

Fréquence des thromboses des fistules artério-veineuses pour hémodialyse : apport de deux méthodes de surveillance : le Doppler et la dilution des ultrasons

B. Branger¹, C. Granolleras¹, M. Dauzat², E. Picard³, F. Vecina¹,
B. Zabadani¹, P. Branchereau³ et J. Fourcade¹

¹Service de médecine C et néphrologie ; ²Unité d'explorations vasculaires ;

³Unité de chirurgie vasculaire, CHU Caréméau, Nîmes

Résumé • Summary

La bonne qualité de l'accès vasculaire pour hémodialyse est un facteur essentiel pour une dialyse adéquate. Les techniques de dilution de traceur par la mesure du temps de transit d'ultrasons (Transonic®) et l'écho-Doppler à codage d'impulsions (GE Logiq 700 Expert Series) nous ont permis de compléter la surveillance clinique et de réaliser un travail prospectif en deux phases :

- Mesure de débit des accès vasculaires par les deux techniques, comparaison des résultats et analyse des divergences.
- Surveillance programmée des accès vasculaires par les deux techniques, analyse des résultats de cette surveillance et mise en œuvre d'une stratégie d'intervention préventive.

Après deux ans nos résultats montrent une similitude entre ces deux techniques de mesure, après application d'un coefficient de correction pour le Transonic® qui surestime le débit par rapport au Doppler. L'utilisation de ces deux techniques très complémentaires lors de la phase de surveillance programmée des accès vasculaires a permis une réduction de 43% du nombre de thromboses ($p < 0,05$).

Mots-clés : Fistule artério-veineuse – Doppler – Transonic® – Hémodialyse.

A correct access flow is one of the most important factors for dialysis efficiency. Clinical examination does not allow the detection of flow decrease. We conducted a prospective study comparing the dilution ultrasound system (Transonic®) to duplex Doppler sonography (GE logiq 700 expert series) in two phases :

- Comparison of the access flow values obtained with both devices and discussion of their discrepancies.
- Scheduled survey of vascular access, analysis of its results regarding the rate of fistula thrombosis, then definition and achievement of a strategy of early preventive surgery.

After two years, flow data were similar with both systems, provided that Transonic® values were corrected by a constant coefficient.

The use of both techniques during the scheduled survey of fistulas resulted in a 43% decrease of the rate of acute thrombosis ($p < 0.05$).

Key Words : Arterio-venous fistula – Doppler – Transonic® – Hemodialysis.

La bonne qualité de l'accès vasculaire pour hémodialyse est un facteur essentiel pour une dialyse adéquate, confortable, sans stress pour le patient et l'équipe soignante.

Les unités de soins de néphrologie-hémodialyse du CHU de Nîmes se sont impliquées depuis leur création en 1977 dans les soins et l'évaluation des accès vasculaires.¹⁻³ Depuis dix ans, les infirmières (IDE) participent activement à la surveillance et l'évaluation scientifique des connections vasculaires.

La technique de ponction des fistules artério-veineuses (FAV) est restée inchangée : modification des points de ponction à chaque séance, utilisation d'aiguilles courtes (1,5 cm, 15 G), débit sanguin moyen de la circulation extracorporelle à 300 ml/min, séances de dialyses courtes de 3 heures à 5 heures trois fois par semaine

La surveillance de la FAV est assurée par l'examen clinique régulier réalisé par le médecin néphrologue et les IDE. Pour le suivi de la qualité de l'accès, les examens biochimiques, contrôles Doppler et artériographies en fonction des besoins, ont été, jusqu'à la fin des années 90, les seuls outils à notre disposition pour assurer cette surveillance.

Un pas de plus dans la qualité et la précision de la surveillance non vulnérante a pu être fait avec la technique ultrasonographique de dilution de traceur par la mesure du temps de transit des ultrasons (Transonic®), utilisée en cours de séance.⁴ Par ailleurs, la surveillance des accès vasculaires hors dialyse peut être effectuée par échographie-Doppler avec examen morphologique et détermination du débit.

Le but de notre étude était de montrer que la mesure régulière du débit de la FAV pour hémodialyse devrait permettre de dépister plus précocement les dysfonctionnements afin de limiter les interventions chirurgicales pour thrombose.

■ Matériel et méthodes

Tous les patients porteurs d'une FAV admis dans les unités de néphrologie et d'hémodialyse du Centre hospitalier de Nîmes et ayant eu au moins un mois de dialyse pendant la durée totale de l'étude (4 ans) ont été inclus dans le protocole. L'accès vasculaire était une FAV native dans 83% des cas, 17% des FAV étaient des pontages veineux ou prothétiques. Les sites radial et brachial représentaient respectivement 75% et 25% des accès. La FAV pouvait exister dès le début de l'étude ou être créée pendant l'étude, l'inclusion ne se faisant alors qu'à partir de la date d'utilisation. Le terme « création pendant l'étude » définit soit une première création soit un changement de site. Le seul critère d'exclusion était l'absence de FAV.

L'appareillage utilisé pour cette étude était :

- Un appareil écho-Doppler doté d'un système de contrôle numérique et codage des impulsions acoustiques améliorant le rapport signal/bruit ainsi que la résolution spatiale (GE Logiq 700 Expert Series avec sonde linéaire de 10 MHz, GE Ultrasound, Milwaukee, Etats-Unis). Les dispositifs logiciels associés assumaient, automatiquement, l'optimisation des réglages essentiels de l'acquisition des images et signaux, tandis que le calcul de la moyenne temporelle de vitesse spatiale, et du débit, était réalisé très rapidement sans intervention de l'utilisateur. Les principales causes d'erreur connues de la débitmétrie par écho-Doppler étaient ainsi minimisées : l'erreur sur le diamètre était réduite par l'utilisation d'une sonde de haute fréquence et par la très bonne résolution spatiale de l'appareil. L'incidence sur le vaisseau était toujours choisie de sorte que l'angle d'incidence soit inférieur ou égal à 60°. En outre, sa détermination automatique réduisait l'erreur sur ce paramètre tout en limitant l'intervention de l'utilisateur. Le calcul automatique de la vitesse moyenne à partir des données de l'analyse spectrale en temps réel permettait de prendre en compte le profil d'écoulement dans le vaisseau.
- Un moniteur Transonic® HD01, Flow-QC Monitor (Transonic System, Ithaca, Etats-Unis) permettant la mesure du débit de FAV réalisée selon le principe du temps de transit des ultrasons selon la méthode de Krivitski.⁴ L'injection d'un traceur (sérum salé isotonique) est détectée par les capteurs ultrasoniques (artère et veine). L'application du principe de Stewart Hamilton permet le calcul du débit de FAV par mesure de l'aire sous la courbe. Afin de minimiser les conséquences de variation tensionnelle importante⁵ nous avons réalisé toutes les mesures pendant la première heure de la séance de dialyse

L'intérêt de l'utilisation du Transonic® et de l'écho-Doppler a été évalué en deux phases par une étude prospective monocentrique d'observation.

● Phase 1

Comparaison prospective des résultats de débitmétrie de FAV obtenus par le moniteur Transonic® et par l'appareil écho-Doppler

GE Logiq 700 durant trois mois. Cette phase a concerné trente FAV différentes chez vingt-sept patients, chaque mesure écho-Doppler étant comparée à la mesure Transonic®. La mesure du débit de fistule en cours de dialyse était effectuée à deux reprises, avec le moniteur Transonic® tandis que le débit de la circulation extracorporelle était fixé au moins à 250 ml/min avec un générateur Althin® ou AK100 Gambro® (tubulures calibrées pour le Transonic®). Le système Transonic® était utilisé par l'équipe IDE impliquée en routine dans cette activité conformément à un guide interne de bonne utilisation. Deux mesures consécutives étaient effectuées et le débit retenu était la moyenne de ces deux mesures. Dans un intervalle de quinze jours après la mesure par Transonic®, la mesure du débit de fistule en dehors de la dialyse était réalisée à l'aide du système Doppler. Mesure faite sur la partie proximale et distale de l'artère anastomosée afin de prendre aussi en compte les flux inversés constatés sur le segment distal (par exemple, flux cubital dans l'artère radiale distale par l'arcade palmaire). A chaque niveau, des échantillons de plus de trois secondes comportant un nombre entier de cycles cardiaques étaient mesurés, le diamètre luminal était mesuré, et le débit était calculé automatiquement à partir de la moyenne de la vitesse circulatoire. Au moins six échantillons de signal Doppler et six mesures de diamètre étaient ainsi obtenues sur chaque site artériel, et leur moyenne était retenue pour le calcul du débit de la FAV comme la somme algébrique des débits proximal et distal de l'artère

● Phase 2

Etude prospective sur quatre ans (janvier 1998 à décembre 2001) de la fréquence des thromboses de l'accès vasculaire (critère principal d'évaluation) pendant deux périodes de deux ans chacune. Les critères secondaires étaient les épisodes de fibrinolyse, les mises en place de cathéters et les hospitalisations correspondantes.

- Période B1 : sans Transonic®, de janvier 1998 à décembre 1999 : surveillance clinique régulière de l'accès vasculaire par les IDE avec examen approfondi par le néphrologue au moins une fois par semestre, examens écho-Doppler ou artériographie réalisés à la demande, en fonction des résultats de la clinique.
- Période B2 : Avec Transonic®, de janvier 2000 à décembre 2001 : utilisation régulière du système Transonic® en sus de l'examen clinique et de la surveillance écho-Doppler selon l'arbre décisionnel suivant (fig. 1) :
 - Mesure à l'aide du système Transonic® par le personnel infirmier : une fois par mois si le débit était inférieur à 1000 ml/min et une fois par trimestre si le débit était supérieur à 1000 ml/min.
 - Mesure par écho-Doppler si le débit était inférieur à 600ml/min ou s'il diminuait de plus de 25% entre deux mesures successives par le Transonic®. L'écho-Doppler permet l'identification précise des anomalies (degré et topographie des sténoses, ectasies, mesure des flux collatéraux, aspect des artères, etc.) et aide à la décision opératoire.
 - Examen clinique une fois par semestre et en fonction des difficultés d'utilisation de l'accès.

Pour les deux périodes le nombre de cas de thrombose de la FAV a été décompté par rapport au nombre d'années/patient. La reprise par l'équipe de chirurgie vasculaire d'une FAV dont le débit diminuait rapidement était réalisée dans des délais variant selon les résultats : dans les 48 heures si le débit était inférieur à

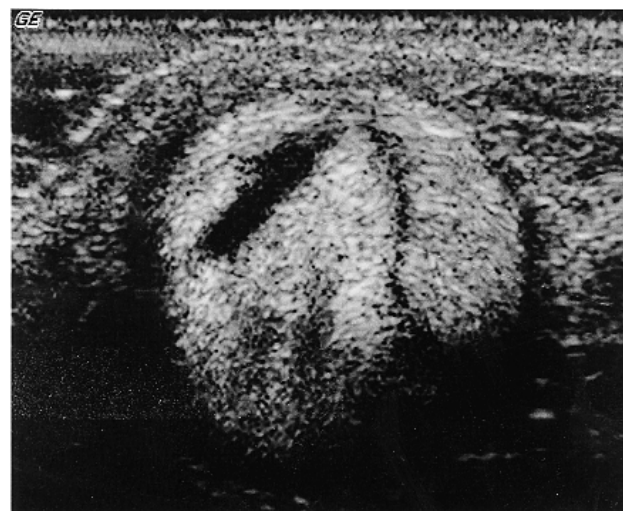
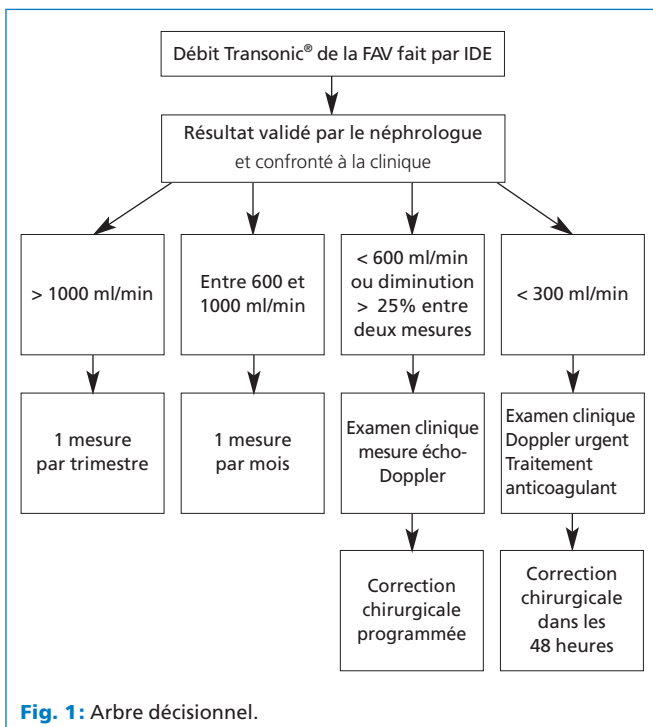


Fig. 2: Ectasie de la veine de drainage d'une FAV. Flux tourbillonnant.

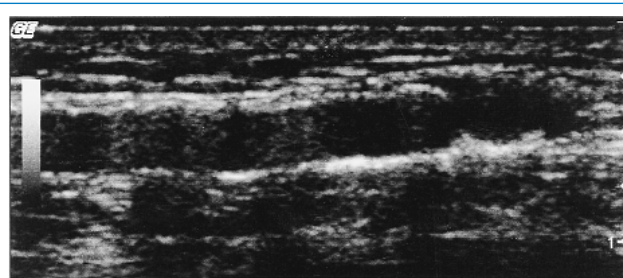


Fig. 3: Image échographique de calcification de la paroi veineuse.

300 ml/min, avec addition d'héparine calcique ou dans les quinze jours si le débit baissait de 25% en dessous d'un seuil critique de 600 ml/min. L'intervention consistait, sous anesthésie loco-régionale, en angioplastie, avec ou sans endoprothèse sur table opératoire, plastie d'agrandissement ou pontage vasculaire. Les suites opératoires étaient assurées en hospitalisation avec héparinisation continue de 36 à 48 heures puis relais par héparine calcique pendant dix jours.

■ Analyse statistique

Les valeurs obtenues par le système Transonic® et le système écho-Doppler ont été comparées, et leurs différences ont été analysées selon la méthode de Bland et Altman. La comparaison de la prévalence des accidents thrombotiques, complications, et reprises chirurgicales entre les périodes d'étude B1 et B2 a été réalisée par le test exact de Fisher.

■ Résultats

● Phase 1

La figure 2 montre les différences entre Doppler et Transonic® corrigé en ordonnées, et la moyenne des débits (Doppler + Transonic® corrigé)/2 en abscisses.

Il n'existait pas de différence significative entre les données du Doppler et du Transonic® après correction de celui-ci par le coefficient obtenu par le calcul de la droite de régression : valeur corrigée = (0,7 x valeur mesurée) + 150. Il n'y avait pas de biais systématique. Dans dix cas, les mesures ont été réalisées sur des FAV anévrismales (fig. 2) ; dans sept cas il s'agissait d'artères calcifiées (fig. 3) et dans deux cas, la mesure portait sur des FAV à division veineuse précoce.

● Phase 2

De janvier 1998 à décembre 2001, 83 patients, 44 femmes et 39 hommes, d'âge moyen 61 ans (extrêmes 20 à 84 ans) ont eu au moins un mois de dialyse dans le secteur d'hémodialyse du CHU. Leur ancienneté moyenne en dialyse était de 75 mois (1 à 381) pour la période B1 et de 91 mois (1 à 405) pour la période B2.

Soixante-quatre fistules chez 58 patients suivis pendant la période B2 ont bénéficié des examens couplés écho-Doppler-Transonic®. Durant cette période, nous avons confirmé l'absence de différence entre Transonic® et Doppler.

Le tableau I montre la population étudiée dans les deux périodes. La durée moyenne d'exposition au risque était comparable dans les deux phases soit 89,9 années/patient en période B1 et 84,7 années/patient en période B2. Le nombre total d'interventions n'était pas significativement différent dans les deux périodes.

En comparaison avec la période B1, nous n'avons pas observé, durant la période B2, de différence significative d'âge, de sexe, de nombre d'années en dialyse, de nombre de séances de dialyse, de nombre de patients ayant nécessité une reprise chirurgicale, ou de nombre total d'interventions chirurgicales.

De même, nous n'avons pas constaté de différence entre les périodes B1 et B2 en ce qui concerne le nombre d'interventions chirurgicales de réfection de l'accès de dialyse. Nous avons mis en évidence une diminution de moitié du nombre de thromboses (risque relatif 1,962, intervalle de confiance à 95% = 1,019-3,776,

Tableau I: Population étudiée.

	Période I: surveillance clinique et artériographie (janvier 1998-décembre 1999)	Période II: surveillance clinique, Doppler et Transonic® (janvier 2000-décembre 2001)	
Nombre patients suivis	68	58	n.s.
Age moyen	60 ± 16,5	61 ± 16,2	n.s.
Sexe (M-F)	33-35	26-32	
Ancienneté en dialyse (mois) (moyenne ± écart type)	75 ± 83	91 ± 94	n.s.
Exposition au risque (années/patient)	89,9	84,7	n.s.
Nombre de patients ayant eu une intervention	24	25	n.s.

$p < 0,05$) par l'utilisation régulière du moniteur Transonic® lors de la période B2, sans modification du nombre de reprises et des créations. La fréquence des thromboses diminue significativement de 1/3,9 à 1/8,5 années/patient entre les périodes B1 et B2 ($p < 0,05$, tableau II).

La répartition des thromboses selon le type de connexion vasculaire était de 26% pour les pontages et 75% pour les FAV natives.

Avec l'utilisation du Transonic®, on notait dans les cas de thrombose une fréquence moindre quoique non significative, des fibrinolyse et des mises en place de cathéter en urgence pour la dialyse (tableau III).

L'analyse des échecs de cette stratégie est détaillée dans le tableau IV: un seul des dix patients n'avait pas de cause identifiée, pour les autres, il s'agissait deux fois de délai lié au patient (refus de l'intervention), deux fois de patients avec une hypotension artérielle chronique sévère, deux fois il s'agissait de patients ayant des antécédents d'échecs itératifs, un patient porteur d'un stent avait un abcès de la cheville avec syndrome inflammatoire majeur, un patient avec un réseau veineux très grêle a thrombosé deux fois.

■ Discussion

La surveillance clinique des accès vasculaires donne des informations très utiles sur les complications en cours, mais ne permet pas toujours de prédire l'imminence de telles complications, de sorte que des traitements préventifs ne peuvent être mis en œuvre en temps utile.

L'examen Transonic® permet, de façon non vulnérante, de mesurer le débit de la fistule pendant la dialyse. Ceci facilite, en particulier, l'interprétation des difficultés pouvant survenir. L'usage combiné Doppler/Transonic® permet de reconnaître le risque de

Tableau III: Incidence de la surveillance par le Doppler et le Transonic® sur le nombre de fibrinolyse, et mises en place de cathéters.

	Période I: surveillance clinique et artériographie (janvier 1998- décembre 1999)	Période II: surveillance clinique Doppler et Transonic® (janvier 2000- décembre 2001)
Fibrinolyse	11	3
Mises en place des KT	5	3
DMS des reprises	4,7 j	4,6 j
DMS des thromboses	5,5 j	6,2 j

(DMS = durée moyenne de séjour hospitalier).

thrombose lorsque le débit décroît, et laisse le temps pour une chirurgie préventive par une équipe chirurgicale motivée et disponible.

Des causes d'erreur restent cependant possibles, soit par le fait d'un mélange incomplet du traceur notamment en cas d'ectasie vasculaire (10% des cas), pouvant donner une surestimation du débit par le Transonic® (cas n° 1 sur fig. 2). L'image écho-Doppler des mouvement du sang dans ces anévrismes permet de visualiser cette non-homogénéité de la dilution du sérum salé. Quelle que soit la technique de ponction utilisée, (ponction dans le sens du flux ou à contre sens) le Transonic® surestime alors le débit.

Une autre cause d'erreur possible est la division précoce de la veine fistulisée (4% des cas): si l'aiguille artérielle ne peut être implantée dans le tronc commun, le débit mesuré par le Transonic® est toujours partiel et sous-estime le vrai débit de l'anastomose. Par contre le Doppler, mesurant le débit de l'artère alimentant l'anastomose donne le débit réel (cas n° 2 sur fig. 2).

Tableau II: Nombre de thromboses et type d'interventions.

	Période I: surveillance clinique et artériographie (janvier 1998-décembre 1999)	Période II: surveillance clinique, Doppler et Transonic® (janvier 2000-décembre 2001)	
Nombre total d'interventions	63	57	
Thromboses	23 (36%)	10 (17%)	$p < 0,05$
Nombre de thromboses (par année/patient)	1/3,91 ap	1/8,47 ap	
Créations:	4 (6%)	11 (19%)	
• 1 ^{re} fistule	4	7	n.s.
• Changement de site	0	4	
Reprises	36 (57%)	36 (63%)	n.s.

Tableau IV: Analyse des dix thromboses de la période B2.

	Age	Ancienneté en dialyse en mois	Thromboses	Cause des thromboses
BL	49	56	1	Délai patient-dépendant
BB	35	234	2	Pontage se drainant dans le réseau veineux grêle
DF	34	36	1	Echecs répétés
DG	76	44	1	Stent axillaire
LC	71	38	1	Délai patient-dépendant
MM	66	53	1	Non identifiée
MM	77	26	1	Echecs répétés de tout accès vasculaire
PR	39	72	1	TA < 90
TC	72	137	1	TA < 90
			Total = 10	

Enfin, les calcifications artérielles majeures des anciens dialysés (9% des cas) peuvent être source d'erreur, le diamètre de l'artère étant alors difficile à apprécier en échographie, laissant toute la responsabilité de la surveillance de débit au système Transonic®. La complémentarité de ces deux approches techniques est évidente.

La phase 1 de cette étude a établi les valeurs normales de débit mesurées par ces deux techniques, a montré leur excellent niveau de corrélation, et a déterminé, par conséquent, leur équivalence et leur interchangeabilité.

Sur la base de ces premiers résultats une stratégie de surveillance des accès d'hémodialyse a pu être mise en place, fondée sur le système Transonic® en routine, et le système écho-Doppler en référence. La fréquence des examens était liée à l'état morphologique et fonctionnel de l'accès vasculaire et non à un protocole fixe dont la pratique a été récemment critiquée;⁶ la même équipe critique également la mesure isolée du débit qui ne serait pas une technique suffisamment précise pour un dépistage précoce de dysfonctionnement. Cette critique ne s'applique pas à notre étude car notre suivi est basé d'une part sur la variation des valeurs dans le temps et d'autre part sur l'association de deux méthodes selon un arbre décisionnel.

Cette stratégie a abouti à une baisse du nombre de thromboses des fistules (de 1/3,9 années/patient à 1/8,5 années/patient) avec les conséquences attendues suivantes: interventions chirurgicales préventives programmées, moindre stress pour le patient, pas de perturbation dans le programme des dialyses journalières, diminution du nombre de poses de cathéters et de fibrinolyse. Les données extraites des études de Sheth⁷ et Arnold⁸ sur les FAV natives montrent une fréquence des thromboses par année/patient déjà supérieure à nos résultats de la période initiale: respectivement 1/1,3 et 1/1,8 années/patient versus 1/3,9 années/patient pour notre étude.

Dans cette étude, nous avons constaté l'augmentation – bien que non significative – du nombre global des créations de FAV au cours de la période B2: il ne s'agissait pas d'un abandon des accès défectueux, mais de créations de premières FAV liées à la prise en charge croissante de patients non programmés (sept des

onze patients), dialysés sur des cathéters et dont la création de la FAV était différée. Nous avons en effet observé entre les périodes B1 et B2, une augmentation de 23% du nombre des patients adressés tardivement (première consultation dialyse moins d'un mois avant la prise en charge), phénomène général qui a été décrit dans de nombreux pays.⁹ Pour les quatre autres patients il s'agissait d'un changement de site; deux d'entre eux avaient six et sept ans de dialyse sur la connexion antérieure; pour les deux autres, l'alimentation de la FAV par les artères radiales était d'emblée insuffisante.

Dans cette étude, le type de FAV, native ou pontage, se répartit selon le même pourcentage que celui reporté par l'étude DOPPS¹⁰ pour la France: respectivement 75% et 15% (plus 10% représentés par les cathéters). Aux Etats-Unis, la répartition est inversée, sans que cela modifie la valeur seuil de risque de thrombose. Cette valeur seuil semble donc s'appliquer de façon équivalente à ces deux types d'accès. La sur-représentation des thromboses sur les pontages (26%) dans notre population, paraît confirmer les données de l'étude DOPPS sur la population américaine, sous réserve du nombre très faible de patients.

L'analyse des causes d'échec de notre stratégie (tableau IV) retrouve les facteurs précipitants suivants: hypotension artérielle permanente, retard d'intervention chirurgicale patient-dépendant, échecs itératifs des différentes tentatives précédentes, syndrome inflammatoire. Dans un cas, aucune cause précipitante n'a été identifiée.

La radiologie interventionnelle n'a pas été mise en œuvre dans cette étude pour des raisons de choix d'équipe et de logistique.

Nos résultats corroborent ceux d'autres équipes: Goldstein,¹¹ et Schwab¹² ont montré l'intérêt d'utilisation du Transonic® dans la surveillance des FAV tant chez l'enfant que chez l'adulte. La valeur seuil d'alerte de bas débit des FAV semble consensuelle: un débit inférieur à 600 ml/min indique un risque élevé de survenue de thromboses et implique une correction par angioplastie endoluminale ou plastie chirurgicale. La qualité et l'objectivité des mesures ultrasonores ont été des arguments très convaincants pour porter l'indication opératoire et apprécier le degré d'urgence et la nécessité d'une anticoagulation.

L'utilisation du système Transonic® est facile et doit être prise en charge par l'équipe infirmière, la seule à même d'assurer son utilisation fiable en routine. Associée à l'utilisation rationnelle de l'écho-Doppler, elle permet pendant et en dehors des dialyses une surveillance très fiable des FAV. Les bénéfices sur la fréquence des thromboses et leurs conséquences sont majeurs avec une équipe chirurgicale qui dispose d'éléments objectifs pour modifier son programme opératoire. Ces techniques très largement applicables dans une population de dialysés fragiles de centre lourd, doivent être intégrées au fonctionnement routinier.

Adresse de correspondance:

Dr Bernard Branger
Service de néphrologie médecine C
Groupe hospitalo-universitaire Carémeau
Place Professeur Robert Debré
F-30900 Nîmes Cedex 9



Références

1. Lopez FM, Lopez P, Charret M, Ramperez P, Oulès R, Branger B, Mion C, Dumazer R. Opacification des fistules artérioveineuses en vue d'hémodialyse. Problèmes techniques, solutions proposées, intérêt de la voie artérielle. *Int J Radiol* 1980; 61 : 76-7 (a).
2. Branger B, Zabadani B, Oulès R, Vecina F, Granolleras C, Ramperez P, Deschodt G, Fourcade J. Cathéters jugulaires tunnellisés chez l'hémodialysé chronique: bilan d'un centre à propos de 101 cas. *Néphrologie* 1994; 15: 73-5.
3. Oulès R, Granolleras C, Cardot M, Branger B, Fourcade J, Shaldon S. Access recirculation and flow in hemodialysis patients; sensitivity validation of the ultrasound velocity technique. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 335A.
4. Krivitski NM. Theory and Validation of Access Flow Measurement by Dilution Technique during Hemodialysis. *Kidney Int* 1995; 48: 244-50.
5. DeSoto DJ, Ram SJ, Faiyaz R, Birk CG, Paulson WD. Hemodynamic reproducibility during blood flow measurements of hemodialysis synthetic grafts. *Am J Kidney Dis* 2001; 37: 790-6.
6. Paulson WD, Ram SJ, Birk CG, Work J. Does Blood Flow accurately predict thrombosis of failure of synthetic graft? A meta analysis. *Am J Kidney Dis* 1999; 34: 478-85.
7. Sheth RD, Brandt ML, Brewer ED, Nuchtern JG, Kale AS, Goldstein SL. Permanent hemodialysis vascular access survival in children and adolescents with end stage renal disease? *Kidney Int* 2002; 62:1864-9.
8. Arnold WP. Improvement in hemodialysis vascular access outcomes in a dedicated center. *Semin Dial* 2000; 13: 359-63.
9. Lameire N, Wauters JP, Gorriz Teruel JL, Van Biessen W, Vanholder R. An update on the referral pattern of patients with end stage renal disease. *Kidney Int* 2002; 61: S27-S34.
10. Pisoni RL, Young EW, Dykstra DN, Greenwood RN, Hecking E, Gillespie B, Wolfe RA, Gookin DA, Held PJ. Vascular access use in Europe and United States: Results from the DOPPS. *Kidney Int* 2002; 61: 305-16.
11. Goldstein SL, Allsteadt A. Ultrasound dilution evaluation of pediatric hemodialysis vascular access. *Kidney Int* 2001; 59: 2357-60.
12. Schwab SJ, Oliver MJ, Suhocki P, McCann R. Hemodialysis vascular access: Detection of stenosis and response to treatment by vascular access blood flow. *Kidney Int* 2001; 59: 358-63.

Date de soumission : décembre 2002 Date d'acceptation : juillet 2003