



SURVEILLANCE DES ABORDS VASCULAIRES

L'écho doppler dans la surveillance des abords vasculaires pour hémodialyse

GILBERT FRANCO - ANGIÉOLOGUE - CLINIQUE ARAGO - PARIS

De nombreux problèmes posés par les abords vasculaires pour hémodialyse peuvent être explorés de manière non invasive par les ultrasons. De nombreuses questions sont posées.

Les plus fréquentes sont pourquoi :

- Débit insuffisant
- Saignements prolongés
- Hématomes
- Dilatations anormales
- Douleurs du membre ou des extrémités
- Œdème
- Mauvais fonctionnement du KT

Toutes ces questions peuvent être "débrouillées" par un examen clinique complété par un écho doppler qui oriente ou non vers une solution médicale chirurgicale ou radiologique.

PROTOCOLE DE L'EXAMEN ECHO-DOPPLER

Le patient est examiné en décubitus dorsal ou en position demi-assise dévêtu au moins jusqu'à la racine du membre pour permettre un bilan exhaustif dans une pièce dont la température ambiante est suffisante pour ne pas générer de vasoconstriction périphérique. L'usage du garrot est utile lors de l'examen précoce des FAV pour augmenter la réplétion veineuse et lutter contre l'écrasement de la veine sous la sonde permettant une mesure exacte du diamètre.

Les différents temps d'examen peuvent se décomposer comme suit mais leur enchaînement est à adapter en fonction des renseignements cliniques et opératoires.

La perméabilité de la FAV est vérifiée au doppler continu avec balayage de la zone anastomotique à la recherche de signe de sténose et mesure de la vitesse maximum.

Un balayage en mode B du système artériel à la recherche d'une variété anatomique de type bifurcation haute de l'artère humérale méconnue est effectué. Ce diagnostic peut être suspecté au doppler continu uniquement sur les FAV au coude devant l'existence d'un flux continu systolo-diastolique sur les artères de l'avant-bras. Ce diagnostic est important car il

conditionne le site de calcul du débit qui devra dans ce cas être impérativement fait sur l'artère axillaire. D'autre part en cas d'hypo-débit une recherche soigneuse de sténose ostiale de l'artère radiale de naissance haute devra être effectuée. Cette circonstance n'est pas exceptionnelle et parfois le diagnostic n'est fait secondairement qu'après avoir, lors du balayage de l'avant-bras, mis en évidence une anastomose inhabituelle très développée entre le tronc cubito interosseux et l'artère radiale invitant à rechercher une sténose d'amont ayant entraîné ce développement de suppléance.

L'analyse morphologique toujours en mode B permet de suivre depuis l'anastomose la veine artérialisée et d'en noter les anomalies morphologiques éventuelles, le diamètre, le type de drainage profond et ses particularités et d'étudier l'épaisseur des parties molles péri-veineuses et leur écho structure.

Le débit est réalisé sur l'artère humérale ou l'artère axillaire et c'est un temps capital du bilan d'une fistule artérioveineuse. Le résultat est le fruit de nombreuses mesures moyennées, trois au minimum cohérentes en se méfiant des nombreux pièges dus aux erreurs de calcul du diamètre, au mauvais positionnement du volume d'échantillonnage et aux erreurs de correction d'angle d'incidence notamment. Les résultats sont exprimés en ml/mm, et l'on parlera d'un hypodébit si celui-ci est inférieur à 300ml/mm.

MATURATION DES FISTULES NATIVES

La définition du retard de maturation d'une fistule artérioveineuse (FAV) est en fait assez floue et la littérature énonce qu'une FAV connaît un retard de maturation quand elle n'est pas utilisable pour l'hémodialyse au bout du temps espéré. En pratique la FAV peut être mature quand la veine superficielle artérialisée est suffisamment développée pour être ponctionnée sans risque c'est-à-dire d'un calibre de 4 à 6 mm et que son débit permet une épuration correcte c'est-à-dire au moins 300 ml/mm. La majorité des FAV remplissent ces critères au bout de 4 à 5 semaines en dehors des FAV cubitales souvent plus longues à se développer. On parlera de défaut de maturation après un délai de 3 mois car certaines fistules artérioveineuses réalisées sur des

terains particuliers : sujets âgés, athérosclérotiques, diabétiques, vaisseaux grêles pourront être plus lentes à se développer. Les problèmes rencontrés seront différents en fonction du site d'implantation. La maturation adéquate d'une FAV nécessite un axe artériel donneur et une veine de retour libre de lésions. Le bilan préopératoire clinique ultrasonographique et angiographique est à même d'améliorer le taux de réussite des abords vasculaires. Le calibre initial des vaisseaux est un facteur important dans la mesure où la loi de POISEUILLE nous indique que la résistance à l'écoulement est inversement proportionnelle à la puissance quatrième du rayon. Dans les deux semaines suivant la création de la FAV en dehors de celle se thrombosant précocement, le calibre des vaisseaux augmente et la dilatation continue de progresser jusqu'à la douzième semaine, la veine atteignant 5 à 6 mm pour une fistule radiale faite au poignet chez les sujets dont l'abord sera utilisable. Le calibre de l'artère radiale et de la veine radiale < à 1.6 mm en préopératoire chez l'adulte au stade d'insuffisance rénale terminale est un critère prédictif d'échec.

PEUDO RETARD DE MATURATION.

Lorsque le développement est apparemment cliniquement insuffisant, veine artérialisée peu visible et palpable, thrill semblant anormal, le bilan permet de faire la différence entre un retard vrai et un pseudo retard. Ceci s'observe préférentiellement chez l'enfant et l'obèse, pour les FAV au poignet mais également pour les FAV au coude. La veine basilique est une veine profonde proche de l'artère humérale parfois difficile à examiner cliniquement notamment lorsque la racine utilisée pour l'anastomose était très grêle, la veine céphalique est en principe superficielle, mais peut pénétrer très bas sous le fascia devenant de ce fait peu palpable. Dans ce cas le débit normal et la veine correctement dilatée suivant la mesure échographique répondent aux critères des FAV matures mais insuffisamment perçues. L'échographie du trajet vasculaire s'assure de l'absence d'anomalie et montre habituellement une épaisseur des parties molles trop importante pour permettre une palpation aisée mais également une écho structure souvent remaniée avec des signes de liposclérose, des lobules adipeux hyperéchogènes ou

une gaine vasculaire plaquant la veine sur le plan profond aponévrotique, lui interdisant de "monter" en superficie et même limitant sa dilatation, compte tenu du débit constaté. La veine peut également apparaître contenue dans un feuillet aponévrotique dédoublé avec un aspect échographique identique à celui de la veine grande saphène à la cuisse, aspect habituellement non décrit dans les livres d'anatomie. Dans ces cas de figure la superficialisation est la solution de choix. Et nombres d'abord qui auraient été abandonnés peuvent grâce à cette exploration et aux critères simples que l'on en déduit sont sauvés de cette manière.

DYSFONCTIONNEMENT DES FISTULES ARTÉRIOVEINEUSES

Thrombose

En cas de thrombose précoce d'un abord dont le diagnostic est essentiellement clinique, l'écho doppler apporte des arguments concernant la possibilité de désobstruction chirurgicale ou radiologique. Il précise l'étendue des lésions artérielles ou veineuses permettant souvent de choisir entre une réfection plus haut de l'anastomose (lorsque l'artère et la veine sont correctes en dehors de la zone anastomotique thrombosée) ou le changement pur et simple de site. Parfois, mais il faut le souligner exceptionnellement, on constate l'existence d'un pré-occlusion et non d'une thrombose complète dont les causes sont celles qui seront développées plus bas et dont la thérapeutique est identique en dehors des cas exceptionnels ou la pré-occlusion précoce est la conséquence d'une compression extrinsèque post-opératoire de type hématome ou lymphocèle, dont le diagnostic est cliniquement évident à l'avant-bras mais plus difficile au bras.

Sténose anastomotique et juxta anastomotique artérielle

Différents types existent dont l'analyse la plus fine possible est importante car influençant la sanction thérapeutique, réfection de l'anastomose ou angioplastie, sujet encore débattu entre chirurgiens et radiologues interventionnels. Le doppler couleur prend ici toute son importance pour localiser exactement le site sténotique grâce à l'analyse de variance permettant ensuite les mesures de vitesses sténotiques ainsi que pré et post-sténotiques dont le rapport permet une première quantification, le rapport des vitesses donnant le rapport des surfaces. La sténose anastomotique vraie stricto sensu intéressant uniquement l'anastomose, souvent sur une anastomose insuffisamment spatulée ou sur faute technique est rare surtout depuis l'utilisation du microscope et de ce fait notre expérience à ce niveau est limitée.

La sténose peut siéger au talon de l'anastomose sur le versant artériel. Elle peut également siéger en amont immédiat de l'anastomose. Dans l'optique d'une réfection chirurgicale de l'anastomose l'état de l'artère sus-jacente sera étudiée afin de trouver la zone la plus adéquate à la nouvelle anastomose.

Sténose anastomotique et juxta anastomotique veineuse

La sténose peut intéresser le seul versant veineux juxta anastomotique immédiatement après la spatule. La sténose peut siéger précocement au-delà, au niveau du déroutage environ deux centimètres après l'anastomose. Ces anomalies peuvent conduire à des gestes de dilatation per-opératoire ou secondairement.

Sténose artérielle à distance de l'anastomose

Le contexte clinique, diabétique poly-vasculaire connu, le passé de dialyse sont des éléments d'orientation. Il peut s'agir de lésions diffuses des axes de l'avant-bras. Ailleurs les lésions sont plus proximales sur l'artère humérale ou l'artère sous-clavière. Il faut également penser à éliminer les lésions secondaires à des gestes chirurgicaux ou radiologiques préalables tels des dissections.

La FAV cubitale a souvent une maturation plus lente en dehors des cas où l'artère cubitale est l'artère dominante de l'avant-bras.

Sténose veineuse à distance de l'anastomose

La sténose veineuse intermédiaire à distance de l'anastomose représente un tiers environ des sténoses associées à un retard de maturation. Le bilan clinique est souvent assez parlant. Et le bilan écho doppler ne fait que confirmer et préciser l'impression clinique. La veine artérialisée s'est dilatée jusqu'à la zone de sténose qui sera quantifiée par la méthodologie habituelle. L'écho doppler apporte des renseignements intéressants sur la nature de la lésion qui peut être une sténose sur jeu valvulaire, une sténose fibreuse sur une ancienne zone de ponction, avec parfois une synéchie intimale, un thrombus, ou une sténose très longue dont la conséquence est identique à une occlusion avec développement d'un arc veineux accessoire. L'analyse sous garrot suivant la même méthodologie que celle décrite plus haut fournit des renseignements importants pour la conduite ultérieure, et notamment sur la longueur de la lésion.

Un cas particulier est représenté par la fistule à l'avant bras réalisée avec une veine radiale dont le seul drainage est la perforante brachiale au coude en cas de destruction des réseaux basilique et céphalique. La sténose veineuse

peut dans ce cas siéger sur la perforante elle-même voir sur la veine humérale de drainage.

Ischémie et vol vasculaire

L'ischémie distale est une complication sévère de l'abord vasculaire d'hémodialyse. Les mécanismes sont complexes. Une bonne connaissance de ces mécanismes est indispensable pour le bilan pré-thérapeutique et pour guider le choix des traitements. La radiologie interventionnelle peut être efficace le plus souvent en réalisant une angioplastie chez les patients avec une maladie sévère et extensive, mais peut également permettre de diminuer le vol par occlusion artérielle. Plusieurs mécanismes, souvent intriqués, sont à l'origine de ce problème qui peut revêtir un caractère d'urgence notamment s'il survient précocement après la création de la FAV.

Plusieurs tableaux se rencontrent :

- ischémie aigüe avec déficit sensitivo-moteur pouvant conduire à un syndrome de Volkmann,
- ischémie chronique avec ou sans troubles trophiques,
- neuropathie ischémique monomélique avec dysfonctionnement sévère des nerfs moteurs et sensitifs,
- syndrome ischémique plus œdème orientant d'emblée vers une étiologie veineuse.

Le diagnostic positif en dehors du premier cas est parfois difficile notamment avec un canal carpien fréquent sur ce terrain. Le diagnostic d'ischémie distale repose principalement sur les données cliniques mais l'exploration non invasive par pléthysmographie, écho-doppler et oxymétrie pulsée sont utiles permettant de décider d'une angiographie.

Syndrome de vol vasculaire et lésions sténosantes ou oblitérantes

L'hémo-détournement est constant en cas de FAV si la perméabilité normale du système artériel est conservée. Il existe alors une inversion du sens du flux dans l'artère en aval de l'anastomose, si elle siège au poignet via les arcades palmaires avec augmentation de flux dans l'artère cubitale. Cet hémo-détournement ne peut avoir lieu si des lésions des arcades palmaires ou de l'artère cubitale viennent s'y opposer. Si la FAV siège au coude il existe un recrutement des collatérales de l'artère humérale de part et d'autre de l'anastomose. A la différence du premier cas où le détournement est permanent, dans ce second cas le détournement dans l'artère humérale d'aval est inconstant et seulement intermittent sauf cas très exceptionnel. Le flux peut être antérograde en diastole et en systole, antérograde en systole et rétrograde en diastole ou rétrograde si une lésion sténosante sévère voire une occlusion sous-jacente existe. La compression manuelle de la fistule au niveau de l'anasto-

moise fait immédiatement disparaître l'hémo-détournement. La bifurcation haute de l'artère humérale est le seul cas de figure où une FAV au coude donne lieu à une inversion complète du flux en aval de l'anastomose avec existence d'un flux continu au doppler sur les axes de l'avant-bras.

La séméiologie vélocimétrique est superposable à celle des différents types d'hémo-détournement vertébro sous-claviers que l'on connaît bien. En fait on pourra distinguer des hémo-détournements avec vol distal sévère au niveau de la main générant des phénomènes ischémiques, des hémo-détournements sans vol distal sévère ni retentissement ischémique. Ceci est donc superposable à ce que l'on observe dans l'hémo-détournement vertébro-sous-clavier où le vol basilaire est inconstant. Le doppler continu et l'imagerie de flux en doppler couleur sont importants dans le diagnostic positif.

Plusieurs cas de figures se rencontrent :

Les flux distaux sont normaux FAV ouverte et l'on peut éliminer une ischémie distale.

Les flux distaux sont dégradés ou absents compatibles avec une ischémie, qui peut probablement se majorer lors des séances de dialyse. Soit la compression manuelle de la FAV les fait réapparaître et l'on peut conclure à une ischémie avec vol, la perméabilité des axes en aval de la FAV n'étant pas en cause. Il importe dans ce cas de rechercher un hyperdébit car la correction de celui-ci peut suffire à réduire le vol et à amender la symptomatologie. Soit la compression de la FAV ne fait pas réapparaître les flux distaux et l'on peut conclure que l'hémo-détournement s'accompagne de lésions artérielles significatives. Elles peuvent siéger à tous les niveaux en amont mais également en aval de l'anastomose de la FAV. Le siège des lésions doit être recherché soigneusement afin d'envisager le traitement radiologique ou chirurgical si les axes atteints sont accessibles à une angioplastie ou à un pontage. Si tel n'est pas le cas en dehors du cas précité où existe un hyperdébit associé qui peut être corrigé, la seule alternative est la fermeture de la fistule, encore que, quelques succès de la sympathectomie thoracique sous vidéoscopie aient été rapportés. S'il n'existe pas de lésions significatives des axes artériels en amont de la FAV, la fermeture manuelle de celle-ci entraîne une restauration des flux immédiatement en aval, et si de façon concomitante les flux distaux restent absents ou très dégradés, on peut conclure à l'existence de lésions d'artériolites digitales dominantes. Par contre si la fermeture manuelle de la FAV ne s'accompagne pas d'une restauration des flux en aval de l'anastomose, il existe des lésions d'amont dont la recherche et la localisation précise sont indispensables car pouvant conduire à un traitement, le plus souvent radiologique satisfaisant.

Ischémie d'origine veineuse

La sténose veineuse est la complication la plus fréquente de l'abord vasculaire d'hémodialyse. Parmi ces sténoses, peu causent une augmentation de la pression des veines distales et des capillaires suffisante pour générer une ischémie distale équivalente au membre supérieur de la phlegmatia caerulea. L'atteinte artérielle associée n'est pas exceptionnelle. Ce mécanisme explique aussi l'oedème qui est presque toujours associé segmentaire ou global en fonction du siège de la sténose. La recherche d'un hyperdébit associé est utile car sa correction doit être envisagée de façon associée à la cure de la sténose veineuse, étant un facteur aggravant et risquant même de se majorer après traitement de celle-ci. Il est là comme dans d'autres circonstances, fondamentales d'avoir une quantification de départ du débit afin de ne pas entrer dans le cercle vicieux hyperboloïde sténose fonctionnelle.

L'augmentation de pression veineuse à distance est retrouvée dans deux différentes sortes de sténoses veineuses : lésions distales situées en aval d'une large collatérale transmettant l'augmentation de pression à distance où oedème et ischémie sont limités à la main et aux doigts dans le territoire de cette veine. Lésions veineuses proximales ou l'oedème intéresse la totalité du membre. Le traitement radiologique de ce type d'ischémie sans hyperdébit est très simple par angioplastie endoluminale percutanée de la lésion veineuse responsable de l'augmentation de la pression veineuse.

Anévrisme vrai

Dilatation de la zone anastomotique de la fistule artérioveineuse et dilatation des zones de ponction sont la rançon fréquente d'une FAV fonctionnelle. Une surveillance régulière du débit et son éventuelle réduction pourraient éviter que ces dilatations ne deviennent monstrueuses. D'autre part bien que relativement peu fréquentes les sténoses post anévrismales, l'obstruction d'une voie de drainage et la thrombose sacculaire devraient être éliminées, ce qui est aisé en écho-doppler.

Faux anévrisme

Réalise une formation pulsatile, conséquence d'une ponction transfixiante, avec hématome circulant à l'écho-doppler, qui visualise le jet, de situation habituellement excentrée par rapport à l'axe de la FAV. Le faux anévrisme sur point de ponction avec nécrose cutanée est redoutable par les risques hémorragiques encourus, majorés par l'hyperdébit et une sténose d'aval. Les faux anévrismes sur prothèses peuvent se développer dans la capsule externe de la prothèse dont l'échostructure pariétale disparaît parfois sur des segments

étendus aboutissant parfois à une destruction étendue. Ces faux anévrismes sont parfois septiques d'emblée ou se surinfectent secondairement et dans ce cas la néo-paroi qui les contient habituellement et qui a une définition échographique a tendance à s'estomper avec apparition de zones périphériques floconneuses et fluctuantes.

Sérome

Le sérome est fréquemment observé sur les FAV PTFE (polytétrafluoroéthylène) conséquence d'une filtration de sérum à travers la prothèse qui est poreuse (utilisation de Bétadine®per-op. Souvent retrouvée). Le diagnostic est facile par les ultrasons qui retrouvent une collection périprothétique liquidienne hypo ou anéchogène à renforcement postérieur, non circulante en doppler couleur.

Hématome

Souvent observé après une séance de dialyse, le diagnostic clinique est plus facile à l'avant bras qu'au bras, où le développement dans la gouttière bicipitale peut être cliniquement trompeur, mais facilement exploré par les ultrasons. Il réalise une collection hétérogène plus ou moins bien limitée par les structures adjacentes et sans circulation visible en doppler couleur.

Ce catalogue de lésions facilement explorables de façon atraumatique et peu onéreuse n'est pas exhaustif mais représente une base de réflexion.

BIBLIOGRAPHIE

Allon M, Bailey R, Ballard R, Deierhoi MH, Hamrick K, Oser R, et al. A multidisciplinary approach to hemodialysis access : prospective evaluation. *Kidney Int* 1998 ; 53 :473-

Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, Gallichio MH, Young CJ, Barker J, et al. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int* 2001 ; 60 : 2013-20

Ascher E, Gade P, Hingorani A et al. Changes in the practice of angioaccess surgery : impact of dialysis outcome and quality initiative recommendations. *J Vasc Surg*2000 ; 31 : 84-92

Berman SS, Gentile AT. Impact of secondary procedures in autogenous arteriovenous fistula maturation and maintenance. *J Vasc Surg* 2001 ; 34 : 866-871

Bourquelot P. Les fistules artérioveineuses et techniques apparentées: réalisation, surveillance. *Rev Prat (Paris)* 1991 ; 41: 1060-4.

- Finlay DE, longley DG, Foshager MC, Letourneau JG. Duplex and color doppler sonography of hemodialysis arteriovenous fistulas and grafts. *Radiographics* 1993 ; 13 : 983-99
- Konner K. Primary vascular access in diabetic patients : an audit. *Nephrol Dial Transplant* 2000 ; 15 : 1317-1325
- Kobsoy C, Kuzu A, Erden I, Turkcapar AG, Duzgun I, Anadol E. Predictive value of colour doppler ultrasonography in detecting failure of vascular access grafts. *Br J Radiol* 1995; 82 : 50-2
- Landwehr P, Tschammler A, Schaefer RM, Lackner K. The value of color coded duplex sonography of a dialysis shunt, *Rofo. Fortschritte auf dem Gebiete der Rontgenstrahlen und der neuen Bildgebenden Verfahren* 1990; 153 : 18541.
- Lin SL, Chen HS, Huang CH, Yen TS. Predicting the outcome of hemodialysis arteriovenous fistulae using duplex ultrasonography. *J Formos Med Assoc* 1997; 96 : 864-868
- Malovrh M. Non-invasive evaluation of vessels by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 1998 ; 13 : 125-129
- Miller PE, Tolwani A, Luscly CP, Deierhoi MH, Bailey R, Redden DT, et al. Predictors of adequacy of arteriovenous fistulas in hemodialysis patients. *Kidney Int* 1999;56 : 275-80
- Melki Ph, Boyer JC, Belinn X, Cornud F, Moreau J F, Complications des abords vasculaires de l'hémodialyse valeur diagnostique et impact thérapeutique de l'écho-doppler couleur. 43^{ème} Journées françaises de radiologie, Paris, novembre 1995.
- Mihmanli I, Besirli K, Kurugoglu S, Atakir K, Haider S, Ogut G, et al. Cephalic vein and hemodialysis fistula : surgeon's observation versus color Doppler ultrasonographic findings. *J Ultrasound Med* 2001;20:217-22.
- NKF-K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access: update 2000. *Am J Kidney Dis* 2001 ; 37 : S137-81.
- Raynaud A, Turmel-Rodriguez L. Indications de l'angioplastie percutanée dans les abords vasculaires pour hémodialyse chronique. *Abords vasculaires pour hémodialyse. Tours : 1995 : 83-91 (polycopié).*
- Reis GJ, Hirsch AT, Come PC. Detection and treatment of high-output cardiac failure resulting from a large hemodialysis fistula. *Catheterization and Cardiovascular Diagnosis*. 1988 ; 14:263-265
- Robbin ML et al. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity : US evaluation. *Radiology* 2002 ; 225 : 59-64
- Silva MB Jr, Hobson RW, Pappas PJ, Jamil Z, Araki CT, Goldberg MC, et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures : impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg* 1998 ; 27 : 302-7
- Scheibel W, Skram C, Leopold GR. High resolution real-time sonography of hemodialysis vascular access complications. *AJR* 1980 ; 134 ; 1 173-6.
- Tordoir JH, Kwan TS, Herman JM, Carol EJ, Jakimowicz JJ. Primary and secondary access surgery for haemodialysis with the Brescia-Cimino fistula and the polytetrafluoroethylene (PTFE) graft. *Neth J Surg* 1983 ; 35 : 8-12
- Turmel-Rodrigues L, Mouton A, Birmele B et al. Salvage of immature forearm fistulas for haemodialysis by interventional radiology. *Nephrol Dial Transplant* 2001 ; 16 : 2365-2371