉTER	TYPE DE POLYMÈRE	TYPE DE FIXATION	FORME EXTRÉMITÉS
Arrow	Cannon®	Polyuréthane	Dacron	Bi-lumières 2D
Boston Scientific	Vaxcel®	Polyuréthane	Polyester	Bi-lumières 2D
Kendal	Mahurkar Maxid®	Silicone	Dacron	Bi-lumières 2O
	Quinton Permeath®	Silicone	Dacron	Bi-lumières 2O
	Mahurkar®	Silicone	Dacron	Bi-lumières 2O
	Mahurkar®	Polyuréthane	Absence	Bi-lumières 2D
	Quinton®	Polyuréthane	Absence	Mono-lumière
Bard	Hickman®	Silicone	Vitacuff®	double/mono
	OptiFlow®	Soft-Cell®	Vitacuff®	Bi-lumières
	Niagara®	Flexxicon®	Absence	Bi-lumières
	Hemosplit®	Carbothane®	Absence	Bi-lumières
	Diacath®	Polyuréthane	Absence	double/mono
Hemotech	DualCath®	Silicone	Amarrage	Bi-cathéters
Medcomp	Tesio®	Bioflex	Amarrage	Bi-cathéters
	Duo-Flow®	FlexiSmooth	Absence	Bi-lumières coaxial
	HemoCath®	Silicone	Absence/Polyester	Bi-cathéters
	SplitCath®	Bioflex	Dacron	Bi-cathéters partagé
	SplitCath II®	Carbothane	Dacron	Bi-cathéters partagé
Angiodynamics	Ultra-Flow®	Polyuréthane	Dacron	Bi-cathéters
	Schon XL®	Silicone	Absence	Bi-lumières
	Schon®	Polyuréthane	Hemolock®	Bi-cathéters partagé
	More-Flow®	Polyuréthane	Dacron	Bi-lumières
	Dura-Flow®	Carbothane®	Polyester	Bi-lumières
Spire Biomedical	Pourchez XpressO®/RetrO®	Sil-O-Flex®	Polyester	Bi-cathéters partagé
	Cathéter jugulaire	Silicone	Amarrage	Bi-cathéters



Dialock®



LifeSite®

FIG. 1. — Dispositifs veineux de type « chambre » implantés.

Méthodes et sites veineux d'implantation

Dans la majorité des cas, l'implantation des accès veineux est réalisée par ponction percutanée de la veine sous anesthésie locale. Plus rarement, l'insertion des dispositifs veineux fait appel à une méthode chirurgicale comportant un abord direct de la veine réalisée sous anesthésie générale.

L'insertion percutanée est dérivée de la méthode de Seldinger. En premier lieu, elle consiste en une ponction directe de la veine avec mise en place d'un guide métallique souple permettant le passage d'un cathéter introducteur-dilatateur (Désilet) puis celle du cathéter souple de dialyse. En second lieu, elle comporte une tunnelisation sous-cutanée du cathéter utilisant un tunneliseur adapté. Selon

le type de cathéter implanté, deux méthodes peuvent être utilisées : pour les cathéters monoblocs une tunnelisation ascendante préalable à l'introduction veineuse est nécessaire ; pour les bi-cathéters indépendants la tunnelisation descendante se fait après introduction veineuse des cathéters et l'arrimage des deux parties du cathéter est réalisée de façon extemporanée.

La voie veineuse d'introduction (site de ponction) des accès veineux dépend de l'état clinique du patient, des possibilités anatomiques, des conditions techniques locales et de l'expertise de l'opérateur. Les voies thoraciques supérieures qui donnent accès à la veine cave supérieure doivent être privilégiées (fig. 2a). En première intention, la voie jugulaire interne (droite puis gauche) doit être privilégiée du fait de ses caractéristiques anatomiques et de sa plus faible morbidité. En seconde intention, la voie sous-clavière peut être proposée en cas d'impossibilité ou d'échec des voies jugulaires. Les voies abdominales ou pelviennes qui donnent accès à la veine cave inférieure sont indiquées en cas d'impossibilité ou d'échec des voies thoraciques. La voie fémorale sera ainsi retenue en troisième intention [12, 13] (fig. 2b). En cas d'échec ou d'impossibilité d'utiliser les voies veineuses conventionnelles, il pourra alors être proposé d'implanter directement le cathéter par voie translombaire cave [14, 15] (*voir* fig. 2b). À noter, que ce geste délicat, ne peut pas être réalisé sans l'aide et le guidage permanent du cathéter par imagerie médicale (échographie ou mieux angiotomodensitométrie).

Pour les dispositifs veineux implantés, la mise en place des cathéters veineux est superposable à celle des cathéters longue-durée. Seule la création d'une loge sous-cutanée destinée à recevoir le boîtier, rend le geste plus délicat et douloureux et nécessite habituellement une anesthésie générale.

Manipulation et soins

La préparation cutanée préalable du patient l'insertion du cathéter est très importante afin de prévenir les complications infectieuses précoces. Elle doit être réalisée dans le cadre d'un protocole strict qui comporte un rasage, un nettoyage et une désinfection cutanée par application d'une solution antiseptique 10 à 15 minutes avant le geste. Le repérage de la veine profonde par échographie est souhaitable chez les patients ayant déjà bénéficié de cathéters ou présentant des anomalies anatomiques externes. Selon les possibilités, soit un repérage échographique préalable de la veine sera réalisé avec marquage cutané, soit mieux un échoguidage permanent sera alors proposé facilitant l'insertion des cathéters. Un contrôle radioscopique ou radiographique per- ou post-implantatoire est indispensable pour vérifier le bon positionnement des cathéters et l'absence de complications traumatiques.

Notons que pour maintenir un débit optimal, l'extrémité distale des cathéters caves thoraciques doit se situer à la jonction de la veine cave supérieure et de l'oreillette droite, tandis celle des cathéters fémoraux ou abdominaux doit se situer dans la partie centro-abdominale de la veine cave inférieure.

Les soins et les manipulations des cathéters d'hémodialyse relèvent de la compétence et de la responsabilité d'infirmières spécialisées en dialyse. L'utilisation des cathéters doit être réservée à la pratique de l'hémodialyse en excluant toute autre utilisation (prélèvements sanguins, nutrition, administration itérative de médicaments...). Les branchements et débranchements effectués pour les séances de dialyse doivent être réalisés dans des conditions d'asepsie extrême en accord avec les protocoles validés de bonnes pratiques cliniques.

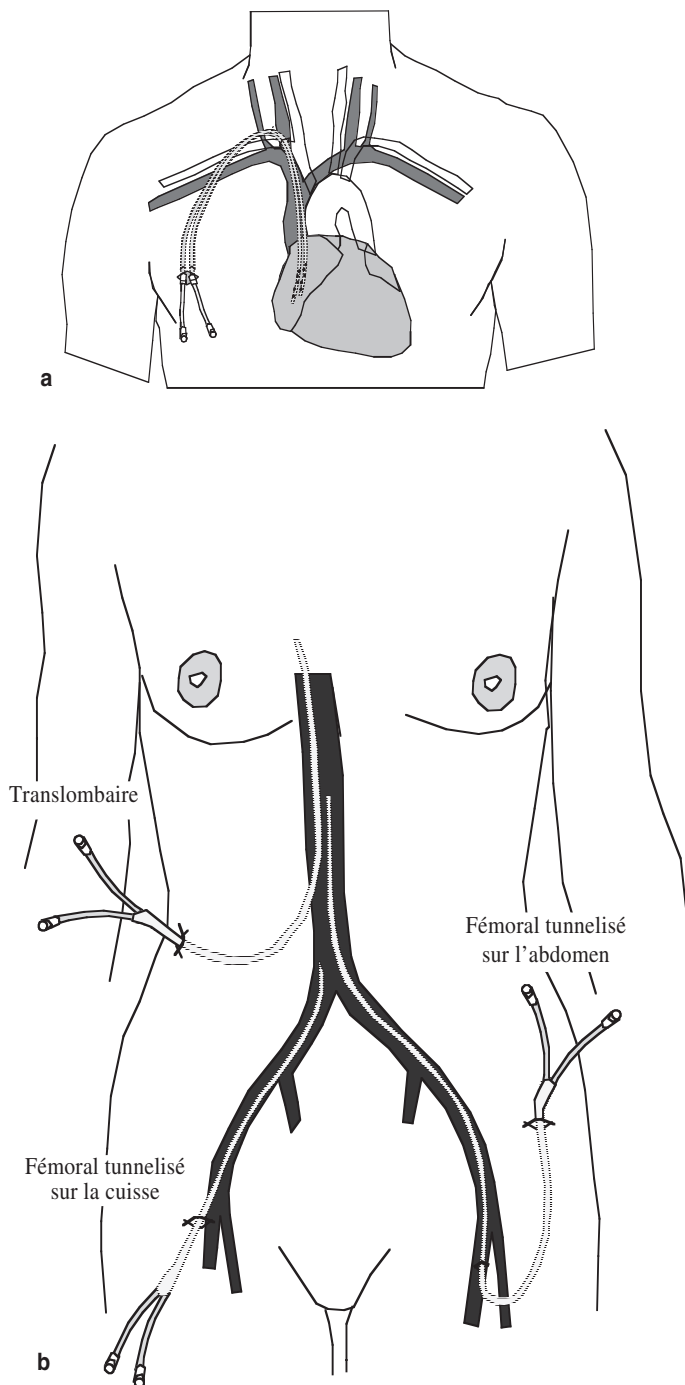


FIG. 2. — **a**- Bi-cathéter tunnellisé implanté dans la veine jugulaire interne droite ; **b**- Différentes variétés de cathéters implantés dans le système cave inférieur.

La prévention de la thrombose des cathéters repose sur l'utilisation de verrous liquidiens antithrombotiques (héparine, héparine de bas poids moléculaire, citrate de sodium) laissés à demeure pendant l'intervalle interdialytique. L'utilisation de solutions verrous mixtes antithrombotiques et antiseptiques apporte une sécurité supplémentaire en réduisant l'incidence des complications infectieuses. L'utilisation de ce type de verrou n'est cependant pas exempte de risques : relargage continu d'anticoagulant systémique comportant un risque hémorragique ; relargage d'antibiotique comportant un risque toxique (aminosides) [16] ; relargage de citrate comportant le risque de troubles rythmiques cardiaques.

Les soins apportés aux accès veineux sont déterminants pour la qualité des résultats à court et moyen terme. Seul un personnel entraîné et compétent devrait être amené à utiliser les cathéters ou les dispositifs à chambre implantée d'hémodialyse [17]. L'hygiène corporelle du patient, la qualité des soins cutanés [18], l'entretien des cathéters, la protection par des pansements adaptés ainsi que la détection précoce des complications sont les meilleurs garants d'une morbidité réduite des cathéters [19].

Plus encore que les accès vasculaires permanents, les performances des dispositifs veineux doivent être surveillées régulièrement. La variabilité des performances obtenues dans le temps des accès veineux doit conduire à une grande vigilance médicale. La récurrence des problèmes de dysfonctionnements et les phénomènes de recirculation peuvent entraîner de façon silencieuse une perte d'efficacité du programme thérapeutique et un risque important de dialyse inadéquate [20].

Dans tous les cas, la prescription du programme de dialyse (durée des séances, type de dialyseur, choix des débits sanguins) doit tenir compte du fait que les cathéters veineux ont en général des performances plus basses que celles des accès artérioveineux. Le « débit sanguin réel » estimé par les moniteurs de dialyse actuels, tenant de la perte de charge enregistrée sur le circuit artériel, doit être seul utilisé comme élément de prescription. Le débit sanguin obtenu est en effet plus bas de 10 à 15 p. 100 par rapport au débit affiché pour des débits supérieurs à 300 ml/min. Le taux de recirculation vrai d'un accès veineux est plus élevé que celui d'un accès artérioveineux (de 2 à 10 p. 100) bien qu'il n'y ait pas de recirculation cardiopulmonaire. À noter que ce phénomène se majore avec des débits sanguins élevés (plus de 350 ml/min) et peut être responsable d'une perte d'efficacité supplémentaire. Les pressions sanguines enregistrées dans le circuit sanguin sont un reflet assez fidèle des résistances circulatoires extracorporelles dans lesquelles la géométrie des cathéters joue un rôle majeur. La mesure des pressions veineuses et artérielles à débit sanguin fixe offre ainsi un moyen simple d'évaluation de la perméabilité des cathéters : lorsque la pression veineuse augmente et devient supérieure à la valeur initiale de référence, cela indique qu'une thrombose partielle de la branche veineuse du cathéter se constitue ; à l'opposé, lorsque la pression artérielle (dépression) se majore par rapport à la valeur basale initiale cela indique qu'une thrombose partielle se développe sur la branche artérielle du cathéter.

INDICATIONS

L'utilisation d'accès veineux de longue durée relève d'indications particulières qui peuvent être schématiquement classées en deux catégories : les indications d'attente ou de transition ; les indications définitives ou permanentes. Ces indica-

tions n'ont bien sûr pas un caractère absolu, mais reflètent des pratiques ou des habitudes médicales qui peuvent varier d'un centre à l'autre.

Indications d'attente ou de transition

Le recours aux cathéters veineux de longue-durée est nécessaire dans un bon nombre de circonstances. De façon générale ce sont les cas ou le traitement de suppléance doit être débuté rapidement en l'absence d'accès artérioveineux fonctionnel ou utilisable. C'est le cas de patients incidents pris en charge tardivement dans le cadre de l'urgence ou les patients dont la fistule artérioveineuse s'est thrombosée ou ne s'est pas développée suffisamment pour être utilisable. C'est le cas de patients prévalents déjà dialysés dont la fistule ou le pontage artérioveineux s'est thrombosé et dont la désobstruction n'a pas été possible. C'est également le cas de patients dialysés péritonéaux dont la reprise rapide en hémodialyse est nécessaire du fait d'une perte de perméabilité péritonéale ou de péritonite évolutive responsable d'une insuffisance de dialyse. C'est enfin le cas de patients transplantés présentant une perte brutale du greffon rénal (rejet aigu brutal irréversible, rejet chronique accéléré) ou une perte progressive du greffon (rejet chronique) mais dont la dénutrition sévère contre-indique temporairement la création d'une fistule artérioveineuse.

Dans tous les cas, l'accès veineux permet une prise en charge thérapeutique plus sereine dans l'attente de la création d'un accès vasculaire artérioveineux.

Indications définitives ou permanentes

Dans un certain nombre de circonstances le recours définitif à un cathéter chronique ou à un dispositif veineux implantable de longue durée est retenu, soit d'emblée (indication primaire), soit secondairement après échecs répétés de création d'accès artérioveineux fistules ou pontages (indication secondaire) [21, 22].

L'indication primaire d'insérer un accès veineux longue durée répond à des indications médicales spécifiques : patients dont l'espérance de vie est limitée du fait d'une pathologie engageant le pronostic vital à court terme (myélome, cancer évolutif, SIDA...) [23] ; patients chez lesquels la création de l'accès vasculaire artérioveineux est impossible du fait de l'absence de capital vasculaire artériel ou veineux ; patients présentant une contre-indication médicale à la création d'une fistule artérioveineuse du fait d'une insuffisance cardiaque sévère (grade 3-4), d'une artériopathie distale symptomatique ou même d'une cachexie sévère [24].

L'indication secondaire d'un accès veineux longue durée est retenue dans des circonstances dites de « sauvetage » : patients très âgés ; épuisement des sites anatomiques par des accès vasculaires antérieurs multiples ; insuffisance cardiaque décompensée par une fistule artérioveineuse ; arthralgies et douleurs péri-articulaires per dialytiques des « vieux dialysés » (amylose- β 2M) ; pathologie intercurrente sévère requérant une intensification du programme de dialyse (hémodialyse ou ultrafiltration quotidienne).

Le choix entre cathéters veineux longue durée et dispositifs veineux à chambre relève alors de considérations pratiques, économiques ou esthétiques. Les chambres implantables d'hémodialyse possèdent certains avantages : plus grand confort pour les patients dans leur vie quotidienne (activité physique, douches, bains) ;

meilleure préservation de l'image corporelle ; plus grande protection du dispositif assurée par les tissus cutanés (infection théoriquement moins fréquente). Les chambres veineuses ont également des inconvénients qui doivent être évalués : coût supérieur du dispositif ; complexité plus grande pour l'implantation ; altération cutanée du site de ponction (nécrose, atrophie, fibrose) du fait de ponctions itératives sur un même site ; vieillissement mécanique du dispositif.

RÉSULTATS

Les accès veineux longue durée répondent aux mêmes critères de performances et de résultats que ceux assignés aux accès artérioveineux. Les résultats obtenus avec les accès veineux doivent donc être établis sur les mêmes critères que ceux utilisés pour qualifier les accès artérioveineux. L'évaluation d'un accès vasculaire pour hémodialyse recouvre quatre dimensions : performances proprement dites (débit sanguin utile, taux de recirculation, résistances circulatoires) ; survie technique (durée d'utilisation) ; morbidité spécifique (dysfonctionnement, complications) ; coût global (dispositif veineux, matériel annexe à usage unique, maintenance).

Les performances des accès veineux longue-durée sont celles qui sont destinées à garantir l'efficacité du programme de dialyse [25, 26]. Elles sont de trois ordres : un débit sanguin efficace élevé et régulier ; un faible taux de recirculation ; une faible résistance à la circulation sanguine extracorporelle [27]. Les accès veineux présentent du fait de leur géométrie et de leur position dans la circulation veineuse basse pression, des limitations fonctionnelles qui font que leurs performances sont dans tous les cas inférieures à celles des accès artérioveineux [28, 29]. Bien qu'il y ait des différences de performances significatives entre les différents modèles, la majorité des cathéters et des dispositifs veineux actuels permet d'atteindre des débits sanguins réels de l'ordre de 350 ml/min pendant les séances de dialyse [30, 31]. Les principales formes de cathéters veineux chroniques sont représentées sur la fig. 3.

Ces débits sont plus faibles que ceux obtenus avec les accès artérioveineux. La perte d'efficacité se traduit par une baisse du débit sanguin réel qui se majore au-delà de 300 ml/min et peut atteindre 10 à 15 p. 100 à 400 ml/min. Cette perte d'efficacité du débit est représentée sur la fig. 4. Ces débits permettent d'épurer près de 80 à 90 litres de sang au cours d'une séance de dialyse de 4 heures et d'assurer la dose de dialyse nécessaire au maintien d'une dialyse adéquate. En fonction de la géométrie, des dimensions du cathéter, du positionnement des branches et du débit sanguin régulièrement utilisé, le taux de recirculation varie [32, 33]. Les cathéters chroniques (double-lumières ou bi-cathéters) ont un taux de recirculation compris entre 5 et 10 p. 100 pour des débits de 300 ml/min. Cette perte d'efficacité habituelle des accès veineux peut néanmoins être très facilement compensée par un allongement de la durée des séances (15 à 30 minutes). Les résistances circulatoires des cathéters sont significativement plus élevées que celles observées avec les accès artérioveineux ponctionnés par des aiguilles à fistule. Les branches des cathéters sont en effet plus longues (30 cm en moyenne) et leur lumière interne relativement plus petite (de 1,5 et 2 mm) que les aiguilles à fistule, si bien que pour un même débit les pressions veineuses et artérielles sont plus

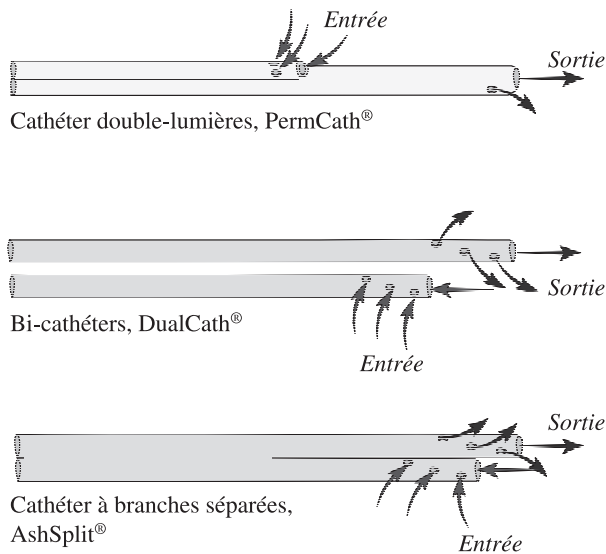


FIG. 3. — Différentes variétés de cathéters veineux longue durée.

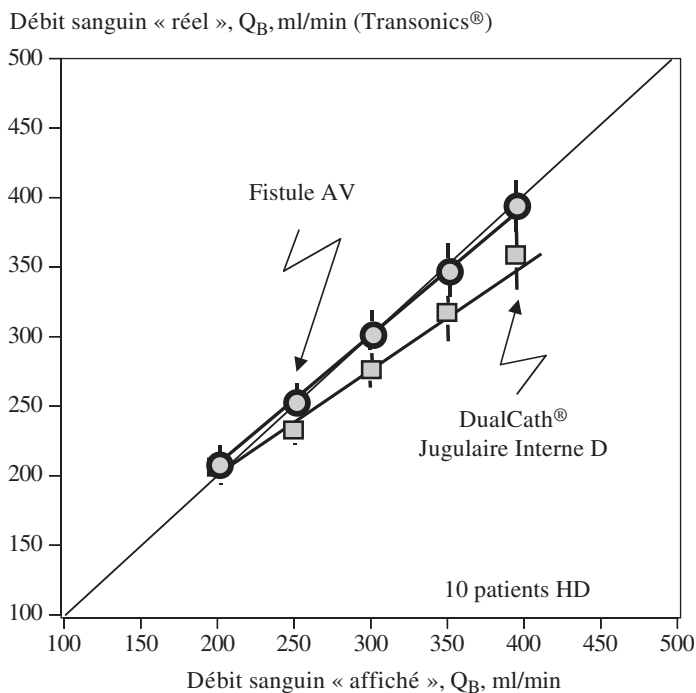


FIG. 4. — Relation débit sanguin réel / débit affiché sur le générateur.

élevées. La relation pression/débit obtenue avec des bi-cathéters est sensiblement linéaire dans la plage des débits utilisés comme cela est représenté sur la fig. 4. En pratique clinique, cette relation linéaire permet de prédire avec une certaine précision, le bon fonctionnement d'un cathéter donné. Ainsi, pour un cathéter de type DualCath[®], la pression veineuse est de l'ordre de 150 mmHg et celle artérielle de 200 mmHg, pour un débit sanguin réel de 300 ml/min. Il est conseillé de maintenir la pression négative artérielle en deça de 300 mmHg afin de prévenir le risque d'hémolyse.

En dépit de limitations fonctionnelles intrinsèques spécifiques, la bonne utilisation des accès veineux permet de maintenir l'efficacité du programme de dialyse au long cours [34]. Deux études récentes confortent ces faits en montrant qu'une dialyse adéquate (Kt/V_{dp} supérieur à 1,2) peut être maintenue au long cours et en soulignant que la perte d'efficacité globale du programme de dialyse est inférieure à 5 p. 100 pour un schéma thérapeutique similaire [35-37].

La *survie technique* des accès veineux est inférieure à celle des accès artérioveineux. Elle s'améliore néanmoins avec le temps et la mise en place de protocole de soins et d'entretien des cathéters veineux. Les résultats dépendent également du type d'accès veineux, de ses conditions d'utilisation et de l'expertise de l'équipe soignante [38]. L'analyse des données de la littérature scientifique est rendue difficile par le fait que les indications des accès veineux ne sont pas clairement définies comme étant définitives ou temporaires prolongées. Des études récentes rapportent que des cathéters veineux longue-durée peuvent être utilisés pendant près de 10 ans, soulignant par la même que leur durée de vie est supérieure à celle de pontages artérioveineux synthétiques (PTFE) [39, 40].

La durée de vie d'un accès veineux (perméabilité) est conditionnée par plusieurs éléments : le patient, qui par son hygiène, son observance et ses spécificités biologiques affecte le risque infectieux et thrombotique [41] ; le cathéter, dont la nature (polymère) et les propriétés de surface modifie l'hémocompatibilité, la thrombogénicité et l'adhésivité cellulaire et microbienne ; le site veineux, dont la localisation apporte des risques spécifiques (risque fémoral supérieur à celui jugulaire) [42] ; l'utilisateur, dont l'expertise prévient ou détecte précocément les complications liées aux cathéters [43].

La survie des cathéters veineux longue durée varie très largement d'un pays à l'autre et parfois d'une équipe à l'autre [44]. Globalement la survie des cathéters est meilleure en Europe et en France qu'aux Etats-Unis. L'étude DOPPS rapporte que la médiane de survie des cathéters longue durée est de 6 à 8 semaines [45]. La médiane de vie des cathéters longue-durée établie à partir d'une revue de plus de 30 études est de 100 jours avec des extrêmes allant jusqu'à 10 ans. Ces données sont résumées sur le tableau II. Ces différences confirment la grande hétérogénéité des résultats et reflètent des pratiques de soins très différentes [46].

Les *complications* des accès veineux sont fréquentes [47, 48]. On peut en différencier deux types : les complications mineures qui n'engagent pas le pronostic vital du patient mais se traduisent par des dysfonctionnements intermittents ; les complications majeures qui peuvent engager le pronostic vital et doivent être corrigées rapidement (infections, thromboses, embolies).

Les *dysfonctionnements* des accès veineux sont également plus fréquents que ceux observés avec les accès artérioveineux. Ils regroupent l'ensemble des difficultés notées lors de l'utilisation des cathéters et nécessitent un management médical expert [49]. Cela va de la simple difficulté à obtenir un débit sanguin prescrit

TABLEAU II. — SURVIE TECHNIQUE DES CATHÉTERS CHRONIQUES TUNNELISÉS ÉTABLIE À PARTIR DES DONNÉES DE LA LITTÉRATURE.

PÉRIODE (1986 - 2004)	
• Études recensées, n	34
• Cathéters chroniques, n	4 159
• Patients, n	3 301
• Durée cumulée, jours	75 065
• Médiane utilisation, jours	101
• Moyenne (min-max)	125 (1-3650)

pendant une séance de dialyse, jusqu'à l'impossibilité d'établir la circulation sanguine extracorporelle, en passant par des variations intermittentes du débit et/ou des pressions sanguines, sources d'alarmes pendant les séances de dialyse. Ces dysfonctionnements traduisent un obstacle mécanique sur l'une ou l'autre des branches du cathéter, plus rarement ils sont le fait d'un déplacement de l'extrémité du cathéter ou d'une hypovolémie sévère [50]. Les causes de dysfonctions des cathéters sont multiples : apparues précocément, elles doivent faire suspecter une cause mécanique aiguë (plicature, striction, malposition des cathéters) ; apparues secondairement et souvent répétitives, elles doivent faire rechercher une thrombose partielle du cathéter (lumière interne ou engainement externe par un thrombus « en chaussette »). L'incidence de ces dysfonctionnements est difficile à chiffrer et dépend du type de cathéter, du type de verrou antithrombotique, du patient, des soins d'entretien et des mesures préventives mises en place [51]. Si l'on prend comme critère simple de dysfonctionnement le recours à une fibrinolyse (fibrinolyse curative) par urokinase ou activateur du thromboplasminogène, on peut estimer cela nécessaire dans 2 à 5 p. 100 des séances de dialyse soit une incidence de 10 à 12 interventions pour 1 000 jours/patient. Ces interventions curatives doivent être différenciées de celles préventives préconisées pour maintenir la perméabilité des cathéters sous forme de verrou ou de fibrinolyse préventive [52]. La répétition des difficultés et le recours itératif à des fibrinolyse doivent conduire à une opacification des cathéters et de la veine hôte (phlébocavographie ou angiotomodensitométrie) à la recherche d'une thrombose et d'un manchon fibrineux engainant le cathéter [53].

Les *infections* représentent la plus fréquente et la plus grave des complications des accès veineux [54]. C'est la première cause d'ablation des cathéters (\approx 50 p. 100) représentant un facteur de morbidité et de risque vital majeur [55-57]. L'infection des cathéters recouvre des aspects et des gravités différentes [58]. On tend ainsi à opposer les infections simples ou accidentelles qui peuvent être traitées en conservant les cathéters en place et celles qui à l'opposé en imposent l'ablation immédiate.

Les infections simples qui n'imposent pas l'ablation des cathéters sont les infections d'orifices et les bactériémies isolées. À l'opposé, les infections sévères ou disséminées qui imposent l'ablation des cathéters sont de plusieurs types : les infections de trajet (tunnelites), les septicémies compliquées (localisation endocardite ou osseuse), la contamination chronique endoluminale des cathéters et les

thrombus veineux infectés [59]. Les germes retrouvés le plus souvent sont de type staphylocoque (*aureus* ou *epidermidis*) représentant entre 60 et 70 p. 100 des cas, plus rarement d'autres espèces bactériennes de type Gram négatif et exceptionnellement des levures [60-62].

L'incidence varie d'une étude à l'autre, d'un type de cathéter à l'autre et d'un pays à l'autre. L'incidence médiane est de 1,3 épisodes pour 1 000 jours/patient. Les données extraites de la littérature sont résumées sur le tableau III. Les cathéters thoraciques (cathéters situés dans la veine cave supérieure) comportent moins de risques infectieux que ceux insérés par voie fémorale. Le côté gauche semble plus propice aux infections que le côté droit [63]. Une longue tunnelisation et un amarage sous-cutané sont des facteurs de protection contre l'infection. La voie fémorale expose à un risque infectieux de 3 à 5 fois supérieur. L'utilisation de cathéters triple lumière expose à des complications infectieuses plus fréquentes [64]. Les manipulations répétées en cas de dysfonctionnement majorent le risque infectieux [65, 66]. Le remplissage des cathéters par une solution verrou antiseptique ou antibiotique réduit considérablement ce risque infectieux [67, 68]. Un problème particulier est celui de la contamination endoluminale des cathéters responsable de la formation d'un biofilm bactérien résistant aux agents antiseptiques ou antibiotiques locaux [69].

L'application de protocoles stricts encadrant la manipulation des cathéters (branchement et débranchement) permet de réduire de façon significative l'incidence des complications infectieuses [70]. Le risque infectieux est estimé 6 à 7 fois supérieur à celui observé avec les fistules artérioveineux et de 2 à 3 fois supérieur à celui observé avec les pontages artérioveineux avec prothèse synthétique [71].

Les *thromboses et les sténoses* de la veine hôte représentent une complication grave et très souvent silencieuse du portage au long cours de cathéters veineux.

TABLEAU III. — INCIDENCE DES BACTÉRIÉMIES ESTIMÉE À PARTIR DES ÉTUDES RAPPORTÉES DANS LA LITTÉRATURE.

SITE VEINEUX TYPE ACCÈS VEINEUX		INCIDENCE POUR 1000 JOURS/PATIENT MÉDIANE [MOY ; MIN-MAX]
Cathéters jugulaires		1,3 [2,47 ; 0,13-7]
Côté jugulaire	Jugulaire droite	1,57
	Jugulaire gauche	3,72
Site veineux	Jugulaire	3,0
	Sous-clavier	4,9
	Fémoral	15,6
Verrou cathéter	Héparine	0,85 [1,3]
	Verrou mixte (anticoagulant/antiseptique)	0,29
Dispositif à chambre implantable		1,3 [1,96 ; 0,29-4,75]

La *sténose* de la veine hôte se révèle le plus souvent très à distance de l'implantation d'un cathéter veineux. Elle est plus fréquente avec les cathéters sous-claviers [72] et volontiers révélée par la création d'une fistule ou d'un pontage artérioveineux augmentant le débit circulatoire régional. La gêne au retour veineux induite par la sténose d'aval s'accompagne alors de la constitution d'un « gros bras » (œdème mécanique par transudation capillaire) et par l'apparition d'un réseau veineux superficiel collatéral (cercle de l'épaule préthoracique et thyroïdien pour les cathéters thoraciques) [73]. La phlébographie du membre supérieur concerné confirme la présence d'un obstacle sur le système veineux cave supérieur (ou cave inférieur selon la localisation du cathéter) et objective une sténose plus ou moins serrée et étendue du système veineux profond (confluent veineux de Pirogoff, tronc veineux inominé gauche ou droit, sténose sous-clavière...). Selon le siège, le degré et l'ancienneté de la sténose une angioplastie veineuse (avec ou sans stent) peut être proposée.

La *thrombose* se révèle parfois de façon brutale et bruyante par une thrombo-phlébite de la veine hôte. Plus fréquemment, elle est moins bruyante et se traduit, soit par des problèmes de dysfonctionnement répétés ne répondant pas aux manœuvres habituelles de désobstruction, soit par l'apparition d'un « gros bras » ou d'une circulation collatérale superficielle à l'occasion de la création d'une fistule artérioveineuse, soit elle est une découverte fortuite d'imagerie médicale [74]. En présence d'une forme fébrile, la thrombose doit faire suspecter un thrombus infecté dans la veine profonde ou parfois dans l'oreillette droite. Exceptionnellement, la thrombose se révèle par une embolie pulmonaire crurorique. Elle est plutôt l'apanage des manœuvres de désobstruction aveugles par passage de mandrin métallique, par brossage endoluminal ou par fibrinolyse avec anticoagulation [75]. La forme la plus grave est en fait la thrombose auriculaire droite [76]. C'est une complication des cathéters dont l'extrémité est positionnée dans l'oreillette droite. Il y a un risque vital. L'ablation du cathéter doit être prudente et précédée d'une anticoagulation générale efficace. Le risque est en effet d'induire un trouble rythmique supraventriculaire, une embolie massive ou un arrêt cardiaque brutal.

Les *autres complications* sont beaucoup plus rares et ne seront qu'évoquées : embolie gazeuse lors de l'implantation, troubles rythmiques dus à l'extrémité des cathéters, rupture mécanique et embolisation pulmonaire du matériel [77]. Pour ce qui est des chambres implantables des complications spécifiques peuvent être observées : hématome de la loge, nécrose cutanée au regard de la prothèse, infection de la loge avec constitution d'un abcès.

FUTUR DES ACCÈS VEINEUX

La place des accès veineux au sein des accès vasculaires pour hémodialyse est acquise et ne peut pas être remise en question [78]. En dépit des risques que comportent l'utilisation au long cours des cathéters veineux, la communauté néphrologique en reconnaît l'absolue nécessité [79]. L'indication des accès veineux doit néanmoins demeurer raisonnée et prudente. Partant de ce constat, le futur des accès veineux passe par une optimisation des performances, une amélioration de leur esthétique et une réduction de leurs complications.

Les performances des cathéters veineux peuvent être encore améliorées par une géométrie optimisée des canules et par l'utilisation de polymères mécaniquement plus résistants. L'objectif est en effet d'avoir des canules dont la lumière interne est accrue et dont le diamètre externe est réduit. Dans ce cas, l'augmentation des débits sanguins utilisés ne serait pas compromise par des résistances mécaniques trop importantes. Le but est en effet d'atteindre des débits sanguins réels de 400 ml/min avec des résistances circulatoires faibles (pressions veineuse et artérielle inférieures à 200 mmHg). La longueur des canules n'est pas modifiable du fait des contraintes anatomiques mais peut néanmoins être adaptée au morphotype de chaque patient. La présence d'orifices distaux disposés dans la partie centrale et latérale des canules semble être la meilleure disposition qui permet d'obtenir et de stabiliser le débit sanguin tout en évitant les phénomènes de succion veineuse.

L'aspect esthétique des accès veineux ne doit pas être négligé pour des patients dont le port de cathéter est chronique. Les dispositifs veineux implantables offrent de ce point de vue un avantage considérable en terme d'esthétique et de confort. L'enfouissement de ces prothèses n'a cependant pas permis de supprimer le risque infectieux. La répétitivité des ponctions cutanées sur un site unique se traduit au cours du temps par des lésions cutanées (nécrose, fibrose, atrophie) qui peuvent conduire à l'extériorisation et l'infection de la prothèse. D'autres dispositifs d'accès veineux sont en cours d'étude et pourraient pallier en partie ces difficultés. L'amélioration de l'esthétique doit tendre vers les objectifs suivants : discrétion du site veineux utilisé ; réduction de taille des dispositifs externes ; discrétion du pansement cutané ; adaptation de la connectique à des branchements rapides et simplifiés.

La morbidité des accès veineux doit être réduite et tendre vers celle des accès artérioveineux [80]. Il faut néanmoins garder présent à l'esprit qu'un accès veineux comportant une prothèse intravasculaire ouverte sur l'extérieur comportera toujours plus de risques qu'une fistule artérioveineuse native. Plusieurs voies d'amélioration sont néanmoins possibles : certaines sont immédiatement accessibles ; d'autres sont plus lointaines et spéculatives.

L'application stricte de protocoles de manipulation des cathéters (établis par les sociétés savantes, les groupes d'experts, les comités de lutte contre les infections nosocomiales...) permet de réduire de façon significative les risques infectieux [81]. La formation et la sensibilisation du personnel soignant est indispensable dans cette démarche [82]. L'utilisation de protocoles, le renforcement des mesures d'hygiène et les soins spécifiques apportés aux cathéters sont les meilleurs garants de réussite au long cours [83-85].

Le recours systématique à des « verrous liquidiens » antiseptiques réduit de façon significative l'incidence des complications infectieuses [86-88]. Ces verrous préviennent la pénétration endoluminale des bactéries et des agents pathogènes résidant sur les embouts de connexion des cathéters [89]. Le maintien de ces verrous entre deux séances de dialyse luttent contre la formation du biofilm microbien [90]. Les verrous antithrombotiques sont destinés à conserver la perméabilité des canules en prévenant la survenue de thromboses du cathéter ou de la veine (péri-ou intracathéter) [91-93].

Le développement de traitement de surface et l'utilisation de biomatériaux à activité biologique antithrombotique et antiseptique est une voie de recherche intéressante [94-96]. Les données concernant l'utilisation de ce type de biomatériaux sont pour l'instant limitées et ne concernent que des situations de courte durée

(insuffisance rénale aiguë) [97, 98]. Il est donc difficile d'affirmer que ces polymères bioactifs conservent leurs propriétés au long cours et sont efficaces chez des patients chroniques.

La vaccination anti-staphylocoque représente une alternative originale récente, attractive et très intéressante. Elle a été appliquée avec succès chez des patients hémodialysés porteurs d'accès artérioveineux [99]. La vaccination anti-staphylocoque procure une immunité spécifique dont la durée est proche de 6 mois et réduit de façon significative l'incidence des infections à staphylocoques chez des patients particulièrement exposés. Ce travail mérite confirmation chez des patients porteurs chroniques de cathéters dont le risque infectieux est encore plus grand.

En conclusion, les accès veineux font partie de la panoplie des accès vasculaires utilisables pour les patients dialysés. Ils sont indispensables et jouent un rôle important dans la continuité du traitement de suppléance. Les progrès technologiques apportés aux accès veineux, l'expertise des utilisateurs et la mise en place de procédures d'amélioration continue des résultats sont les principaux garants de succès.

BIBLIOGRAPHIE

1. FELDMAN HI, KOBRIN S, WASSERSTEIN A. Hemodialysis vascular access morbidity. *J Am Soc Nephrol*, 1996, **7**, 523-535.
2. VANHOLDER R. Vascular access. *Int J Artif Organs*, 2002, **25**, 347-353.
3. MOSS AH, VASILAKIS C, HOLLEY JL. Use of a silicone dual-lumen catheter with a Dacron cuff as a long-term vascular access for hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, 1990, **16**, 211-215.
4. LEGENDRE C, CANAUD B. Permanent catheters for hemodialysis : indications, methods and results. French national survey 1998-2000. *Nephrologie*, 2001, **22**, 385-389.
5. COMBE C, PISONI RL, PORT FK, et al. Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study : data on the use of central venous catheters in chronic hemodialysis. *Nephrologie*, 2001, **22**, 379-384.
6. RAYNER HC, BESARAB A, BROWN WW, et al. Vascular access results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) : performance against Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (K/DOQI) Clinical Practice Guidelines. *Am J Kidney Dis*, 2004, **44**, 22-26.
7. WEBB A, ABDALLA M, HARDEN PN, et al. Use of the Tesio catheter for hemodialysis in patients with end-stage renal failure : a 2-year prospective study. *Clin Nephrol*, 2002, **58**, 128-133.
8. WORK J. Hemodialysis catheters and ports. *Semin Nephrol*, 2002, **22**, 211-220.
9. RAYAN SS, TERRAMANI TT, WEISS VJ, et al. The LifeSite Hemodialysis Access System in patients with limited access. *J Vasc Surg*, 2003, **38**, 714-718.
10. SCHWAB SJ, WEISS MA, RUSHTON F, et al. Multicenter clinical trial results with the LifeSite hemodialysis access system. *Kidney Int*, 2002, **62**, 1026-1033.
11. CANAUD B, MY H, MORENA M, et al. Dialock : a new vascular access device for extracorporeal renal replacement therapy. Preliminary clinical results. *Nephrol Dial Transplant*, 1999, **14**, 692-698.
12. MONTAGNAC R, BERNARD C, GUILLAUMIE J, et al. Indwelling silicone femoral catheters : experience of three haemodialysis centres. *Nephrol Dial Transplant*, 1997, **12**, 772-775.
13. ZALESKI GX, FUNAKI B, LORENZ JM, et al. Experience with tunneled femoral hemodialysis catheters. *AJR Am J Roentgenol*, 1999, **172**, 493-496.
14. SMITH TP, RYAN JM, REDDAN DN. Transhepatic catheter access for hemodialysis. *Radiology*, 2004, **232**, 246-251.
15. BISWAL R, NOSHER JL, SIEGEL RL, et al. Translumbar placement of paired hemodialysis catheters (Tesio catheters) and follow-up in 10 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2000, **23**, 75-78.

16. SAXENA AK, PANHOTRA BR, NAGUIB M. Sudden irreversible sensory-neural hearing loss in a patient with diabetes receiving amikacin as an antibiotic-heparin lock. *Pharmacotherapy*, 2002, **22**, 105-108.
17. VANHERWEGHEM JL, DHAENE M, GOLDMAN M, et al. Infections associated with subclavian dialysis catheters : the key role of nurse training. *Nephron*, 1986, **42**, 116-119.
18. JOHNSON DW, MACGINLEY R, KAY TD, et al. A randomized controlled trial of topical exit site mupirocin application in patients with tunnelled, cuffed haemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant*, 2002, **17**, 1802-1807.
19. LOK CE, STANLEY KE, HUX JE, et al. Hemodialysis infection prevention with polysporin ointment. *J Am Soc Nephrol*, 2003, **14**, 169-179.
20. SARNAK MJ, HALIN N, KING AJ. Severe access recirculation secondary to free flow between the lumens of a dual-lumen dialysis catheter. *Am J Kidney Dis*, 1999, **33**, 1168-1170.
21. BLAKE PG, HURAI B, WU G, et al. The use of dual lumen jugular venous catheters as definitive long term access for haemodialysis. *Int J Artif Organs*, 1990, **13**, 26-31.
22. SHUSTERMAN NH, KLOSS K, MULLEN JL. Successful use of double-lumen, silicone rubber catheters for permanent hemodialysis access. *Kidney Int*, 1989, **35**, 887-890.
23. MOKRZYCKI MH, SCHROPEL B, VON GERSDORFF G, et al. Tunneled-cuffed catheter associated infections in hemodialysis patients who are seropositive for the human immunodeficiency virus. *J Am Soc Nephrol*, 2000, **11**, 2122-2127.
24. CANAUD B, LEBLANC M, LERAY-MORAGUES H, et al. Slow continuous and daily ultrafiltration for refractory congestive heart failure. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, **13**, S51-S55.
25. JEAN G, CHAZOT C, VANEL T, et al. Central venous catheters for haemodialysis : looking for optimal blood flow. *Nephrol Dial Transplant*, 1997, **12**, 1689-1691.
26. WIVELL W, BETTMANN MA, BAXTER B, et al. Outcomes and performance of the Tesio twin catheter system placed for hemodialysis access. *Radiology*, 2001, **221**, 697-703.
27. BOSCH JY, MARTIN K, LERAY-MORAGUES H, et al. Surveillance of permanent central venous access for hemodialysis. *Nephrologie*, 2001, **22**, 413-415.
28. DE LOS ANGELES A, LERNER A, GOLDSTEIN SJ, et al. Comparison of coaxial and side-by-side double lumen subclavian catheters with the single lumen catheter. *Am J Kidney Dis*, 1986, **7**, 221-224.
29. DEPNER TA. Catheter performance. *Semin Dial*, 2001, **14**, 425-431.
30. MANKUS RA, ASH SR, SUTTON JM. Comparison of blood flow rates and hydraulic resistance between the Mahurkar catheter, the Tesio twin catheter, and the Ash Split Cath. *Asaio J*, 1998, **44**, M532-534.
31. ASH SR. The evolution and function of central venous catheters for dialysis. *Semin Dial*, 2001, **14**, 416-424.
32. TREROTOLA SO, KRAUS M, SHAH H, et al. Randomized comparison of split tip versus step tip high-flow hemodialysis catheters. *Kidney Int*, 2002, **62**, 282-289.
33. LEVEL C, LASSEUR C, CHAUVEAU P, et al. Performance of twin central venous catheters : influence of the inversion of inlet and outlet on recirculation. *Blood Purif*, 2002, **20**, 182-188.
34. PERINI S, LABERGE JM, PEARL JM, et al. Tesio catheter : radiologically guided placement, mechanical performance, and adequacy of delivered dialysis. *Radiology*, 2000, **215**, 129-137.
35. ATHERIKUL K, SCHWAB SJ, CONLON PJ. Adequacy of haemodialysis with cuffed central-vein catheters. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, **13**, 745-749.
36. PRABHU PN, KERNS SR, SABATELLI FW, et al. Long-term performance and complications of the Tesio twin catheter system for hemodialysis access. *Am J Kidney Dis*, 1997, **30**, 213-218.
37. CANAUD B, LERAY-MORAGUES H, KERKENI N, et al. Effective flow performances and dialysis doses delivered with permanent catheters : a 24-month comparative study of permanent catheters versus arterio-venous vascular accesses. *Nephrol Dial Transplant*, 2002, **17**, 1286-1292.
38. ROCKLIN MA, DWIGHT CA, CALLEN LJ, et al. Comparison of cuffed tunneled hemodialysis catheter survival. *Am J Kidney Dis*, 2001, **37**, 557-563.
39. CANAUD B, LERAY-MORAGUES H, GARRIGUES V, et al. Permanent twin catheter : a vascular access option of choice for haemodialysis in elderly patients. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, **13**, S82-S88.
40. PENGLOAN J. Is there a time limit for central venous catheter use for hemodialysis ? *Néphrologie*, 2001, **22**, 411-412.

41. TOVBIN D, MASHAL A, FRIGER M, et al. High incidence of severe twin hemodialysis catheter infections in elderly women. Possible roles of insufficient nutrition and social support. *Nephron*, 2001, **89**, 26-30.
42. OLIVER MJ, CALLERY SM, THORPE KE, et al. Risk of bacteremia from temporary hemodialysis catheters by site of insertion and duration of use : a prospective study. *Kidney Int*, 2000, **58**, 2543-2545.
43. GALLIENI M, CONZ PA, RIZZIOLI E, et al. Placement, performance and complications of the Ash Split Cath hemodialysis catheter. *Int J Artif Organs*, 2002, **25**, 1137-1143.
44. DI IORIO B, LOPEZ T, PROCIDA M, et al. Successful use of central venous catheter as permanent hemodialysis access : 84-month follow-Up in lucania. *Blood Purif*, 2001, **19**, 39-43.
45. PISONI RL, YOUNG EW, DYKSTRA DM, et al. Vascular access use in Europe and the United States : results from the DOPPS. *Kidney Int*, 2002, **61**, 305-316.
46. LITTLE MA, O'RIORDAN A, LUCEY B, et al. A prospective study of complications associated with cuffed, tunnelled haemodialysis catheters. *Nephrol Dial Transplant*, 2001, **16**, 2194-2200.
47. BAMBBAUER R, LATZA R. Complications in large-bore catheters for extracorporeal detoxification methods. *Artif Organs*, 2004, **28**, 629-633.
48. WEIJMER MC, VERVLOET MG, TER WEE PM. Compared to tunnelled cuffed haemodialysis catheters, temporary untunnelled catheters are associated with more complications already within 2 weeks of use. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, **19**, 670-677.
49. SCHON D, WHITTMAN D. Managing the complications of long-term tunneled dialysis catheters. *Semin Dial*, 2003, **16**, 314-322.
50. WONG JK, SADLER DJ, MCCARTHY M, et al. Analysis of early failure of tunneled hemodialysis catheters. *AJR Am J Roentgenol*, 2002, **179**, 357-363.
51. SUHOCKI PV, CONLON PJ, JR., KNELSON MH, et al. Silastic cuffed catheters for hemodialysis vascular access : thrombolytic and mechanical correction of malfunction. *Am J Kidney Dis*, 1996, **28**, 379-386.
52. TWARDOWSKI ZJ. High-dose intradialytic urokinase to restore the patency of permanent central vein hemodialysis catheters. *Am J Kidney Dis*, 1998, **31**, 841-847.
53. WINN MP, MCDERMOTT VG, SCHWAB SJ, et al. Dialysis catheter « fibrin-sheath stripping » : a cautionary tale! *Nephrol Dial Transplant*, 1997, **12**, 1048-1050.
54. JEAN G, CHARRA B, CHAZOT C, et al. Risk factor analysis for long-term tunneled dialysis catheter-related bacteremias. *Nephron*, 2002, **91**, 399-405.
55. SAAD TF. Bacteremia associated with tunneled, cuffed hemodialysis catheters. *Am J Kidney Dis*, 1999, **34**, 1114-1124.
56. WITHAM M, DITTMER I, WILLIAMS A, et al. Myocardial abscess : an unusual complication of long-term hemodialysis line presence. *Clin Nephrol*, 1999, **51**, 193-194.
57. DITTMER ID, TOMSON CR. Pulmonary abscess complicating central venous hemodialysis catheter infection. *Clin Nephrol*, 1998, **49**, 66.
58. SAAD TF. Central venous dialysis catheters : catheter-associated infection. *Semin Dial*, 2001, **14**, 446-451.
59. CANAUD B. Reducing infections associated with central vein catheters. *Semin Dial*, 2000, **13**, 206-207.
60. NIELSEN J, KOLMOS HJ, ROSDAHL VT. Poor value of surveillance cultures for prediction of septicaemia caused by coagulase-negative staphylococci in patients undergoing haemodialysis with central venous catheters. *Scand J Infect Dis*, 1998, **30**, 569-572.
61. NIELSEN J, KOLMOS HJ, ESPERSEN F. *Staphylococcus aureus* bacteraemia among patients undergoing dialysis-focus on dialysis catheter-related cases. *Nephrol Dial Transplant*, 1998, **13**, 139-145.
62. SHAH J, FEINFELD DA. Use of « locked-in » antibiotic to treat an unusual gram-negative hemodialysis catheter infection. *Nephron*, 2000, **85**, 348-350.
63. SALGADO OJ, URDANETA B, COLMENARES B, et al. Right versus left internal jugular vein catheterization for hemodialysis : complications and impact on ipsilateral access creation. *Artif Organs*, 2004, **28**, 728-733.
64. CONTRERAS G, LIU PY, ELZINGA L, et al. A multicenter, prospective, randomized, comparative evaluation of dual-versus triple-lumen catheters for hemodialysis and apheresis in 485 patients. *Am J Kidney Dis*, 2003, **42**, 315-324.

65. HANNAH EL, STEVENSON KB, LOWDER CA, et al. Outbreak of hemodialysis vascular access site infections related to malfunctioning permanent tunneled catheters : making the case for active infection surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol*, 2002, **23**, 538-541.
66. MARR KA, SEXTON DJ, CONLON PJ, et al. Catheter-related bacteremia and outcome of attempted catheter salvage in patients undergoing hemodialysis. *Ann Intern Med*, 1997, **127**, 275-280.
67. QUARELLO F, FORNERIS G. Prevention of hemodialysis catheter-related bloodstream infection using an antimicrobial lock. *Blood Purif*, 2002, **20**, 87-92.
68. DOGRA GK, HERSON H, HUTCHISON B, et al. Prevention of tunneled hemodialysis catheter-related infections using catheter-restricted filling with gentamicin and citrate : a randomized controlled study. *J Am Soc Nephrol*, 2002, **13**, 2133-2139.
69. DITTMER ID, SHARP D, McNULTY CA, et al. A prospective study of central venous hemodialysis catheter colonization and peripheral bacteremia. *Clin Nephrol*, 1999, **51**, 34-39.
70. MERMEL LA. Prevention of intravascular catheter infections-insights and prospects for hemodialysis catheters. *Nephrologie*, 2001, **22**, 449-451.
71. HOEN B, PAUL-DAUPHIN A, HESTIN D, et al. EPIBACDIAL : a multicenter prospective study of risk factors for bacteremia in chronic hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol*, 1998, **9**, 869-876.
72. CLARK DD, ALBINA JE, CHAZAN JA. Subclavian vein stenosis and thrombosis : a potential serious complication in chronic hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*, 1990, **15**, 265-268.
73. SAKAKIBARA Y, SHIGETA O, ISHIKAWA S, et al. Upper extremity vein thrombosis : etiologic categories, precipitating causes, and management. *Angiology*, 1999, **50**, 547-553.
74. WILKIN TD, KRAUS MA, LANE KA, et al. Internal jugular vein thrombosis associated with hemodialysis catheters. *Radiology*, 2003, **228**, 697-700.
75. SAKAKIBARA Y, JIKUYA T, SOMA S, et al. Prevention of pulmonary embolization during excision of an infected venous thrombus. *Thorac Cardiovasc Surg*, 1998, **46**, 162-164.
76. NEGULESCU O, COCO M, CROLL J, et al. Large atrial thrombus formation associated with tunneled cuffed hemodialysis catheters. *Clin Nephrol*, 2003, **59**, 40-46.
77. MORELLO FP, DONALDSON JS, SAKER MC, et al. Air embolism during tunneled central catheter placement performed without general anesthesia in children : a potentially serious complication. *J Vasc Interv Radiol*, 1999, **10**, 781-784.
78. DESMEULES S, CANAUD B. Venous access for chronic hemodialysis : « undesirable yet unavoidable ». *Artif Organs*, 2004, **28**, 611-616.
79. SCHWAB SJ, BEATHARD G. The hemodialysis catheter conundrum : hate living with them, but can't live without them. *Kidney Int*, 1999, **56**, 1-17.
80. CANAUD B. Haemodialysis catheter-related infection : time for action. *Nephrol Dial Transplant* 1999 ; **14** :2288-2290.
81. MERMEL LA. Prevention of intravascular catheter-related infections. *Ann Intern Med*, 2000, **132**, 391-402.
82. THOMAS-HAWKINS C. Nursing interventions related to vascular access infections. *Adv Ren Replace Ther*, 1996, **3**, 218-221.
83. VANHOLDER R. Central vein hemodialysis catheters and infection : a plea for timely referral and appropriate hygienic measures. *Acta Clin Belg*, 2003, **58**, 342-344.
84. ALLON M. Dialysis catheter-related bacteremia : treatment and prophylaxis. *Am J Kidney Dis*, 2004, **44**, 779-791.
85. MCGEE DC, GOULD MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med*, 2003, **348**, 1123-1133.
86. HENDRICKX L, KUYPERS D, EVENEPOEL P, et al. A comparative prospective study on the use of low concentrate citrate lock versus heparin lock in permanent dialysis catheters. *Int J Artif Organs*, 2001, **24**, 208-211.
87. WEIJMER MC, DEBETS-OSSenkOPP YJ, VAN DE VONDERVOORT FJ, et al. Superior antimicrobial activity of trisodium citrate over heparin for catheter locking. *Nephrol Dial Transplant*, 2002, **17**, 2189-2195.
88. ALLON M. Prophylaxis against dialysis catheter-related bacteremia with a novel antimicrobial lock solution. *Clin Infect Dis*, 2003, **36**, 1539-1544.
89. VERCAIGNE LM, SITAR DS, PENNER SB, et al. Antibiotic-heparin lock : *in vitro* antibiotic stability combined with heparin in a central venous catheter. *Pharmacotherapy*, 2000, **20**, 394-399.

90. SODEMANN K, POLASCHEGG HD, FELDMER B. Two years' experience with Dialock and CLS (a new antimicrobial lock solution). *Blood Purif*, 2001, **19**, 251-254.
91. BOORGU R, DUBROW AJ, LEVIN NW, et al. Adjunctive antibiotic/anticoagulant lock therapy in the treatment of bacteremia associated with the use of a subcutaneously implanted hemodialysis access device. *Asaio J*, 2000, **46**, 767-770.
92. BAILEY E, BERRY N, CHEESBROUGH JS. Antimicrobial lock therapy for catheter-related bacteraemia among patients on maintenance haemodialysis. *J Antimicrob Chemother*, 2002, **50**, 615-617.
93. POOLE CV, CARLTON D, BIMBO L, et al. Treatment of catheter-related bacteraemia with an antibiotic lock protocol : effect of bacterial pathogen. *Nephrol Dial Transplant*, 2004, **19**, 1237-1244.
94. TREROTOLA SO, JOHNSON MS, SHAH H, et al. Tunneled hemodialysis catheters : use of a silver-coated catheter for prevention of infection-a randomized study. *Radiology*, 1998, **207**, 491-496.
95. BAMBAUER R, LATZA R, BAMBAUER S, et al. Large bore catheters with surface treatments versus untreated catheters for vascular access in hemodialysis. *Artif Organs*, 2004, **28**, 604-610.
96. WENZEL RP, EDMOND MB. The evolving technology of venous access. *N Engl J Med*, 1999, **340**, 48-50.
97. DAROUICHE RO, RAAD II, HEARD SO, et al. A comparison of two antimicrobial-impregnated central venous catheters. Catheter Study Group. *N Engl J Med*, 1999, **340**, 1-8.
98. CHATZINIKOLAOU I, FINKEL K, HANNA H, et al. Antibiotic-coated hemodialysis catheters for the prevention of vascular catheter-related infections : a prospective, randomized study. *Am J Med*, 2003, **115**, 352-357.
99. SHINEFIELD H, BLACK S, FATTOM A, et al. Use of a *Staphylococcus aureus* conjugate vaccine in patients receiving hemodialysis. *N Engl J Med*, 2002, **346**, 491-496.