

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS ET DE LA SANTÉ

Arrêté du 19 mai 2021 relatif à l'autorisation du protocole de coopération « Entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non vulnérante »

NOR : SSAH2112228A

Le ministre des solidarités et de la santé et le ministre délégué auprès du ministre de l'économie, des finances et de la relance, chargé des comptes publics,

Vu le code de la santé publique, notamment ses articles L. 4011-1 et suivants ;

Vu la loi n° 2019-774 du 24 juillet 2019 relative à l'organisation et à la transformation du système de santé, notamment son article 66 ;

Vu la loi n° 2020-1525 du 7 décembre 2020 d'accélération et de simplification de l'action publique, notamment son article 96 ;

Vu l'avis de la Haute autorité de santé n° 2016.0046/AC/SA3P du 22 juin 2016 ;

Vu la délibération du Conseil national des coopérations inter professionnelles du 4 novembre 2020,

Arrêtent :

Art. 1^{er}. – En application du deuxième alinéa du A du III de l'article 66 de la loi n° 2019-774 du 24 juillet 2019 susvisée, le protocole de coopération « entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non vulnérante », annexé au présent arrêté, est autorisé sur le territoire national dans les conditions prévues aux articles L. 4011-1, L. 4011-2 et L. 4011-3 du code de la santé publique.

Art. 2. – Les structures d'emploi ou d'exercice sont tenues de déclarer auprès de l'agence régionale de santé territorialement compétente chaque membre de l'équipe volontaire pour mettre en œuvre le protocole « entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non vulnérante », selon les conditions fixées par l'article D. 4011-4 du code de la santé publique.

Art. 3. – Le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait le 19 mai 2021.

*Le ministre des solidarités
et de la santé,*

Pour le ministre et par délégation :

*La directrice générale de l'offre de soins,
K. JULIENNE*

*Le ministre délégué
auprès du ministre de l'économie, des finances
et de la relance, chargé des comptes publics,*

Pour le ministre et par délégation :

Le directeur de la sécurité sociale,

F. VON LENNEP

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Le présent projet de protocole concerne la réalisation, par un manipulateur d'électroradiologie médicale, de l'acquisition des images et signaux d'ultrasonographie vasculaire, ainsi que des techniques d'exploration fonctionnelle vasculaire non vulnérante (TcPO2, pléthysmographie, mesure des pressions artérielles segmentaires et distales, laser Doppler).

Ce protocole a pour but de faire face à l'évolution démographique et à l'évolution épidémiologique des maladies vasculaires, en raison de l'accroissement et du vieillissement de la population et de l'augmentation rapide de prévalence des maladies chroniques (notamment obésité, syndrome métabolique et diabète) dont les complications vasculaires sont fréquentes et graves.

Le protocole proposé ici repose spécifiquement sur un mode de coopération particulièrement exigeant, impliquant la vérification systématique et obligatoire de chaque examen de chaque patient par le médecin délégué, qui doit, à l'issue d'acquisition des images et signaux échodoppler, ou de la réalisation des mesures des techniques d'exploration fonctionnelle vasculaire par le délégué, se rendre auprès du malade, prendre lui-même en main la sonde ultrasonographique, vérifier de lui-même l'ensemble des axes vasculaires faisant l'objet de l'examen, et enregistrer les signaux Doppler pertinents, en approfondissant et/ou complétant éventuellement l'examen des anomalies signalées par le délégué. Il s'agit donc d'un double examen, le gain de temps étant obtenu par le fait que le délégué n'a pas à procéder à la mise en mémoire, l'annotation, et l'enregistrement des images et signaux, ces tâches ayant été préalablement effectuées par le délégué. Le déléguant se contente dès lors de visualiser les principales cibles de l'examen, de faire éventuellement des mesures de contrôle (par exemple de diamètre vasculaire ou de vitesse circulatoire). En revanche, il focalise son attention sur les anomalies signalées par le délégué, ou qu'il découvre lors de cette phase de vérification. Ce mode de fonctionnement assure donc, pour le patient, une double sécurité. Le gain de temps est néanmoins significatif, et ce mode de fonctionnement existe depuis des décennies dans de nombreux pays, notamment anglo-saxons. Il garantit non seulement le maintien, mais aussi le développement de compétence et d'expertise du délégué (qui consacre la majorité de son activité professionnelle à ces explorations et bénéficie, pour chaque malade, du contrôle, des observations et des conclusions du médecin), et du déléguant, qui peut voir, dans le temps habituellement imparti à un examen, 3 à 4 patients.

Ce mode de fonctionnement a été amplement et anciennement éprouvé dans d'autres pays, mais aussi par plusieurs équipes hospitalo-universitaires, en France, de sorte que ses avantages et limites sont bien connus. Il évite les dérives prévisibles des modes de délégation sans vérification systématique : perte progressive de compétence et d'expertise technique du déléguant qui ne manipule plus l'outil diagnostique, et perte de motivation du délégué qui ne bénéficie plus de contrôles ni de conseils, et n'a pas connaissance de la contribution diagnostique de son travail. Il limite aussi les risques de stratification des explorations : multiplication des examens échographiques systématiques hors d'une démarche diagnostique raisonnée, avec prolifération de résultats douteux, insuffisants, ou faussement positifs conduisant à une inflation

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

2

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

d'examen de recours, notamment de tomodensitométrie à rayons X (TDM) ou d'imagerie par résonance magnétique (IRM). Il exclut a priori une organisation reposant sur l'activité de délégués ultrasonographistes isolés encadrés par les médecins délégués consacrant l'essentiel de leur temps à d'autres activités (notamment TDM ou IRM) et ne pouvant donc jouer un véritable rôle de référents en ultrasonographie.

En revanche, ce mode de fonctionnement se prête parfaitement à la standardisation des examens dans le respect des bonnes pratiques et des recommandations, et garantit la qualité des données recueillies, que ce soit pour la prise de décision thérapeutique ou pour des objectifs de recherche clinique.

Sa mise en œuvre implique une organisation « de terrain » assurant, de façon pérenne, la formation aux techniques concernées des manipulateurs en électroradiologie médicale (délégués), mais aussi des médecins (délégués).

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

3

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

FICHE PROJET		
ITEMS	CONSEILS	ELEMENTS DE REPONSE
Intitulé du Protocole de coopération (PC) Quel est le thème de la coopération entre professionnels de santé ?	L'intitulé est renseigné après avoir défini précisément le périmètre dérogatoire de la nouvelle prise en charge.	Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante
Profession du délégant Quelle est la profession, et le cas échéant la spécialité, du délégant inscrite à l'article L. 4011-1 du code de la santé publique ?	La liste des professions de santé concernées par la coopération est consultable sur le site Internet de la HAS Lien professionnels de santé	Le délégant est un médecin vasculaire, donc titulaire du Diplôme de Docteur en Médecine, inscrit au Conseil de l'Ordre des Médecins, et titulaire de la Capacité d'Angiologie et/ou du DESC de Médecine Vasculaire
Profession du délégué Quelle est la profession du ou des délégué(s) inscrite à l'article L. 4011-1 du code de la santé publique ?	La liste des professions de santé concernées par la coopération est consultable sur le site Internet de la HAS Lien professionnels de santé	Le délégué est un manipulateur d'électroradiologie médicale (MERM), dédiant au moins 50% de son activité professionnelle à l'exploration vasculaire, devenant ainsi manipulateur en exploration vasculaire (MEV).
Objectifs Quels sont les résultats attendus en termes de - qualité de la prise en charge du patient ? (délai de prise en charge, file active, gains pour les patients, objectifs de santé publique...) - réorganisation de la prise en charge ? - optimisation de la dépense de santé ?	L'intérêt du protocole est précisé pour l'ensemble des parties prenantes : patient, délégué, délégant.	Les objectifs du protocole sont : - S'adapter à l'évolution de la démographie médicale : diminution prévue du nombre de médecins, nécessité de limitation du nombre de spécialistes pour préserver le nombre de médecins généralistes. - Répondre à l'augmentation des pathologies chroniques et leurs comorbidités en raison de l'accroissement et du vieillissement de la population en Languedoc-Roussillon - Faire face à l'évolution épidémiologique des maladies vasculaires : augmentation de l'obésité et du diabète ainsi que des facteurs de risque environnementaux dans une population vieillissante - Réduire les délais et améliorer la qualité et la fiabilité des examens grâce à l'implication de manipulateurs réalisant des explorations selon des protocoles rigoureux, avec contrôle systématique par un médecin

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

4

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

		expert : Le manipulateur consacrant la majeure partie de son activité à l'exploration vasculaire acquiert ainsi un haut niveau d'expertise et de technicité, tandis que le médecin vérifiant et, le cas échéant, complétant tous les examens acquiert une expérience considérable. - Mettre en place un modèle économique efficient, permettant de consacrer le temps médical aux activités à forte valeur intellectuelle spécialisée ajoutée.
Actes dérogoatoires Quelles sont les décisions prises par le délégué, sans participation du délégant ? Pour un examen clinique, s'agit-il par exemple de poser son indication, de le réaliser, de l'interpréter ou encore de définir la conduite à tenir en fonction des résultats... ? Pour une consultation de suivi, s'agit-il, par exemple, d'en décider l'opportunité, de détecter et d'interpréter des signes cliniques, de décider des orientations du patient, de poser l'indication d'un examen à réaliser, de réaliser une prescription, d'adapter un traitement ou de le renouveler ? Pour un acte technique, s'agit-il, par exemple, de poser son indication, de le réaliser, de l'interpréter ou encore de décider de la conduite à tenir en fonction des résultats ?	Un acte peut comprendre plusieurs étapes dont certaines ne sont pas dérogoatoires. Sa décomposition est importante pour préciser quelle est la dérogoation proposée et organiser le protocole. Lien exemples PC_EXEMPLES_ACTES DEROGATOIRES	La dérogoation concerne spécifiquement l'acquisition des images et signaux, avec réalisation de mesures, pour les actes d'ultrasonographie vasculaire diagnostique (examen écho-Doppler des axes artériels cervico-céphaliques, des axes artériels des membres, des veines profondes et superficielles des membres, de l'aorte abdominale et ses branches sans injection de produit de contraste ultrasonore ni épreuve dynamique ou pharmacologique). Sont exclus du protocole de coopération l'indication de l'examen, son interprétation et la transmission des résultats au patient et au prescripteur. Sont exclues du champ de la coopération les explorations échographiques obstétricales, cardiaques et en situation d'urgence clinique. La dérogoation concerne aussi, selon la même procédure et avec les mêmes exigences et contrôles de qualités, les examens suivants : - Pléthysmographie (photopléthysmographie, pneumopléthysmographie...) vasculaire - Volumétrie (par périmétrie, par immersion, par scanner laser...) - Mesures de la microcirculation par Laser Doppler, thermographie infrarouge, ou toute autre technique non vulnérante - Mesure transcutanée de la pression partielle d'oxygène (TcPO₂) - Mesure non-vulnérante de la pression artérielle brachiale et segmentaire ou distale (doigt, oreille). - Mesure non vulnérante des caractéristiques biomécaniques et fonctionnelles de la paroi vasculaire (distensibilité artérielle, vitesse de l'onde de pouls, vasorelaxation flux-dépendante...).

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

5

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Lieu de mise en œuvre Dans quel lieu le protocole a-t-il vocation à être mis en œuvre ? Quelles sont les caractéristiques de ce lieu qui conditionnent éventuellement sa mise en œuvre ?	Le bon déroulement d'un protocole peut dépendre de plusieurs facteurs liés à son lieu de mise en œuvre : la configuration des locaux (présence médicale sur place...), le matériel disponible (trousse d'urgences...) et, le cas échéant, leurs caractéristiques (échographie...). Il convient de les identifier.	Le site où se déroule l'activité dérogatoire est équipé, outre des appareillages d'exploration vasculaire <i>ad hoc</i>, des fluides médicaux dans chaque salle d'examen et d'un chariot d'urgence avec défibrillateur semi-automatique. La délégation n'est admise qu'à la condition formelle de la présence permanente d'un médecin vasculaire sur le site. Les équipements nécessaires doivent être conformes aux normes européennes et faire l'objet d'une maintenance et de contrôles de qualité. Le site doit être doté d'un système d'archivage des images et signaux garantissant la traçabilité des examens. Sont en particulier nécessaires : - Appareils écho-Doppler couleur dotés d'au moins une sonde linéaire de haute fréquence adaptée à l'examen des vaisseaux périphériques et d'une sonde convexe de fréquence moyenne adaptée à l'examen des vaisseaux de l'abdomen. - Appareils de pléthysmographie, microcirculation, mesure de pression artérielle segmentaire ou distale, TcPO₂, selon les nécessités de la pratique dérogatoire.
	CONSEILS	ELEMENTS DE REPONSE
Références utilisées Quelles sont les références utilisées pour respecter les bonnes pratiques professionnelles adaptées à la prise en charge ?	Il peut s'agir de références scientifiques (recommandations, avis d'experts...), réglementaires (télémédecine,...), organisationnelles (éducation thérapeutique...)... Une attention particulière doit être portée à l'adaptation de la prise en charge en fonction de l'actualisation de ces références. Le délégué doit s'assurer de la prise en compte de références actualisées	Tous les examens d'exploration vasculaire sont réalisés selon les bonnes pratiques, et selon les protocoles, recommandations d'examen et standards de qualités définis par la Société Française de Médecine Vasculaire (http://portailvasculaire.fr/espace-sfmv), le Collège des Enseignants de Médecine Vasculaire (http://cemv.vascular-e-learning.net/efv/index.htm), et leurs partenaires scientifiques. Ces standards et recommandations (en annexe) font l'objet d'actualisation régulière. (cf. Annexe 5)

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

6

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Type de patients concernés Quelle sont les caractéristiques des patients concernés par le protocole ? (typologie, nombre...) Quels sont les critères d'inclusion et d'exclusion ?	Pour un même acte / activité, le choix des critères d'inclusion ou d'exclusion peut avoir un impact sur les risques à prendre en compte et par conséquent, les mesures particulières à envisager pour sécuriser la prise en charge des patients. Lien exemples PC_EXEMPLES_CRITERES D'INCLUSION	Sont concernés par le protocole les patients adressés pour une exploration vasculaire non vulnérante, qu'ils soient hospitalisés ou externes, adultes. Sont exclus du protocole : - les patients en réanimation ou en état critique ou instable ; - les patients présentant un risque infectieux majeur (patients en aplasie médullaire ou immunodéficience signalée, patients porteurs d'infections par bactéries multi-résistantes, plaies surinfectées dans la zone à examiner) ; - les patients ayant subi une intervention chirurgicale récente (moins de 1 semaine) dans le territoire à explorer ; - Les patients présentant un trouble de la conscience ou du langage, une démence, ou une impossibilité de communication quelle qu'en soit la cause. L'exclusion est prononcée par le déléguant lors de la demande ou par le délégué lors de la prise en charge du patient.
Information des patients Qui informe le patient en premier lieu de sa prise en charge dans le cadre d'un protocole de coopération ? A quel moment de la prise en charge ? Comment est donnée l'information au patient ? Une information écrite est-elle laissée au patient ? (si oui, joindre un modèle de cette information écrite) Quelles sont les solutions alternatives, proposées au patient, en cas de refus à la nouvelle prise en charge proposée ?	L'information est centrée sur l'aspect dérogatoire de l'acte(s) ou l'activité(s). L'information donnée au patient doit lui permettre de comprendre les modalités de la nouvelle prise en charge, les alternatives proposées en cas de refus et lui être délivrée de telle sorte qu'il puisse exercer son libre choix. (Annexe 3) Le document écrit d'information, permet de renforcer l'information orale. En aucun cas, l'information du patient ne peut se résumer par le fait de donner un formulaire écrit.	Lors de la prise en charge du patient, le MERM se présente et remet au patient la fiche d'information (Annexe 3) sur le protocole. Il annonce au patient qu'il va, s'il en est d'accord, réaliser pour le médecin la première partie de l'examen, avec l'acquisition des images et signaux et la réalisation des mesures requises. Il précise que les données (images et signaux) de cet examen seront revues par le médecin responsable, qui lui en communiquera les résultats et répondra à ses questions. S'il s'agit d'un examen échographique, le médecin terminera lui-même l'examen pour en vérifier les résultats et le compléter si nécessaire. Le MERM recueille l'assentiment du patient avant de procéder à l'examen. En cas de refus du patient, le médecin déléguant réalise entièrement l'examen. Il en est de même si le patient n'est pas en état de donner un consentement éclairé (trouble de la conscience ou du langage, démence, impossibilité de communication quelle qu'en soit la cause).

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

7

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Qui recueille le consentement du patient ? Comment est-il tracé ?	Lien fiche Information des patients (Annexe 3)	Le nom du MERM est mentionné sur le compte-rendu d'examen. L'information du patient sur les actes d'exploration vasculaire, leur nature, leurs conditions de réalisation, et leur déroulement, est fournie par écrit sous forme de plaquettes mises à disposition dans les lieux d'accueil et d'attente du service. Pour les patients externes, cette information est fournie avec la confirmation du rendez-vous. Les compétences à acquérir par le délégué (au-delà de sa formation de base portant sur les bases physiques et techniques de l'ultrasonographie mais n'incluant ni leurs applications vasculaires ni les autres techniques) sont : - Connaître le principe des différentes techniques d'exploration vasculaire non-vulnérante (ultrasonographiques et non ultrasonographiques : pléthysmographie, laser Doppler, TcPO₂...). - Savoir mettre en œuvre le protocole d'examen adapté à chaque objectif d'exploration, selon les standards de qualité de la Société Française de Médecine Vasculaire. - Choisir la sonde ultrasonographique et le pré réglage appropriés, savoir régler les paramètres d'acquisition en mode B et en mode Doppler pour obtenir des images et signaux interprétables. - Reconnaître les repères anatomiques permettant de définir les plans de coupe échographique appropriés. - Déterminer si les images et signaux recueillis sont interprétables et répondent aux objectifs de l'examen. - Identifier les images échographiques vasculaires anormales et reconnaître les principales anomalies des signaux Doppler. - Connaître les conditions de réalisation des examens pléthysmographiques, microcirculatoires (laser-Doppler, TcPO₂), et de mesure des pressions systoliques distales, et reconnaître les pièges et causes d'erreur. - Noter par écrit (sur la fiche de liaison – cf. Annexe 4), en cours
Formation des professionnels délégués Quelles sont les compétences à acquérir pour réaliser l'acte(s) ou l'activité(s) dérogatoire(s) ? Quels sont les objectifs pédagogiques au regard des compétences à acquérir et des risques à éviter ? Quel est le programme de formation théorique et pratique (méthodes/moyens pédagogiques, volume horaire) ? Qui valide la formation et comment ? Quels sont les pré-requis, notamment en termes d'expérience professionnelle ou de diplômes ? Quelle est l'activité minimum nécessaire au maintien des compétences acquises ?	Les formations méritent d'être élaborées avec les responsables des formations des professionnels concernés et validées, si possible, par des référents universitaires Lien fiche Formation (annexe 3) Avant d'adhérer à un protocole, les professionnels délégués doivent participer à une formation spécifique correspondant aux actes ou activités dérogatoires. Par contre, il peut être décidé que les professionnels, pour participer à cette formation et, in fine, adhérer au protocole, doivent avoir une compétence particulière qui se traduit par exemple par une expérience professionnelle ou une formation. Les professionnels prévoient les moyens de garantir le maintien des compétences du délégué une fois qu'il a adhéré : - analyse de pratiques - suivi d'indicateurs et des alertes - formation continue	

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

8

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

	Il est demandé d'annexer au protocole, les documents relatifs à la formation du délégué : programme, grille d'évaluation....	d'examen, ses observations, décrire les anomalies constatées, et en faire un rapport au médecin délégué. La formation théorique doit comporter : - Soit le Diplôme Inter-Universitaire national d'Echographie d'Acquisition - DIUEA - (Enseignement théorique : Module de base et deux modules d'acquisition : échographie abdomino-pelvienne, et échographie vasculaire et superficielle - Soit le Diplôme Universitaire d'Assistant en Exploration Vasculaire - DUA EV - (Université Jean-Monnet, Saint-Etienne) La formation théorique est complétée, lorsqu'elle repose sur le DIUEA, par une formation théorique (pour un total $\geq 10h$) sur les techniques d'exploration vasculaire non vulnérantes autres que l'ultrasonographie, et validée par les enseignants (praticiens de médecine vasculaire de CHU (cf. Annexe 6). La formation pratique en situation professionnelle comporte : - La formation intégrée au DIUE: 80 vacations (x 3,5 à 4 h) de stage dans des services agréés, avec contrôles de connaissances théoriques et pratiques pour chaque module ou - La formation intégrée au DUA EV (4 semaines à temps plein au CHU de St-Etienne + 3 mois dans un secteur d'exploration vasculaire agréé) - Un tutorat par un délégué dans le service d'exercice professionnel du délégué, avec mise en situation professionnelle pour la réalisation d'au moins 40 examens par type d'actes. Cette période de tutorat bénéficie d'une traçabilité (à partir des fiches de liaison). Elle peut être constituée par les
--	---	---

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

9

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Intervention du délégué - Comment le délégué s'assure-t-il de la bonne réalisation par le délégué de l'acte ou de l'activité dérogatoire ? - Sur quels critères le délégué fait-il appel au délégué (ou à un médecin non délégué, en cas d'urgence) ? - Quelles sont, en fonction de ces critères, les modalités d'intervention du délégué ou d'un autre médecin en cas d'urgence ? - Quelles sont les modalités prévues pour maintenir la continuité des soins en cas d'absence programmée ou non des professionnels concernés (délégué ou délégué)	Le mode de supervision de la pratique du délégué par le délégué peut prendre la forme de : - Une astreinte : le délégué doit être présent ou joignable en cas de besoin identifié par le délégué - Une supervision : le délégué est informé à des moments clés du processus - Une validation : le délégué contrôle de manière régulière, l'acte ou l'activité du délégué Les critères sur la base desquels le délégué fait appel au délégué doivent être précisés. Ces critères peuvent conduire à des interventions différentes en fonction de l'urgence, de la gravité ou des risques de chaque situation clinique identifiée. Dans tous les cas, il convient d'identifier, en lien avec l'analyse des risques, les situations qui nécessitent une intervention en urgence ou systématique	vacations définies au paragraphe précédent si l'ensemble de la formation pratique se déroule dans un Centre Hospitalier Universitaire. - Le développement professionnel continu (DPC) du délégué doit comporter (outre les séminaires et congrès éventuels) des sessions de revue et discussion de dossiers ainsi que des mises-au-point cliniques et techniques. L'analyse des pratiques professionnelles repose sur la revue périodique systématique avec le délégué des fiches de liaison, ainsi que l'analyse des indicateurs de suivi (cf. infra).
		Avant la réalisation de l'examen, le délégué s'assure de la pertinence de la demande d'examen et détermine le ou les actes diagnostiques à effectuer. Le cas échéant (cf. supra.), il exclut le patient du protocole de coopération. Il transmet cette information au délégué en mentionnant le ou les protocoles d'examen devant être appliqués. Si nécessaire, il prend connaissance du dossier médical du patient et/ou procède à son interrogatoire et son examen clinique afin de déterminer le ou les actes diagnostiques nécessaires. Il transmet cette information au délégué. Le délégué fait obligatoirement et systématiquement appel au délégué aussitôt qu'il a réalisé l'acquisition des images et/ou signaux afin que ce dernier se rende auprès du patient, procède à sa vérification et son complément éventuel en réalisant lui-même la manipulation, en donne les résultats au patient et répond à ses questions. Lorsque le délégué a procédé à l'acquisition des images et signaux, et réalisé les mesures nécessaires, le délégué observe donc, auprès du malade, les images et signaux acquis et prend connaissance des observations du délégué.

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

10

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

	du délégué ou d'un autre médecin, en cas d'urgence. Ces critères peuvent être définis sous la forme d'arbres décisionnels, qui seront annexés au protocole.	Pour les examens écho-Doppler, il vérifie systématiquement les résultats, en manipulant lui-même la sonde pour visualiser les axes vasculaires faisant l'objet de l'examen, et enregistrer les signaux sur lesquels se fonde l'interprétation. Il contrôle les principales mesures, puis valide, et complète si nécessaire, l'examen. Pour les explorations autres que l'écho-Doppler, il demande éventuellement au délégué des enregistrements ou mesures complémentaires ou procède lui-même à ces mesures ou enregistrements si des difficultés techniques sont en cause. Le délégué rédige ensuite et signe le compte-rendu. Le délégué fait appel au délégué en cours d'examen : - si le patient le réclame, - si l'état de santé du patient se dégrade en cours d'examen, - si l'examen met en évidence des signes préoccupants (altération majeure du rythme ou de la fréquence cardiaque, survenue d'un saignement...). En cas d'absence du délégué la délégation ne peut être mise en œuvre par le délégué En cas d'absence du délégué, les examens sont réalisés par un médecin.
Système d'information Quelles sont les informations qui sont partagées pour organiser la prise en charge du patient ? Qui partage ces informations et comment ?		Le délégué communique au délégué, sur la fiche de liaison, le ou les actes diagnostiques qu'il doit effectuer, et précise éventuellement les mesures complémentaires nécessaires, difficultés ou précautions à prévoir, ou objectifs diagnostiques spécifiques. Il communique la demande d'examen (contexte clinique et but) et transmet au délégué les informations qui lui sont nécessaires pour réaliser correctement l'examen demandé, assurer le confort du patient, et gérer les risques éventuels.

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

11

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Suivi du protocole Sélectionnez les indicateurs génériques adaptés à votre démarche en fonction des objectifs poursuivis et remplir les fiches correspondantes - Quels sont les critères (congé de maternité ...) ou résultats d'indicateurs à partir desquels l'arrêt du protocole de coopération doit être envisagé ?	Lien fiche Indicateurs PC_INDICATEURS_CONSTRUCTION et PC_INDICATEUR_GENERIQUES Un certain nombre d'indicateurs sont génériques et adaptés à la démarche. La HAS préconise d'utiliser les indicateurs génériques proposés D'autres indicateurs peuvent être élaborés si besoin en complément.	Indicateurs d'activité, de qualité et sécurité, de satisfaction, décrits en Annexe 1 - Activité du délégué - Activité du délégant - Délai d'obtention d'un rendez-vous d'examen - Taux de discordance - Taux d'événements indésirables (EI) - Taux de réunions d'analyse des pratiques/ d'analyse des EI réalisées - Taux d'adhésion des patients - Taux de sortie du protocole - Taux de satisfaction des patients - Taux de satisfaction des délégués - Taux de satisfaction des délégants Tout dépassement d'un seuil d'alerte doit conduire à une réunion de concertation spécifique et à la mise en œuvre de mesures correctives. L'arrêt du protocole doit être envisagé en cas de dégradation continue des taux des indicateurs en dépit des mesures correctives mises en œuvre, ou en cas de désaccord non réductibles entre délégués et délégants sur la nature ou la mise en œuvre de ces mesures.
Retour d'expérience Les événements indésirables - Quels sont les événements indésirables qui font l'objet d'un recueil systématique et d'une analyse ?	Lien Procédure de gestion des événements indésirables	Les événements indésirables en exploration vasculaire non vulnérante sont exceptionnels. Ils peuvent être : - Une dégradation notable de l'état clinique du patient en cours d'examen, qu'elle paraisse ou non en rapport avec son déroulement (ex : malaise, angoisse, agitation). - La survenue d'une douleur ou d'une gêne conduisant le patient à

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

12

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

- Quelles sont les modalités de recueil et de signalement des événements indésirables ? - Comment cette analyse est-elle réalisée ? - Comment les résultats de cette analyse sont-ils pris en compte ? La qualité des soins - Quelles sont les modalités permettant d'améliorer la qualité et la sécurité des soins (fréquence, modalités, participants...) et adaptées aux risques liés aux actes/activités dérogatoires ? - Comment est évaluée la qualité de la prise en charge (fréquence, modalités, participants...)?	Les professionnels prévoient d'analyser leurs pratiques vis à vis de la nouvelle prise en charge	refuser la poursuite de l'examen - Une lésion provoquée par l'examen, sur des tissus ou organes sains ou pathologiques (ex : saignement, hématome). - Un incident technique susceptible de mettre en danger le patient ou d'occasionner une blessure (ex : bris du lit d'examen). Les incidents font l'objet soit d'une déclaration d'événement indésirable, soit procédure de matéro-vigilance, et sont revus lors d'une réunion annuelle d'analyse des événements indésirables. Dans tous les cas, le délégué est immédiatement informé et décide de la suite à donner à l'examen et des mesures de prise en charge nécessaires. La qualité des actes faisant l'objet de la délégation est évaluée : - Au cours de chaque examen, par le médecin délégué lors de la validation et du complément d'exploration, avec relevé des discordances entre les observations communiquées sur la fiche de liaison par le délégué et les conclusions du délégué. Les discordances significatives (<i>c'est-à-dire susceptible d'altérer la conclusion de l'examen, par exemple une différence de classification d'une sténose carotidienne supérieure ou inférieure à 70%, la présence ou l'absence de thrombose veineuse, la perméabilité ou l'occlusion d'un axe artériel principal</i>) font l'objet d'une mention sur la fiche de liaison, cosignée par le délégué et le délégué. En cas de discordance majeure ou de gravité notable, le délégué prend les mesures appropriées, le cas échéant en interrompant la délégation. Celle-ci ne peut alors être reprise qu'après une analyse conjointe des causes et circonstances, et, le cas échéant, une nouvelle période de tutorat. - De façon semestrielle sur les fiches de liaison par l'analyse des discordances, qui font l'objet d'un indicateur de suivi.
--	---	---

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

13

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Traçabilité et archivage - Quels sont les documents qui permettent de suivre la mise en œuvre du protocole (procédures,,,)) - Comment sont-ils archivés ?		Un archivage numérique sécurisé stocke toutes les images et tous les signaux acquis et enregistrés au cours de l'examen ultrasonographique. Sont aussi archivés, sous forme numérique ou non : - Les images significatives des autres examens d'exploration vasculaire. - Tous les comptes rendus d'examen comportant l'identification du délégué et du délégué (de même, le cas échéant, que de la personne l'ayant dactylographié). - La date de prise de rendez-vous, la date et l'heure de réalisation de l'examen, la date d'édition et de validation du compte-rendu.
Processus de prise en charge Complétez le tableau « description du processus de prise en charge du patient » du modèle type de protocole de coopération. Joignez les protocoles cliniques et arbres décisionnels en lien avec le processus de prise en charge	Il s'agit de lister les étapes de la prise en charge incluant les actes dérogatoires. Ces étapes seront détaillées dans le tableau « description de la prise en charge du patient » du modèle type afin d'identifier à chaque étape de prise en charge les risques possibles pour le patient. Après avoir renseigné le tableau vous pourrez compléter la fiche projet du modèle type Lien Document d'aide à la gestion des risques dans les protocoles de coopération	Renseignez le tableau « description du processus de prise en charge du patient » et la fiche projet du modèle type de protocole de coopération sont renseignés

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

14

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

TABLEAU « DESCRIPTION DU PROCESSUS DE PRISE EN CHARGE DU PATIENT »

1) Étapes de la prise en charge	2) Identification des risques	3) Causes associées	4) Solutions à mettre en place
Décrivez précisément les étapes de la prise en charge concernées par le protocole de coopération <i>(Qui fait quoi, où, quand et comment ?)</i> <i>Intégrer les interfaces avec la prise en charge amont (ex : prise de rendez-vous par une secrétaire... orientation du patient par un médecin) et aval (ex : transmission des informations au médecin traitant ...)</i> <i>Dans tous les cas, expliciter les critères sur lesquels le délégué fonde ses décisions et joindre, le cas échéant, les protocoles thérapeutiques ou les arbres de décision.</i>	Quels sont les risques qui peuvent survenir à chacune de ces étapes ? Quelles peuvent en être les conséquences pour le patient (événements indésirables) ?	Quelles sont les causes de ces risques ? <i>Différentes causes méritent d'être recherchées systématiquement :</i> -patient -tâches -professionnels -équipe -environnement -matériel, équipement -management -institutionnel	Quelles solutions prévoyez-vous pour prévenir la survenue des risques identifiés et/ou les prendre en charge s'ils surviennent ? <i>Certains aspects du protocole nécessitent une attention particulière :</i> • Les modalités de continuité et de permanence des soins. • Les critères qui déclenchent l'intervention du délégué • Les modalités d'intervention du délégué • Les critères qui permettent d'identifier une situation d'urgence • La conduite à tenir en cas d'urgence. • Les événements indésirables à signaler systématiquement • Les critères provoquant l'arrêt du PC • Les solutions alternatives proposées en cas d'exclusion d'un patient du PC
1-Le médecin vasculaire délégué II s'assure de l'absence de critère d'exclusion du protocole de délégation, et de la pertinence de la demande d'examen. Il détermine le ou les actes diagnostiques à effectuer, ainsi que le ou les protocoles d'exploration à	Aucun risque propre au protocole de coopération	N/A	

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

15

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

appliquer. Il transmet ces informations au délégué sur la fiche de liaison.				
2- Le délégué accueille le patient, l'installe dans la salle d'examen, l'informe du déroulement de celui-ci et de son rôle personnel dans sa réalisation, en nommant le médecin responsable et en spécifiant que celui-ci vérifiera l'examen, le complètera si nécessaire, et en communiquera les résultats.	Les risques généraux (accueil, vérification d'identité, acheminement, installation et surveillance du patient) ne sont pas propres au protocole de coopération	Risque de non respect du libre choix si le patient n'est pas dûment informé du protocole	L'information du patient (Annexe 3) et le recueil oral de son consentement doivent être consignés sur la fiche de liaison. (cf. Annexe 4)	
3- Le délégué réalise l'acquisition des images et/ou signaux selon le protocole indiqué et validé par le délégué, et inscrit sur une fiche d'examen ses observations ainsi que les valeurs relevées lors des mesures effectuées.	Les risques spécifiques au protocole (détaillés en annexe 2) sont : - A : Une mauvaise manipulation de l'appareillage pouvant entraîner une douleur, une lésion, ou un risque pour le patient	Causes associées : - A1 : Non-respect des bonnes pratiques et recommandations d'utilisation des équipements - A2 : Appareillage en mauvais état : défaut de maintenance ou d'entretien des équipements - A3 : Mauvaise évaluation de l'état	Les risques liés au protocole (cf. Annexe 2) doivent être prévenus par le tuteur. A1 : Interruption de l'examen par le délégué qui en réfère au délégué, lequel prend les mesures appropriées de prise en charge, et, le cas échéant, poursuit lui-même l'examen. A2 : L'appareillage fait l'objet d'une maintenance systématique, qui doit être renforcée en cas d'alerte de matériovigilance. Ce risque fait l'objet d'une alerte de matériovigilance ou d'une déclaration d'événement indésirable selon le cas. A3 : Ce risque est en grande partie	



HAS

HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

MINISTÈRE
DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

16

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

		- B : Une erreur de protocole ou de site d'examen, sans conséquence pour la santé du patient car concernant des techniques non vulnérantes. - C : Une erreur de positionnement du dispositif de mesure, pouvant conduire à recueillir des valeurs erronées - D : Une erreur de mesure ou de transcription des valeurs relevées lors de l'examen - E : Une erreur ou un oubli de transmission ou d'archivage des images et signaux.	- B : Imprécision de formulation par le délégué du protocole d'examen à appliquer ou erreur de protocole de la part du délégué (faute d'inattention ou confusion) - C : Problème anatomique (plaie, ulcère, déformation...) ou non-respect des recommandations - D : Inattention - E : Inattention	évitée par la validation préalable de la demande et des modalités de l'examen par le délégué. Tous ces incidents font l'objet d'une mention sur la fiche de liaison. B : Correction et complément d'examen par le délégué lors de la validation. Mention sur la fiche de liaison (cf. annexe 4) afin de permettre l'amélioration de la formulation et de la différenciation des protocoles. C : Correction lors de la validation par le délégué, s'appuyant sur la confrontation avec les données cliniques. Situation évitée par la vérification préalable, par le délégué, des critères d'exclusion. Mention sur la fiche de liaison. D : Correction par le délégué lors de la validation Mention sur la fiche de liaison. E : Constatation lors de l'interprétation par le délégué. Correction si possible par nouveau transfert à partir de l'archivage local. Mention sur la fiche de liaison.
4- Le délégué présente au médecin	Pas de risque propre au protocole de			

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

17

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

délégué, sur la base de la fiche complétée, ses observations et les mesures effectuées.	coopération dès lors que le délégué procède à une vérification systématique de chaque examen		
5- Le médecin délégué vérifie systématiquement l'examen s'il s'agit d'un examen ultrasonographique, et le complète si nécessaire, en présence du délégué. S'il s'agit d'une autre exploration, il se rend auprès du patient et s'assure de la cohérence des résultats. Il réalise ou fait réaliser si nécessaire des enregistrements ou mesures complémentaires.	Pas de risque propre au protocole de coopération		
6- Le médecin expose au patient ses constatations et ses conclusions, et répond à ses questions.	Pas de risque propre au protocole de coopération		
7- Hors de la présence du patient, le médecin délégué et le délégué échangent leurs commentaires sur le déroulement de l'examen et les éventuelles discordances de leurs observations. Celles-ci sont mentionnées sur la fiche d'examen.	Pas de risque concernant le patient		



HAS

HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

MINISTÈRE
DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

18

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

8- Le médecin déléguant rédige le compte-rendu d'examen, le dicte ou le dactylographie, puis le valide ou le signe et le diffuse au prescripteur et, pour les patients externes, au patient qui reçoit aussi copie des images et/ou signaux.	Pas de risque propre au protocole de coopération		
---	---	--	--

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

ANNEXE 1 : Indicateurs de suivi

Type d'indicateur	Libellé de l'indicateur	Objectif	Numérateur	Dénominateur	Seuil d'alerte	Mode de recueil des données	Périodicité	Commentaires
Activité	Activité d'un délégué	100%	Nombre d'actes ultrasonographiques réalisés par le délégué	Nombre de plages de temps allouées au délégué (30 min par examen écho-Doppler) pour les examens écho-Doppler.	<75%	Planning du délégué et RIS si disponible	Sur une période d'une semaine chaque semestre	Cet indicateur renseigne sur l'efficacité du travail réalisé par les délégués. Ex : 35h allouées = 70 examens. En ce qui concerne les autres explorations, réalisées traditionnellement par un personnel paramédical, cet indicateur n'est pas pertinent.
	Activité d'un déléguant	300%	Nombre total d'actes ultrasonographiques validés par le déléguant	Nombre d'exams réalisables par le déléguant dans le temps imparti hors du protocole de coopération (30 min par examen écho-Doppler)	<200%	Planning du déléguant et RIS si disponible	Sur une période d'une semaine chaque semestre	Cet indicateur renseigne sur le gain de productivité apporté par la coopération. De façon optimale, le délégué devrait parvenir à tripler le nombre d'exams écho-Doppler réalisés sous sa responsabilité et validés par lui. En ce qui concerne les autres explorations, réalisées traditionnellement par un personnel paramédical, cet indicateur n'est pas pertinent.

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

2

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Organisation	Délai d'obtention d'un rendez-vous d'examen à titre externe (hors examens de contrôle)		Délai moyen en jours, année n	Délai moyen en jours, année n-1	X 2 ou plus	Recueil à la prise de rendez-vous : première plage d'examen disponible.	Sur une période d'une semaine chaque semestre	Ce délai est une donnée multifactorielle de valeur indicative (l'objectif étant < 12h pour les urgences, <48 h pour les autres, mais non chiffré a priori pour les examens de surveillance).
Qualité Sécurité	Taux de discordance	0%	Nombre de fiches de liaison mentionnant une ou plusieurs discordances entre les données recueillies par le délégué et les conclusions du déléguant	Nombre d'examens réalisés dans le cadre du protocole de coopération	> 10%	Fiches de liaison (Annexe 4)	Sur une période d'une semaine chaque semestre	Sont retenues les discordances de mesure ou d'imagerie qui seraient susceptibles d'altérer la conclusion de l'examen si celui-ci ne faisait pas l'objet d'une vérification systématique par le déléguant
	Taux d'événements indésirables	0%	Nombre d'événements indésirables déclarés dans le cadre de l'application du protocole de coopération	Nombre d'événements indésirables déclarés pour l'ensemble des examens entrant dans le champ du protocole de coopération		Déclarations d'événements indésirables (EI) ou fiches de matériel-vigilance	Annuelle	Les EI étant extrêmement rares dans le cadre des examens visés par le protocole, la puissance statistique nécessaire à en tirer une conclusion significative ne sera vraisemblablement pas atteinte. L'interprétation se

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

3

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

										fondera donc sur l'analyse qualitative (causes et circonstances).
	Taux de réunions d'analyse des pratiques et des EI	100%	Nombre de réunions tenues	Nombre de réunions prévues	<50%	Compte rendu de réunion	Annuelle			
	Taux d'adhésion des patients	100%	Nombre de patients ayant donné leur accord pour bénéficier du protocole	Nombre de patients éligibles au protocole de coopération	< 90%	Fiches de liaison (Annexe 4)	Sur une période d'une semaine chaque semestre	En cas de dépassement du seuil d'alerte, la procédure d'information du patient devra être réexaminée ;		
	Taux de sortie du protocole	0%	Nombre de patients ayant demandé à sortir du protocole en cours d'examen	Nombre de patients ayant accepté de participer au protocole	> 5%	Fiches de liaison (Annexe 4)	Sur une période d'une semaine chaque semestre	Les motifs invoqués par les patients devront être notés sur la fiche de liaison et feront l'objet d'une analyse		
	Taux de satisfaction des patients	100%	Nombre de patients ayant manifesté leur satisfaction (« satisfait » ou « très satisfait ») sur une échelle à 4 niveaux.	Nombre de patients inclus dans le protocole	< 90%	Questionnaire	Sur une période d'une semaine chaque semestre année	Taux évalué par sondage. En cas de dépassement du seuil d'alerte, enquête avec interrogatoire des patients et concertation délégués / délégués.		
	Taux de satisfaction	100%	Nombre de délégués se	Nombre de délégués		Questionnaire	Annuelle	Analyse qualitative fondée sur une enquête réalisée par les		

Satisfaction

Annexe 1 : Indicateurs de suivi

page 3



HAS

HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

4

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

des délégués	déclarant satisfaits du protocole	participant au protocole			cadres (au cours de l'entretien professionnel)
Taux de satisfaction des délégués	100%	Nombre de délégués se déclarant satisfaits du protocole	Nombre de délégués participant au protocole	Questionnaire	Analyse de cet indicateur qualitative et fondée sur la concertation entre médecins délégués, en réunion de service

ANNEXE2 : Risques liés au protocole de coopération

A - Risques inhérents aux techniques utilisés :

- 01 - Les techniques ultrasonographiques (écho-Doppler) sont réputées non irradiantes, non vulnérantes, et non invasives dans les conditions normales d'utilisation. L'utilisation d'une sonde ou de paramètres d'émission ultrasonore inappropriés à la région anatomique peut exposer le patient à une intensité ultrasonore supérieure aux seuils recommandés. Ce risque concerne plus spécifiquement les milieux transparents de l'œil (examen Doppler transcrânien par voie orbitaire) et l'embryon ou le fœtus (examen pelvien ou obstétrical).
- 02 - Les techniques pléthysmographiques, et les techniques de mesure de $TcPO_2$ sont par essence non irradiantes, non vulnérantes, et non invasives.
- 03 - Toutes les techniques d'exploration vasculaire font appel à des sondes ou capteurs de mesure en contact avec le patient et pouvant donc présenter un risque de contamination infectieuse en cas de non respect des consignes de nettoyage ou de recours à des procédures de décontamination et/ou à des dispositifs interposés à usage unique. Ce risque n'est pas propre au protocole de coopération.

B - Risques spécifiques à la coopération interprofessionnelle :

04. La qualité de l'examen peut être dégradée par des conditions anatomiques particulières ou le non respect des conditions de préparation du patient (par exemple, patient à jeun pour les examens de l'aorte abdominale). Cependant, il s'agit là d'un facteur limitant et non d'une cause d'erreur, et son identification incombe au délégué et non au délégué.
06. Erreur dans le choix des paramètres des appareils (choix de la sonde, réglages...). Cette erreur peut dégrader la qualité diagnostique de l'examen. Elle est détectée et corrigée lors du contrôle systématique par le médecin délégué, et mentionnée sur la fiche de contrôle de qualité.
- 07 Erreur de positionnement des dispositifs de mesure (garrot pneumatique placé trop haut ou trop bas, sonde pléthysmographique ou laser Doppler mal positionnée ou mal maintenue, électrode de $TcPO_2$ placée sur une lésion cutanée cornée, ou en regard d'une veine...). De telles erreurs peuvent entraîner soit l'impossibilité d'obtention des mesures, soit une sur- ou une sous-estimation des valeurs. Elle sont détectées par le médecin délégué lorsque celui-ci vient prendre connaissance des résultats avant l'ablation des électrodes ou dispositifs de mesure, et/ou par confrontation aux données cliniques.
- 08 Non respect du protocole d'acquisition : erreur objective par l'absence de certaines images ou certains signaux sur les archives locales ou centrales, et constatée par le médecin délégué lors de la transmission d'information entre délégué et délégué. Erreur corrigée par le délégué lors de la vérification systématique. Mention sur la fiche de discordance.

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

2

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

09. Erreur dans la transmission du relevé d'observations au médecin vasculaire : erreur constatée et corrigée par le médecin déléguant lors du contrôle systématique. Mention sur la fiche de discordance.
10. Oubli d'archivage des images et/ou séquences vidéo de l'examen : erreur constatée lors du contrôle systématique par le déléguant et corrigée par nouvel archivage à partir du stockage numérique local, ou par nouvelle acquisition par le déléguant. Mention sur la fiche de contrôle de qualité.

- Risques généraux liés à la prise en charge du patient :

11. Erreur d'identité du patient : erreur non spécifique au protocole de coopération, et minimisée, pour les examens écho-Doppler, par l'utilisation du RIS-PACS. Signalement sur la fiche de contrôle de qualité et alerte d'identito-vigilance le cas échéant.
12. Toute erreur d'interprétation des images et signaux, qu'elle soit due à une méconnaissance de la pathologie ou à une des causes techniques ou méthodologiques citées ci-dessus, incombe au déléguant qui doit impérativement valider chaque examen avant que le patient ne sorte de la salle dans laquelle sont réalisées les acquisitions d'images et signaux.



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante**ANNEXE 3 : Information du patient**

Madame, Monsieur

Votre médecin vous a prescrit un examen d'exploration vasculaire dans le Service d'Exploration & Médecine Vasculaire du Centre Hospitalier Universitaire de Nîmes. C'est un examen non-vulnérant, non douloureux, et non irradiant. Il peut s'agir, pour ce qui vous concerne :

- D'un examen écho-Doppler (utilisant les ultrasons) pour le diagnostic, le bilan et la surveillance d'une maladie artérielle athéroscléreuse, inflammatoire, ou constitutionnelle touchant les artères de la tête et du cou (dépistage de principe, bilan des accidents vasculaires cérébraux) ou des membres inférieurs (bilan des artérites), ou pour le diagnostic de troubles veineux (thrombose veineuse profonde ou « phlébite » et surveillance de son évolution).
- De la mesure de la pression artérielle au bras (par oscillométrie : enregistrement des pulsations), au doigt, ou à l'orteil (par pléthysmographie : enregistrement des variations de volume).
- D'une étude de la microcirculation cutanée, par pléthysmographie infrarouge, laser Doppler, ou TcPO₂ (mesure transcutanée de la pression partielle d'oxygène), en particulier pour déterminer la viabilité des tissus en cas de troubles trophiques (ulcère, plaie tardant à cicatriser, nécrose...).

Les appareillages d'exploration vasculaire du Service d'Exploration et Médecine Vasculaire sont reliés au système RIS-PACS : Le RIS (système d'information radiologique) permet la gestion complète du parcours des patients depuis la prise de rendez-vous, avec l'accueil, l'identification sécurisée et sa transmission aux appareils d'exploration, jusqu'au compte-rendu et son archivage. Le PACS (système d'archivage et communication des images) est associé au RIS et assure l'archivage direct des images obtenues chez le patient au cours de son examen, puis leur mise à disposition des médecins ayant en charge le malade.

Les résultats de chaque consultation ou examen sont communiqués immédiatement au patient et, en règle générale, aussitôt mis à disposition des médecins en charge du patient via le système RIS-PACS et le dossier informatisé du patient. Le compte-rendu accompagné des images enregistrées sur CD-ROM ou DVD est remis à chaque patient externe à l'issue de l'examen.

Un manipulateur d'électroradiologie médicale, personnel paramédical diplômé spécialement formé à ces explorations, vous prendra en charge, et réalisera, sur les indications du médecin responsable, la première partie de l'examen, avec l'enregistrement des images et des signaux nécessaires. Le médecin responsable viendra alors pour vérifier lui-même et compléter si nécessaire l'examen. Vous bénéficierez ainsi d'un double examen : par le manipulateur, puis par le médecin. Le manipulateur ayant déjà procédé à l'enregistrement des images et signaux et aux mesures appropriées, le médecin pourra concentrer son attention sur les difficultés d'examen, particularités ou anomalies éventuelles. Il pourra vous en communiquer immédiatement les résultats et répondre à vos questions.

Votre examen sera réalisé conformément aux recommandations des sociétés savantes et des autorités sanitaires. Les modalités d'examen et le rôle du manipulateur d'électroradiologie médicale ont fait l'objet d'un protocole approuvé par la Haute Autorité de Santé. Vous pouvez, avant l'examen ou à tout moment au cours de celui-ci, demander à sortir de ce protocole. Vous serez alors examiné par le seul médecin responsable, sans que cela n'ait de conséquence sur votre prise en charge et sur vos relations avec l'équipe médicale et paramédicale.



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

2

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

ANNEXE 4 : Fiches de liaison



Exploration & Médecine Vasculaire

Place du Professeur Robert-Debré – 30029 Nîmes Cedex -
Tel : +33(0)4 66 68 33 13 – Fax : +33 (0)4 66 68 42 22

M.E.R.M :

Médecin délégué :

But de l'examen :

Date d'examen:

Etiquette Patient

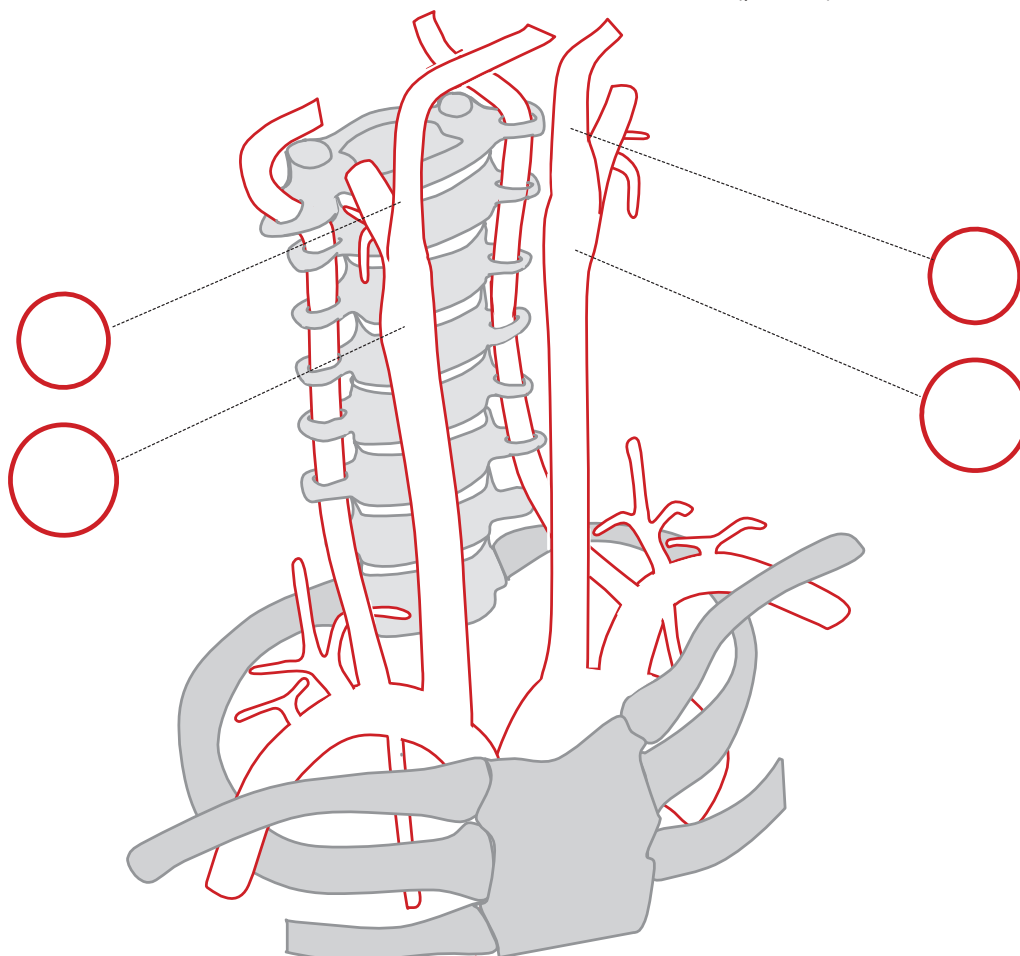
Recommandations particulières :

Echo-Doppler artériel des troncs supra-aortiques

Consentement patient obtenu : oui ☐non ☐Sortie du protocole durant l'examen ☐

Motif de refus ou de sortie du protocole :

Appareil :

Conditions de réalisation : Correctes ☐Médiocres ☐Insuffisantes ☐ (préciser):

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

3

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Dessiner sur le schéma et numéroter les plaques et lésions pariétales éventuelles. Barrer les segments artériels non vus.

Droite			Artère	Gauche		
Morphologie	Doppler	Validation Délégué		Morphologie	Doppler	Validation Délégué
		☐	Carotide commune			☐
Vitesse Systolique : Vitesse Diastolique :	cm/s cm/s	☐		Vitesse Systolique : Vitesse Diastolique :	cm/s cm/s	☐
IMT :	mm	☐		IMT :	mm	☐
		☐	Bifurcation			☐
		☐	Carotide externe			☐
		☐	Carotide interne proximale			☐
Vitesse Systolique : Vitesse Diastolique :	cm/s cm/s	☐		Vitesse Systolique : Vitesse Diastolique :	cm/s cm/s	☐
		☐	Carotide interne distale			☐
		☐	Vertébrale V0			☐
		☐	Vertébrale V1			☐
		☐	Vertébrale V2			☐
		☐	Vertébrale V3			☐
		☐	Sub-clavière			☐

Image échographique

Normal : N
Plaques : P et n° (P1, P2, P3...)
Autre anomalie (artère grêle, dysplasie, thrombus...) : Préciser

Tracé Doppler

Normal : N
Amorti : A+, A++, A+++
Non décelable : O

Commentaires – conclusion :

Discordance Délégué/Délégué: Aucune ☐ Mineure ☐ Majeure ☐ (Préciser)

- ☐ Refus du protocole ☐ Erreur d'archivage (action mise en œuvre) :
☐ Événement Indésirable survenue (Précisez le numéro de la fiche renseignée) :



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ

LIBERTÉ • ÉGALITÉ • FRATERNITÉ
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE
DES AFFAIRES SOCIALES
ET DE LA SANTÉ

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

4

***CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM)
pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-
vulnérante***



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

5

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante



Exploration & Médecine Vasculaire

Place du Professeur Robert-Debré – 30029 Nîmes Cedex - **MERM**

Tel : +33(0)4 66 68 33 13 – Fax : +33 (0)4 66 68 42 22

Médecin responsable:

Date d'examen

M.E.R.M :

Date d'examen:

Médecin délégué :

But de l'examen :

Etiquette Patient

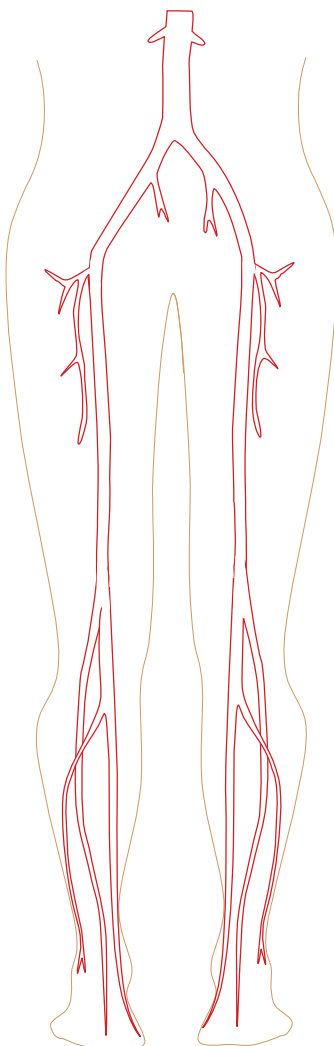
Recommandations particulières :

Echo-Doppler artériel des membres inférieurs

Consentement patient obtenu : oui ☐non ☐Sortie du protocole durant l'examen ☐

Motif de refus ou de sortie du protocole :

Appareil :

Conditions de réalisation : Correctes ☐Médiocres ☐Insuffisantes ☐ (préciser):

Indiquer sur le schéma les anomalies éventuelles. Barrer les segments artériels non vus.



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

6

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Aorte	Diam Antéro Post : mm	Paroi	Doppler
Validation Délégué	☐	☐	☐

Droite				Artères	Gauche			
Echographie	Doppler	Non vue	Validation Délégué		Echographie	Doppler	Non vue	Validation Délégué
			☐	Iliaque commune				☐
			☐	Iliaque externe				☐
			☐	Fémorale commune				☐
			☐	Fémorale profonde				☐
			☐	Fémorale superf 1/3 sup				☐
			☐	Fémorale superf 1/3 moy				☐
			☐	Fémorale superf 1/3 inf				☐
			☐	Poplitée haute				☐
			☐	Poplitée basse				☐
			☐	Tibiale post.				☐
			☐	Tibiale ant.				☐
			☐	Fibulaire				☐

Morphologie

N : normal

e : épaissement

P : plaques

m : médiocalcose modérée

M : médiocalcose sévère

G : grêle

Doppler

N : normal

a : amorti

A : très amorti

D : démodulé

s : sténose

S : sténose serrée

O : occlusion

Commentaires – conclusion :

	Droite	Gauche
Pression brachiale		
Pression cheville (TAou TP)		
Pression orteil		
Indice de pression		

Discordance Délégué/Délégué : Aucune ☐Mineure ☐Majeure ☐ (Précisez)☐ Refus du protocole ☐ Sortie du protocole durant l'examen - Motif :☐ Erreur d'archivage (action mise en œuvre) :☐ Evènement Indésirable survenue (Précisez le numéro de la fiche renseignée) :

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

7

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante



Exploration & Médecine Vasculaire
Place du Professeur Robert-Debré – 30029 Nîmes Cedex -
Tel : +33(0)4 66 68 33 13 – Fax : +33 (0)4 66 68 42 22

M.E.R.M :**Médecin délégant :****But de l'examen :****Date d'examen:**

Etiquette Patient

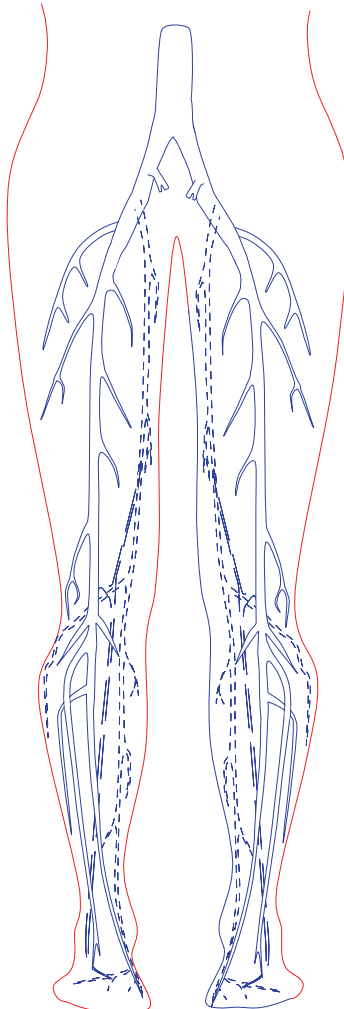
Recommandations particulières :**Echo-Doppler tronc veineux profonds des membres inférieurs**Consentement patient obtenu : oui ☐non ☐

Sortie du protocole durant

l'examen ☐

Motif de refus ou de sortie du protocole :

Appareil :

Conditions de réalisation : Correctes ☐Médiocres ☐Insuffisantes ☐ (préciser):

COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

8

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Indiquer sur le schéma les anomalies éventuelles. Barrer les segments artériels non vus.

Veine Cave Inférieure	Flux spontanés ☐	Remplissage ☐	Modulation : physiologique ☐ pathologique ☐	Non vue ☐
Validation Délégué	☐	☐	☐	☐

Droite				Veine(s)	Gauche			
Echographie	Doppler	Conclusion	Validation Délégué		Echographie	Doppler	Conclusion	Validation Délégué
			☐	Iliaque commune				☐
			☐	Iliaque externe				☐
			☐	Fémorale commune				☐
			☐	Fémorale profonde				☐
			☐	Fémorale superf				☐
			☐	Poplitée				☐
			☐	Tibiales post				☐
			☐	Fibulaires				☐
			☐	Musculaires				
			☐	Autre (préciser)				

Echographie
 C : Compressible
 NC : Non Compressible
 E : épaississement pariétal
Doppler
 N : Modulation normale
 P : Modulation pathologique
 R : Reflux
Conclusion
 L : Libre
 T : Thrombosé

Commentaires – conclusion :

 Discordance Délégué/Délégué : Aucune ☐ Mineure ☐ Majeure ☐ (Précisez)

☐ Refus du protocole ☐ Sortie du protocole durant l'examen - Motif :

☐ Erreur d'archivage (action mise en œuvre) :

☐ Evènement Indésirable survenue (Précisez le numéro de la fiche renseignée) :

1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Annexe 5

Référentiels et Standards de Qualité pour les explorations vasculaires

1 – Référentiels du Collège des Enseignants de Médecine Vasculaire (CEMV) (disponibles en version intégrale sur www.angioweb.fr)

- Mesure trans-cutanée de la pression partielle d'oxygène : p 2-4
- Laser Doppler : p 5-7
- Mesure de pression artérielle digitale : p 8-9
- Mesure de l'Indice de Pression Systolique : p 10-12

2 – Référentiels et Standards de qualité pour l'examen écho-Doppler, par la Société Française de Médecine Vasculaire (SFMV), in : Les Explorations Vasculaires - Elsevier-Masson, Issy-les-Moulineaux, 2014

(sous l'égide de la Société Française de Médecine Vasculaire, du Collège des Enseignants de Médecine Vasculaire, et du Collège Français de Pathologie Vasculaire),

- Echo-Doppler cervical p 13-25
- Echo-Doppler artériel des membres inférieurs p 26-46
- Echo-Doppler veineux des membres inférieurs p 47-63



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

2

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

MESURE DE LA PRESSION PARTIELLE TRANS-CUTANEE D'OXYGENE : TcPO₂

1 - TECHNIQUE

Principe de base

Une électrode polarographique (électrode de Clark) mesure l'oxygène présent dans une solution électrolytique d'ions chlorures contenus dans une bague de fixation reposant sur la peau. La quantité d'oxygène mesurée est le reflet de l'efficacité métabolique de la perfusion cutanée.

Matériel

- Kit de fixation : composé d'une bague de fixation plastique ouverte aux deux extrémités fixée sur un anneau autocollant.
- Electrode : Une seule marque est disponible en France actuellement : Radiometer
- Copenhagen référence 945-605.
- Liquide de contact : solution électrolytique aqueuse fournie avec les kits de fixation.
- Moniteur : 2 marques actuellement sur le marché français : Radiometer (TCM 4 series Tina) et Perimed (Periflux 5000 system). Ces unités de lecture peuvent être multicanaux couplés de 1 à 4 électrodes et pour certains couplés à un analyseur de TcPCO₂ et à un laser doppler. Un baromètre électronique intégré permet un calibrage automatique avant chaque utilisation étalonné sur la pression atmosphérique. Les informations recueillies peuvent être adressées vers un enregistreur graphique ou vers un micro-ordinateur qui mémorise l'ensemble des données de l'examen. Le coût de l'appareillage varie de 20 000 à 45 000 € selon le nombre d'électrodes (1 à 6) gérées par le moniteur et selon le couplage ou non à un laser Doppler.

Réalisation de l'examen

La bague de fixation est collée à la peau par un anneau adhésif. La peau est préalablement nettoyée, dégraissée à l'éther ou à l'acétone et séchée. Une pression du doigt est appliquée sur la partie centrale puis sur toute la surface de la circonférence pour obtenir une bonne étanchéité. Pour assurer l'uniformité de la surface d'échange entre peau et électrode, quatre à cinq gouttes de solution électrolytique sont déposées dans la bague de fixation. L'étanchéité

du système est assurée par le vissage d'. de tour vers la droite de l'électrode sur la bague de fixation. Lors du vissage de l'électrode il faut veiller à ce qu'aucune bulle d'air ne se trouve piégée dans la bague de fixation. Le câble qui unit l'électrode au moniteur est assujéti à la peau par un ruban autocollant 5 à 10 cm à distance de l'électrode pour éviter toute traction sur la bague de fixation et tout arrachage du capteur.

Le site d'examen habituel est le dos du pied en évitant de poser l'électrode en regard d'une veine superficielle ou d'une surface osseuse. En fonction de la pathologie étudiée d'autres sites peuvent être analysés sur la jambe ou la cuisse. Plusieurs électrodes peuvent être reliées sur le même moniteur pour permettre des enregistrements simultanés multisites. Ceci permet de réduire le temps nécessaire à l'examen qui demande en moyenne un minimum de 30 minutes.

A l'état basal la PO₂ cutanée est très basse : 3 à 4 mmHg. Aucune différence de PO₂ significative ne pourrait être enregistrée entre une peau bien vascularisée et une peau ischémique. Pour rendre l'examen discriminant, le principe de la méthode consiste à étudier la PO₂ cutanée en hyperémie. Une hyperémie reproductible est obtenue grâce à un chauffage de l'électrode entre 40 et 45 °C. La température de chauffage est habituellement réglée sur 44° C car elle permet d'obtenir l'hyperémie maximale sans avoir de sensation de brûlure en regard de l'électrode.

Une période d'équilibration du système de 15 à 20 minutes est nécessaire pendant laquelle la chaleur

3

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

transmise par l'électrode chauffée à 44° C va permettre d'obtenir progressivement l'état d'hyperémie maximale. Dans un premier temps la PO2 analysée est celle de l'air ambiant. Lors de l'assujettissement de l'électrode à la bague de fixation la PO2 enregistrée va baisser progressivement puis remonter au fur et à mesure que l'hyperémie provoquée par le réchauffement dû à l'électrode apparaît. Si la baisse initiale enregistrée est faible ou si la remontée de la PO2 est très rapide il faut rechercher un défaut d'étanchéité du système et en particulier le piégeage d'une bulle d'air dans la bague de fixation.

Le sujet est examiné initialement en decubitus, le membre en position allongée. La température ambiante de la pièce d'examen doit être tempérée pour assurer un bon confort thermique et constante au niveau du pied. Le patient doit être au calme, ne pas parler, ne pas avoir fumé et idéalement ne doit pas avoir consommé de café ou de thé dans les deux heures qui précèdent l'examen. Une inflammation ou infection cutanée est génératrice d'hyperémie et peut augmenter artificiellement les valeurs de tcpO2. L'oedème et l'épaississement cutané gênent la diffusion de l'oxygène au niveau de la peau et perturbent sévèrement la mesure de tcpO2.

Outre l'état de la vascularisation locale, des paramètres systémiques peuvent modifier les valeurs de la tcpO2 : l'état respiratoire, l'état cardiaque, les anémies, les troubles rhéologiques (syndrome inflammatoire...) et certains états métaboliques. Une insuffisance respiratoire quelle qu'en soit l'origine provoquera une hypoxie qui se répercutera au niveau tissulaire par une baisse de la tcpO2. Cette technique est d'ailleurs historiquement utilisée en néonatalogie pour surveiller l'oxymétrie des enfants. En cas d'insuffisance cardiaque, la tcpO2 peut être modifiée soit du fait de la baisse des débits de perfusion tissulaire soit en cas d'insuffisance cardiaque congestive par l'oedème. Le diabète très déséquilibré perturbe les valeurs de tcpO2 en dehors de toute ischémie, il est donc préférable de prendre quelques jours pour l'équilibrer avant de réaliser l'examen.

Il est essentiel de tenir compte de toutes ces perturbations et de les corriger si possible avant de réaliser l'examen. Il est préférable de s'abstenir de faire une tcpO2 dans de mauvaises conditions plutôt que d'afficher des résultats sans valeur qui seront ensuite autant d'arguments pour disqualifier l'intérêt de l'examen.

Les tests de sensibilisation**1) test d'hyperémie post-ischémique**

Une fois obtenue la stabilisation de l'enregistrement dans les conditions de repos, une occlusion artérielle est obtenue par compression d'un brassard posé à la cheville maintenu à une pression supra-systolique pendant 4 minutes. Durant la période d'ischémie ainsi provoquée, la tcpO2 enregistrée chute rapidement à une valeur proche de zéro. Le brassard est ensuite dégonflé et il en résulte une hyperémie post ischémique durant laquelle la tcpO2 remonte aux valeurs initiales voire au dessus. Les paramètres à noter sont la valeur de tcpO2 maximale résultant de l'hyperémie et le temps nécessaire à la récupération permettant de définir une pente de restitution post ischémique et un temps de demi-retour au plateau (T50, cf schéma) qui est normalement de l'ordre d'une minute.

2) test postural

Le passage du decubitus à la position assise jambe pendante, pied reposant sur un coussin, fait participer la hauteur de la colonne sanguine à l'augmentation de la pression de perfusion distale (voir chapitre réflexe postural). La position jambe pendante est spontanément découverte et utilisée par les patients lorsqu'ils souffrent de douleurs de repos.

En cas d'ischémie sévère : tcpO2 < 20 mmHg, ce test postural permet d'évaluer les possibilités de recrutement d'oxygénation tissulaire et de réserve hémodynamique. On note habituellement une augmentation rapide de la tcpO2 qui est enregistrée pendant 10 minutes.

3) test d'inhalation d'oxygène

L'inhalation d'oxygène à 9-10 litres par minute au masque permet d'obtenir une fiO2 à 100 % qui s'accompagne d'une augmentation de la tcpO2 enregistrée au dos du pied. Un enregistrement simultané de la tcpO2 par une électrode posée sur le thorax permet de réaliser un rapport entre les deux tcpO2 qui élimine la variable liée à l'insuffisance respiratoire fréquente chez ces patients au long passé tabagique. Si les 2 tests sont combinés, le test d'inhalation doit être fait après la mise en position assise.

4) test d'effort sur tapis roulant

Certaines équipes pratiquent des mesures de tcpO2 à l'effort (équivalent d'une épreuve de Strandness) essentiellement au niveau de la fesse et du mollet.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

INDICATIONS et RESULTATS

La mesure de la tcpO₂ dans le cadre de l'artériopathie des membres inférieurs a quatre indications principaux :

1) Quantification de la sévérité d'une ischémie

Valeurs normales et pathologiques en decubitus

- 65 ± 10 mmHg : valeurs normales
- 35 – 65 mmHg : ischémie d'effort
- 10 - 35 mmHg : ischémie permanente
- < 10 mmHg : ischémie critique

La corrélation entre stade de l'artériopathie et valeur de tcpO₂ a permis de définir une valeur seuil de 35 mmHg qui distingue l'ischémie d'effort de l'ischémie permanente. Le concept d'ischémie critique correspond à une valeur seuil de 10 mmHg mesurée sur le dos du pied en décubitus. La précision apportée par la tcpO₂ par rapport aux autres techniques (pression de cheville et pression au gros orteil) permet de sélectionner des populations plus homogènes dans les essais cliniques.

2) Aide au pronostic évolutif de l'artériopathie chronique sévère et de l'ischémie critique

Devant une artériopathie au stade d'ischémie permanente avec une tcpO₂ < 10 mmHg au dos du pied en position allongée on se trouve confronté à 2 situations :

- a. Il existe une possibilité de revascularisation par angioplastie ou pontage. Dans cette situation la tcpO₂ mesurée avant le geste et prise en position jambe pendante a une bonne valeur pronostique autour d'une valeur seuil à 40 mmHg : un an après l'intervention 80 % des patients ayant une tcpO₂ = 40 mmHg ont gardé un appui talonnier alors que pour les patients dont la tcpO₂ est < 40 mmHg moins de 40 % ont pu garder cet appui.
- b. Il n'existe pas de possibilité de revascularisation par pontage ou angioplastie. Chez ces patients la valeur seuil de la tcpO₂ en position jambe pendante est de 30 à 35 mmHg. Si la tcpO₂ reste < 30 mmHg les possibilités d'obtenir une cicatrisation à l'aide d'une prise en charge médicale intensive longue et coûteuse sont pratiquement inexistantes et doivent inciter à envisager une amputation à court terme plutôt que de faire perdre du temps au patient pour lui proposer une amputation retardée qui se fera dans tous les cas dans de moins bonnes conditions : patient épuisé physiquement et moralement, dénutri avec risque majeur de complications dues à un decubitus prolongé.

3) Aide à la détermination du niveau d'amputation

Une fois prise la décision d'amputation, le chirurgien navigue entre deux écueils : obtenir une cicatrisation rapide et première du moignon d'amputation et préserver dans toute la mesure du possible le talon ou le genou et la possibilité d'appareillage optimal. Une valeur de 20 mmHg en position allongée au niveau présumé de l'amputation témoigne d'une probabilité faible de cicatrisation du moignon d'amputation.

4) Diagnostic d'un moignon douloureux

La TcPO₂ peut aider à faire le diagnostic d'ischémie de moignon avec les mêmes critères que pour le pied.

5) Autres indications

La TcPO₂ peut trouver d'autres applications dans l'évaluation des microangiopathies organiques ou fonctionnelles, notamment chez le diabétique.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

LASER DOPPLER

INTRODUCTION

La technique qui utilise l'effet Doppler à partir d'un faisceau laser est l'une des seules qui permette d'enregistrer en continu le reflet de la perfusion superficielle de tissus accessibles par une sonde avec la TcPO2. Elle a été proposée aux cliniciens concernés à partir des années 1980. Cependant elle n'est pas encore utilisée en routine mais reste du domaine de la recherche et de l'évaluation.

PRINCIPE DE LA TECHNIQUE

La mesure de la vitesse des particules sanguines utilise l'effet Doppler. Cet effet Doppler peut être obtenu à partir des ultrasons et du laser. Le laser est particulièrement adapté aux faibles vitesses et c'est donc l'outil de choix pour l'étude de la microcirculation cutanée superficielle. Le LASER (Light Activation by Stimulated Emission of Radiation) est un faisceau lumineux cohérent monochromatique de longueur d'onde fixée (schéma). Sa pénétration tissulaire varie entre 1 et 3 mm. Les hématies vont réfléchir ce faisceau en modifiant la longueur d'onde selon différentes valeurs qui auront une distribution gaussienne centrée par la longueur d'onde d'émission. La longueur de ce spectre varie en fonction de la vitesse des hématies. Compte tenu de l'incertitude quant au volume de mesure où sont détectées les hématies circulantes, les résultats ne sont pas exprimés en débit mais en index de perfusion tissulaire. Il est possible de réaliser une cartographie de la perfusion laser Doppler comme pour la thermographie.

SIGNIFICATIONS DU SIGNAL OBTENU

1 - Expression d'une perfusion tissulaire :

Le flux volumique ou débit d'un fluide exprime le volume de fluide déplacé par unité de temps, quelle que soit sa composition (concentration en hématies par exemple). Le laser Doppler est fonction de la présence et de la concentration des hématies. Il est convenu d'exprimer le résultat en terme d'unités de perfusion tissulaire définies par le produit entre la vitesse absolue locale des hématies et leur concentration. La perfusion tissulaire est en majorité représentée par la perfusion des veinules et artérioles sous capillaires puisque la pénétration du faisceau laser atteint 2 mm environ.

2 – Signal zéro et calibrage :

Le zéro électronique est effectué avant une mesure (faisceau dirigé vers une porcelaine). Le zéro biologique est forcément supérieur du fait de la persistance d'une perfusion tissulaire malgré l'occlusion vasculaire; c'est lui qui est retenu comme référence de la mesure et dont la valeur est habituellement retranchée des résultats obtenus. Le calibrage du Laser Doppler est très difficile du fait de l'hétérogénéité de la perfusion tissulaire.

3 – Limites inhérentes à la technique :

- Le volume tissulaire concerné par la mesure dépend de la profondeur de pénétration du faisceau et de sa longueur d'onde. Une tentative de standardisation des capteurs et des techniques est en cours.
- La variabilité du signal obtenu est très importante car elle dépend de la physiologie tissulaire, temporelle et spatiale, ce qui explique que cette technique très sensible est surtout utilisée pour des tests dynamiques.

4 – Analyse du signal et tests de stimulation :

- L'enregistrement continu du signal permet de constater qu'il est constitué de variations vasomotrices que l'analyse spectrale décompose en 5 éléments d'origine cardiaque, respiratoire, musculaire, neurogène et endothéliale.
- L'hyperémie réactionnelle post occlusive permet de mesurer le pic d'hyperémie et son délai après la fin de l'occlusion.
- Les réflexes posturaux expliquent la diminution du signal de perfusion tissulaire d'une extrémité (main

6

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

- ou pied) lorsque celle-ci passe de la position horizontale (chez un sujet couché) à la position verticale pendant hors du lit.
- Le stress thermique : le réchauffement ou le refroidissement d'un membre supérieur permettent de faire varier la perfusion tissulaire des doigts et d'en mesurer l'amplitude et le délai.
 - Les tests pharmacologiques : l'application locale d'une substance pharmacologique à tropisme vasculaire par iontophorèse provoque des variations de la perfusion tissulaire dont l'enregistrement peut être effectué en continu.
 - Le laser Doppler constitue l'examen de référence pour l'étude des vasodilatations O dépendantes et NO-indépendantes de la microcirculation.

RECOMMANDATIONS PRATIQUES POUR L'UTILISATION

Etant donné la sensibilité de cette méthode, les conditions de l'examen doivent être standardisées et scrupuleusement respectées. Il faut en particulier :

- 1 – Vérifier que le sujet étudié est en état basal physiologique (hors postprandial, calme, stabilité thermique : confort thermique et mesure de la température cutanée locale)
- 2- Fixer convenablement le capteur sur le tissu étudié, sans exagération de la pression de fixation.
- 3 – Procéder à l'opération de validation : zéro biologique
- 4 – Noter les caractéristiques techniques de l'appareillage et des réglages utilisés pour la publication de l'étude.

APPLICATIONS ACTUELLES

Les domaines dans lesquels le Laser Doppler peut intervenir sont très nombreux car il s'agit de l'une des rares techniques qui permettent d'obtenir la mesure de la perfusion de tissus superficiels.

Mesure de la pression artérielle systolique digitale :

Le capteur est placé au niveau de la pulpe d'un doigt ou d'un orteil et le manchon de compression en amont immédiat. Cette application est utile pour l'exploration des artériopathies et des acrosyndromes vasculaires. C'est la seule utilisation de routine de la méthode.

Réflexe postural :

Il existe une altération du réflexe postural dans les artériopathies sévères où elles ont une valeur pronostique et dans la neuropathie diabétique.

Hyperémie :

Il existe une altération de l'hyperémie dans l'ischémie critique où elle a une valeur pronostique.

Test au froid :

L'analyse spectrale du signal lors du refroidissement des doigts montre des résultats différents chez des patients sclérodermiques par rapport aux sujets atteints de phénomène de Raynaud primaire. La recherche dans cette voie mérite d'être poursuivie afin d'aider au diagnostic étiologique de cet acrosyndrome.

Ischémie intestinale :

Diverses applications digestives ont été développées dans le cadre de la recherche.

Etude de la perfusion rétinienne :

Elle est possible et reproductible. Des études isolées font état d'une diminution de la perfusion du côté d'une sténose serrée symptomatique de la carotide interne et de son rétablissement après chirurgie. D'autres études sont utiles pour démontrer l'intérêt décisionnel de ces mesures.

Chirurgie plastique :

La surveillance en continu de la perfusion de lambeaux libres permettrait d'alerter le chirurgien et de l'inciter à trouver une solution thérapeutique dans le cas d'une diminution de cette perfusion. Par ailleurs, le repérage de vaisseaux perforants sur la paroi abdominale grâce au Laser Doppler faciliterait le prélèvement de lambeaux cutanés nourris par ces vaisseaux. Le laser Doppler peut permettre d'évaluer précocement la profondeur d'une brûlure cutanée.

Etudes physiologiques, physiopathologiques :

L'étude de la fonction endothéliale peut avoir recours à l'iontophorèse transdermique avec application d'acétylcholine, de nitroprussiate de sodium. la vasodilatation de la micro-circulation cutanée qui en résulte



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

7

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

peut être étudiée par le biais du Laser Doppler. Elle serait par exemple altérée chez le sujet tabagique. La diminution de la perfusion tissulaire de la peau digitale suite à une inspiration forcée est enregistrée par Laser Doppler. Ce test peut faire partie d'un protocole d'étude de la vaso-motricité. L'étude des valeurs de contre-pression au niveau de la main ou d'autres territoires à partir desquelles la perfusion tissulaire est abaissée (étude de la pression de perfusion tissulaire).

Cosmétologie :

Le Laser Doppler fait partie des tests de tolérance de tous les produits cosmétiques.

CONCLUSION

Le Laser Doppler a permis d'importants progrès pour l'étude de la perfusion des tissus superficiels (physiologie, physiopathologie, pharmacologie). Facile à mettre en oeuvre, cette technique a souffert d'un manque de standardisation des protocoles. Il s'agit d'une méthode très dépendante des conditions physiologiques du sujet étudié et de son environnement, conditions qu'il convient de maîtriser. Certaines applications ont déjà démontré leur intérêt au plan pronostique ; elles restent encore peu nombreuses en routine. De nombreuses autres doivent confirmer leur intérêt dans le domaine de la physiopathologie.



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE

8

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

MESURE DES PRESSIONS ARTERIELLES DIGITALES

1. DEFINITION, GENERALITES

La mesure de la pression systolique d'orteil (PSO) consiste à utiliser un moyen non invasive pour enregistrer d'une façon indirecte la pression artérielle systolique d'une artère digitale du pied. La même méthode est utilisable pour la main. Comme il y a plusieurs artères pour chaque orteil, la PSO mesurée est la plus élevée et correspond à la meilleure artère.

2. TECHNIQUE

Le manchon de taille adaptée est placé à la racine du gros orteil (doigt) dont on souhaite mesurer la pression artérielle systolique. Avant de gonfler le manchon, la pulpe de l'orteil est comprimée manuellement et surélevée pour la vider de son sang. Une pression supra-systolique (usuellement 200 mm Hg) est exercée rapidement puis le brassard est dégonflé lentement. La pression dans le manchon et le signal sont enregistrés. Lorsque la pression dans le manchon devient égale à la PSO, le sang injecte la distalité et donne un signal qui peut être enregistré par différentes techniques.

2.1 Les bons moyens

2.1.1 La pléthysmographie à jauge de contrainte

Une sonde pléthysmographique est placée autour de l'orteil en aval du manchon, elle est sensible à l'étirement de longueur induit par l'augmentation de volume de la pulpe digitale qui se produit lorsque le flux sanguin injecte à nouveau la distalité. Ces jauges sont classiquement en mercure et maintenant en technétium. Un appareil totalement automatisé existe (photographie 1). La reproductibilité de la méthode est excellente.

2.1.2 Le laser-Doppler

Une sonde laser est placée en aval du brassard sur la pulpe de l'orteil, cette sonde est sensible à toute réapparition du flux capillaire. Un appareil totalement automatisé existe. La reproductibilité de la méthode est excellente.

2.1.3 La capillaroscopie

La capillaroscopie objective visuellement le retour du flux sanguin dès que la pression dans le brassard égale la pression digitale. La capillaroscopie est peu utilisée au niveau du pied mais c'est un examen de référence pour le doigt avec l'aide d'un manomètre digital (photographie 2).

2.2 Les mauvais moyens

2.2.1 La photopléthysmographie

La photopléthysmographie est une bonne technique de débrouillage mais manque de sensibilité pour les pressions de 50 mm Hg.

2.2.2 Le Doppler à ultrasons

Le Doppler peut enregistrer un signal pulpaire mais il n'est pas discriminant pour les pressions basses (pas de résultat fiable en dessous de 50 mm Hg).

2.3 Le cahier des charges du matériel à utiliser

Matériel :

- Totalement non invasif
- Simple à utiliser (technicien ou infirmière)
- Document papier ou informatique laissant une trace objective

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

3. INDICATIONS

3.1 En complément de la pression systolique de cheville

Dans un certains nombre de situations, la pression de cheville n'est pas représentative de l'ischémie du pied en raison d'une médiacalcosse (diabète, insuffisance rénale, index de pression de cheville >1.3), d'une artériosclérose (sujet âgé), ou d'artères hélicines (maladie de Buerger).

3.2 Pour porter le diagnostic d'ischémie critique

L'ischémie critique chronique est définie comme un stade III ou IV de l'artériopathie des membres inférieurs et une donnée hémodynamique qui est soit une pression systolique de cheville ≤ 50 mm Hg soit une pression systolique d'orteil ≤ 30 mm Hg. Cette donnée hémodynamique n'est pas une option, elle est obligatoire car 50% des stades III ou IV de l'artériopathie des membres inférieurs ne sont pas en ischémie critique et ont un pronostic très différent de celui des patients en ischémie critique.

3.3 Pour faire le diagnostic d'une artériopathie

La définition hémodynamique d'une artériopathie des membres inférieurs est habituellement donnée par l'indice de pression systolique (IPS) qui est le rapport P de cheville / P humérale dont la normalité est > 0.9 . Un indice PSO / P humérale ≤ 0.6 est également une définition hémodynamique validée d'une artériopathie.

3.4 Pour reconnaître une artériopathie très distale du pied :

On peut mesurer le gradient entre la meilleure pression de cheville et la PSO, qui doit être inférieur à 40 mm Hg. Lorsqu'il est supérieur à 40 mm Hg, il peut s'agir d'une pression de cheville surestimée par médiacalcosse soit d'une artériopathie occlusive distale ou d'un vasospasme.

4. PRÉCAUTIONS D'UTILISATION

L'examen est fait en décubitus, sur un patient au repos avec des pieds réchauffés (la température de la peau doit être $> 28^{\circ}\text{C}$).

Pour le pléthysmographe, c'est le tout début (même minime) de changement d'orientation de la courbe qui est la PSO (photographie 3), raison pour laquelle la pulpe digitale doit avoir été vidée. On peut s'aider en traçant avec une règle une droite correspondant au tracé dans les pressions supra systoliques. La PSO est la pression lorsque la courbe décolle de cette droite.

5. NORMALITE

La PSO normale est de 20 à 40 mm Hg en dessous de la pression de cheville. Le rapport PSO/P humérale est toujours supérieur à 0.6.

6. INTERPRETATION DES RESULTATS

- PSO / P humérale < 0.6 = artériopathie des membres inférieurs
- PSO < 30 mm Hg = ischémie critique = risque majeur d'amputation

INDICE de PRESSION SYSTOLIQUE à la CHEVILLE

L'index de pression systolique à la cheville est défini pour chaque membre inférieur comme le rapport de la pression artérielle systolique à la cheville sur la pression artérielle systolique brachiale (PAS cheville / PAS brachiale). Cet index est né des travaux de Carter (Circulation 1968) faisant suite aux travaux de Windor (Am J Med Sci 1950) sur l'intérêt de mesurer la perte de charge dans l'artériopathie oblitérante des membres inférieurs. A l'époque les mesures de pression distale (cheville, orteil) étaient faites en pléthysmographie. L'introduction du Doppler 8-10 MHz a donné son essor à cet index en simplifiant la mesure de pression à la cheville. Cette simplification introduisait toutefois un biais encore imparfaitement résolu. La mesure pléthysmographique est une mesure globale de la pression indépendante de telle ou telle artère, alors que la mesure Doppler est tributaire de la ou des artères sur laquelle ou lesquelles elle s'appuie. Lorsque la mesure d'IPSC est faite dans le cadre d'un test de Strandness (cf. Epreuve de marche sur tapis roulant), seule la mesure de pression à l'aide d'une sonde Doppler est suffisamment rapide pour être appliquée aux mesure de minute en minute.

Méthode

Quelle que soit la méthode et le capteur ou témoin de flux utilisés (Doppler, Pléthysmo-graphie, laser-Doppler, ...) la mesure est faite sur un patient allongé en décubitus au repos depuis quelques minutes. On commence en principe par mesurer la pression brachiale systolique de manière à avoir une idée de la pression que l'on devrait obtenir à la cheville en l'absence d'AOMI.

Il est conseillé d'utiliser la même manchette de 12-15 cm de large à la cheville et au bras (dans le souci de réduire l'erreur de mesure) Cette manchette doit être appliquée très correctement sans striction ni espace mort (à la cheville, on veillera à bien poser la manchette juste au-dessus des malléoles et non quelque part entre cheville et genou comme on le voit trop souvent...).

La manchette est gonflée rapidement jusqu'à interruption de tout signal du témoin de flux. Puis elle est dégonflée lentement jusqu'à réapparition du signal de flux distal correspondant à la pression systolique (la pression systolique retenue est la pression dans la manchette pour laquelle réapparaît le signal et non celle pour laquelle il s'est éteint) En bonne pratique la mesure est répétée deux ou 3 fois et l'on prend la moyenne des mesures.

Mesure de la pression humérale ou brachiale

- Soit on prend la plus élevée des pressions droite et gauche
- Soit on s'assure de la normalité du signal Doppler sous-clavier et l'on prend la moyenne des pressions droite et gauche.

Si l'on opte pour le principe d'une mesure globale de la pression à la cheville, le capteur/ la méthode utilise la pléthysmographie avec occlusion veineuse à jauge de contrainte ou un laser-Doppler à la pulpe du gros orteil (cf. Mesures de pression à l'orteil, Laser-Doppler, Pléthysmographies).

Si l'on opte pour la mesure de pression avec une sonde Doppler, on utilise une sonde travaillant à 8 ou 10 MHz et l'on mesure la pression au niveau de la tibia postérieure, de la pédiéeuse ou de la fibulaire.

L'artère tibia postérieure est recherchée dans la gouttière rétro-malléolaire interne. La sonde est tenue avec souplesse entre pouce et index comme une baguette, orientée de dedans en dehors et un peu en avant à la rencontre du flux. Parfois, on trouvera l'artère à la face interne du talon.

La dorsale du pied est recherchée au cou de pied ou sur le dos du pied, la sonde tenue entre les 3 premiers doigts comme un stylo. La fibulaire est recherchée de la même façon au bord antérieur de la malleoli externe. Quelle que soit l'artère examinée on s'attachera à avoir un angle d'attaque voisin de 45° par rapport au trajet supposé de l'artère.

Pour donner toute sa puissance à la mesure de pression de pression à la cheville, il convient d'avoir d'abord perçu la normalité ou l'anormalité du signal Doppler à la cheville de manière à ne pas se laisser trop facilement abuser par une AOMI masquée par des artères difficilement compressibles.

11

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

- Le signal Doppler artériel normal est triphasique (d'abord une grande onde positive, puis une petite onde de reflux, et enfin une deuxième onde positive de faible amplitude liée à la complaisance des gros troncs).
- Le signal peut n'être que biphasique chez les sujets/patients dont la souplesse artérielle est très altérée (grand âge, HTA sévère, insuffisance rénale chronique évoluée, diabète ancien...).
- Un signal monophasique est a priori anormal (erreur classique : avant-pied froid).
- Un signal monophasique asymétrique (accélération normale, décélération plus lente) ou un signal monophasique symétrique à accélération et décélération lentes témoignent de lésions occlusives sus-jacentes.

Lorsqu'on utilise la méthode Doppler, quelle(s) artère(s) choisir ?

- En routine de dépistage, on se contente en général de la tibiale postérieure ou mieux de l'artère qui offre le meilleur signal.
- Pour un examen plus complet, il est préférable de prendre la moyenne des pressions à la cheville identiques à $\pm 10\%$ près (10% représentant l'erreur de mesure maxima pour une artère donnée)

Valeurs normales, reproductibilité, limites :

- L'IPSC est une variable biologique fluctuant dans une certaine fourchette de valeurs
- dont la moyenne est de 1.10 ± 0.10
- Les seuils de normalité de l'IPSC sont donc 0.90 et 1.30
- En dessous de 0.90, l'IPSC affirme une ACOMI avec une sensibilité de 95% et une spécificité voisine de 100%.
- Au-dessus de 1.30, l'IPSC définit une médiacalcose jambière partielle.
- La combinaison de signaux Doppler normaux et d'un index de pression à la cheville normal exclue une ACOMI avec une fiabilité supérieure à 90%.
- Le coefficient de variation de la mesure de pression à la cheville est de 6 à 8% quelle que soit l'artère
- Le coefficient de variation de la mesure pression humérale est de 5%
- La déviation standard de la mesure de l'IPSC est en moyenne de 0.06 à 0.11 tant en intra qu'en inter-observateur(s).
- D'un examen à l'autre une variation d'IPSC $\pm 15\%$ n'est pas significative; une variation $\geq 30\%$ est très significative.

Limites et causes d'erreur :

La rigidité, la médiacalcose des artères jambières (15 à 30% des diabétiques, insuffisance rénale chronique terminale, grand âge).

Tout autre obstacle ou artéfact à l'occlusion artérielle: oedèmes importants de cheville, lipodystrophies majeures, guêtres d'hypodermite, plaie ...

Les sténoses proximales courtes, isolées, avec bonne complaisance d'aval tamponnant la perte de charge.

Les sténoses situées en dehors de l'axe aorte-cheville (hypogastriques, fémorale profondes isolées) voire les lésions des artères du pied reconnues par mesure de pression digitale.

Les erreurs les plus fréquentes résultent toutefois du non-respect des conditions de mesure.

Par ailleurs on s'abstiendra de mesurer la pression à la cheville en cas de pontage très distal surtout extra-anatomique ou in situ. La mesure de pression distale est alors faite au gros orteil.

Il existe également une erreur commune d'indication ou d'interprétation ou de stratégie. Pour rechercher une artériopathie chronique oblitérante des membres inférieurs, la mesure d'IPSC est actuellement sans concurrent en terme de pertinence d'examen de 1^{ère} intention

S'il s'agit de rechercher des plaques non-sténosantes ($< 25\%$) ou un infiltrat pariétal d'athérosclérose (dont on ne connaît pas la prévalence dans la population générale en fonction de l'âge) le meilleur examen au moindre coût est sans doute l'échographie.

**COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTE****12**

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Intérêt.

L'application de ce paramètre à l'épidémiologie de l'AOMI a radicalement transformé la vision de l'AOMI basée sur l'évaluation de la claudication. L'index de pression systolique à la cheville (IPSC) est actuellement :

- Le moyen le plus simple et le plus pertinent pour certifier, en première intention, un diagnostic d'AOMI.
- L'item de base de tout travail d'ordre épidémiologique en matière d'AOMI
- Un paramètre de premier plan dans l'évaluation du risque cardio-vasculaire (inversement proportionnel à la valeur de l'IPSC au premier examen)
- Un moyen simple de faire le diagnostic de médiocalcose jambière (également corrélée au risque coronarien)
- Un moyen simple d'évaluer l'importance des lésions occlusives (résumant les pertes de charge au repos)
- Un moyen très simple de surveillance d'une AOMI
- L'item de base du suivi d'une AOMI opérée (balise de surveillance applicable à tous, mode de sélection pour des examens plus longs et plus complexes)

Chapitre 12

Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler cervical en médecine vasculaire

F. Becker, O. Pichot, pour la SFMV

PLAN DU CHAPITRE

Indications de l'écho-Doppler cervical (EDC)	468	Compte rendu d'examen	470
EDC en urgence ou en semi-urgence ..	468	Renseignements administratifs	471
EDC en situation chronique	468	Renseignements médicaux	471
Objectifs diagnostiques et niveaux d'examen de l'EDC.	468	Description de l'examen	
Examen de niveau 1	468	écho-Doppler et de ses limites	
Examen de niveau 2		éventuelles	471
(examen standard de référence)	468	Synthèse diagnostique	471
Examen de niveau 3	469	Iconographie	471
Technique et méthodologie de l'EDC diagnostique standard de référence (niveau 2)	469	Assurance qualité	471
Installation du patient		Formation et pratique	471
et de l'examineur	469	Procédures générales	
Réglages ED	469	d'évaluations	471
Vaisseaux à explorer	469	Autoévaluation de la qualité de l'examen ED réalisé chez un patient donné	471
Méthodologie de l'examen ED	469	Annexes	471
Descriptif lésionnel	470	Annexe 1 : glossaire commenté	471
Technique et méthodologie de l'EDC en fonction des indications et des spécificités	470	Annexe 2 : bases techniques	474
Examen de niveau 1	470	Annexe 3 : bases anatomiques	475
Examen de niveau 3	470	Annexe 4 : descriptif lésionnel des sténoses	475
		Annexe 5 : spécificités méthodologiques	478

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

468 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Chacun des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler de la Société française de médecine vasculaire a été traité sur les bases suivantes.

Résumé

Principes généraux des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

Un examen écho-Doppler de qualité doit répondre à deux exigences :

- une exigence de savoir-faire technique (connaissance de l'outil, respect des méthodologies) ;
- une exigence de savoir-faire médical (adaptation du niveau de pratique à l'indication de l'examen et au but poursuivi, interprétation et analyse critique des résultats).

Objectifs des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

- Décrire un niveau optimal d'examen et ses modulations en fonction des indications.
- Homogénéiser les pratiques, les méthodologies, les langages, l'expression des résultats.
- Donner des repères de bonne pratique.
- Promouvoir une démarche-qualité.

Thématique des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

- Les bases (en annexes) :
 - glossaire,
 - bases techniques (appareils, réglages, stockage),
 - bases anatomiques (repères et variations anatomiques),
 - bases morphologiques et hémodynamiques (quantification des lésions).
- Les indications.
- L'examen diagnostique standard de référence (niveau optimal).
- Les variantes d'examen en fonction des indications et des spécificités : notion de niveaux d'examen (de l'examen de dépistage à l'examen décisionnel final avant chirurgie ou angioplastie).
- Le contenu minimal du rapport d'examen (CR technique incluant les limites éventuelles de l'examen, courrier de synthèse médicale et iconographie).
- Les éléments d'une démarche qualité.

Indications de l'écho-Doppler cervical (EDC)

EDC en urgence ou en semi-urgence

- Face à un accident aigu (AIT, minor-stroke, stroke).
- Ou face à une complication per ou post-opératoire immédiate.
- Face à une cervicologie aiguë inhabituelle faisant discuter une dissection.

EDC en situation chronique

- Bilan étiologique d'un déficit neurologique focalisé ou d'une cécité monoculaire transitoire (CMOT ou Amaurose fugace) passé.

- Autre symptomatologie clinique d'ordre neurologique ou oculaire.
- Bilan de souffle cervical ou occipital.
- Bilan d'une anisotension
- Bilan de diffusion d'athérosclérose (face à une autre localisation connue).
- Bilan pré-opératoire avant chirurgie majeure à risque neurovasculaire.
- Examen de dépistage chez un patient avec facteurs de risque vasculaires (dépistage des sténoses carotidiennes serrées asymptomatiques, stratification et quantification du risque cardiovasculaire).
- Suivi d'une artériopathie cervicale connue.
- Dans le cadre de la chirurgie ou l'angioplastie des troncs supra-aortiques et des pédicules à destinée encéphalique (carotides et vertébrales) : examen pré-opératoire, contrôle post-opératoire précoce et suivi à terme.
- En complément d'une artériographie cervicale non concluante, dans le cas d'association diagnostique de techniques non ou mini-invasives (EDC+ARM/ARM+EDC/EDC+ angioscanner, angioscanner + EDC).
- Recherche ou bilan de diffusion d'une artériopathie non athéromateuse (dysplasie fibromusculaire, maladies de Horton, Takayasu, Behçet...) ou d'une malformation vasculaire.

Objectifs diagnostiques et niveaux d'examen de l'EDC

Les modalités de l'examen se déclinent en 3 niveaux en fonction de l'indication.

Examen de niveau 1

Il s'agit d'un examen ciblé simplifié.

Son objectif est de répondre à une question simple et précise.

Il s'adresse au patient asymptomatique sur le plan neurovasculaire (absence de déficit focalisé passé ou présent). Son type est l'examen de dépistage. Par exemple :

- recherche de lésions d'athérosclérose carotide (avec réponse binaire : oui/non) ;
- dépistage de lésion carotide asymptomatique (avec description lésionnelle en 4 classes : plaque < 50 % diamètre/sténose 50-70 % diamètre/sténose > 70 % diamètre/occlusion ou sténose pseudo-occlusive) ;
- contrôle post-opératoire immédiat (descriptif précis limité à l'axe opéré) ;
- recherche d'une sténose sous-clavière devant une anisotension (examen des deux artères subclavières ± examen de l'artère vertébrale homolatérale à la TA la plus basse).

Examen de niveau 2 (examen standard de référence)

Il correspond à l'examen diagnostique standard complet.

Son objectif est un descriptif lésionnel précis.

Il s'adresse au patient symptomatique au plan neuro-vasculaire ou présentant des lésions occlusives hémodynamiquement significatives sur les axes artériels cervicaux.

Il comprend l'examen systématique des axes carotidiens, des artères sous-clavières, et des artères vertébrales, avec description de toutes les lésions mises en évidence (quantification hémodynamique et description morphologique).

La découverte de lésions extra-crâniennes majeures ou le contexte clinique peut conduire à réaliser un DTC/EDTC (cf. SQ-DTC).

Examen de niveau 3

Il s'agit d'un examen complet suffisamment détaillé, précis et fiable pour pouvoir dispenser de tout autre examen artériographique de même intérêt réalisé dans un but de confirmation des données ultrasoniques ou de documentation des lésions artérielles.

Son objectif est un bilan lésionnel et hémodynamique exhaustif quelle que soit l'indication.

Il s'adresse au patient symptomatique au plan neuro-vasculaire ou candidat à une chirurgie ou une angioplastie carotidienne ou vertébrale, éventuellement sans artériographie pré-opératoire.

Il comprend l'analyse détaillée exhaustive anatomique, morphologique et hémodynamique des artères cervicales et intracrâniennes, répondant au concept d'artériographie ultrasonique et fonctionnelle décisionnelle décrit par Ascher.

Technique et méthodologie de l'EDC diagnostique standard de référence (niveau 2)

Installation du patient et de l'examineur

Le patient est installé en décubitus dorsal, tronc et tête légèrement inclinés à 30° par rapport au plan du lit, le cou et la tête étant dans l'axe du tronc (le but est d'éviter la flexion de la tête sur le thorax gênant l'examen de la carotide interne haute ou l'hyperextension dorsale de la tête apte à engendrer un étirement de l'axe carotidien sur le tubercule de Chassaignac).

La position du médecin dépend des habitudes des années d'apprentissage et des difficultés anatomiques : à la tête du patient, d'un même côté du patient, ou tournant autour du patient. Dans tous les cas, l'examineur doit être confortablement installé de manière à ce que le champ d'exploration soit large, sans contrainte mécanique, et offrant le maximum de liberté et de précision des mouvements de la main.

Réglages ED

Il est toujours nécessaire de vérifier que les réglages du matériel ED utilisé sont appropriés à l'examen réalisé et aux spécificités éventuelles du patient (cf. annexe 2).

Vaisseaux à explorer

Usuellement, l'examen doit inclure, de façon bilatérale, l'exploration de :

- la totalité de l'axe carotidien explorable : artère carotide commune ACC, bifurcation carotidienne, artère carotide interne ACI (aussi haut que possible), artère carotide externe ACE (origine, tronc);
- l'artère subclavière (ASC) pré- et post-vertébrale;
- l'artère vertébrale en V0-V1 (origine et 1ers centimètres), V2 (portion transversaire), et V3 (triangle de Tillaux);
- l'artère ophtalmique (étude du sens du flux ophtalmique).

Il est recommandé de toujours commencer par l'examen des ASC pour repérer des signes de valvulopathie aortique ou de dysfonction ventriculaire gauche (reflux holodiastolique, altération du front de montée des signaux), voire des signes d'HTA sévère, à prendre en compte dans l'analyse velocimétrique.

Méthodologie de l'examen ED

L'examen ED comprend une analyse morphologique et hémodynamique des différents axes artériels :

- L'analyse morphologique est réalisée en échographie mode B, en coupe transversale et longitudinale. L'ED en mode couleur ou énergie peut être utile pour préciser le contour endoluminal de la paroi ou de certaines lésions peu ou non échogènes.
- L'analyse hémodynamique est basée sur l'analyse des profils de vitesse recueillis en Doppler pulsé (critère principal) :
 - mesure des vitesses maxima systolique et télédiastolique, en valeur absolue et en valeur relative par rapport aux mêmes items mesurés en zone saine en amont (ou en aval). L'écho-Doppler couleur aide au repérage des zones de sténose et permet de placer la porte Doppler au site de plus grande sténose et d'ajuster la correction d'angle à la direction du jet sténotique. L'EDC avec codage couleur ajusté aux vitesses maxima mesurées en Doppler pulsé permet l'évaluation des sténoses en planimétrie en réduction de diamètre et en réduction de surface, mais il s'agit d'un critère secondaire. La mesure en coupe transversale stricte doit être privilégiée chaque fois que possible. Les évaluations velocimétrique et planimétrique doivent être concordantes. En cas de discordance, l'examineur doit s'interroger sur une erreur de mesure ou discuter une cause d'aval ou d'amont (lésion associée, hypo ou hyperdébit...);
 - évaluation des résistances vasculaires par le calcul de l'indice de Pourcelot $[(A - D)/A]$;
 - la réalisation de tests dynamiques est parfois nécessaire. Par ex. : validation du sens du flux ophtalmique

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

470 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

par compressions peri-orbitaires; test d'hyperémie post-occlusive du membre supérieur pour mise en évidence d'hémodynamisme vertébro-sous-clavier; tests posturaux pour la recherche d'une compression de l'artère vertébrale.

Sens du flux vertébral (voire du tronc basilaire) et des carotides interne et externe, en cas de sténose d'un tronc supra-aortique (ASC, TABC, ACC).
Comparaison droite/gauche.

Descriptif lésionnel

Analyse morphologique

- De la paroi artérielle : normale ($\pm$ épaisseur intima-media), plaque, sténose.
- Des plaques athéromateuses : épaisseur, échogénicité, texture, surface luminale.
- Discussion éventuelle d'une artériopathie non-athéromateuse.

Évaluation planimétrique d'une sténose

(Chaque fois que possible en coupe transversale stricte.)

En rapport de diamètres : (D - d/D)	D = diamètre normal intima-intima de l'artère, d = plus petit diamètre luminal circulant.
En rapport de sections : (S - s)/S	D = Section normale de l'artère, s = section de la lumière circulante.

Dans le cas d'une sténose du bulbe carotidien, la sténose est exprimée :

- en mode NASCET⁶-ACAS⁷ par rapport au calibre régulier de l'ACI en aval de la sténose;
- et/ou en mode ECST⁸ par rapport au plus grand calibre du bulbe carotidien;
- dans ces études princeps qui utilisaient l'artériographie conventionnelle comme méthode de référence, le degré de sténose est exprimé exclusivement en rapport de diamètres.

Analyse hémodynamique (vélocimétrie)

Profils de vitesse : analyse de la dispersion du spectre de vitesses,⁹ mesures du pic de vitesse systolique (PSV¹⁰), de la vitesse télédiastolique maxima (EDV¹¹) en valeurs absolue et relative (SVR,¹² DVR¹³).

Sens du flux ophtalmique.

Technique et méthodologie de l'EDC en fonction des indications et des spécificités

Le contexte clinique et lésionnel peut conduire à adapter la méthodologie de l'examen ED pour répondre au mieux à la problématique spécifique du patient.

Examen de niveau 1

L'examen est ciblé sur une question précise limitée (notifiée dans le compte rendu d'examen).

L'exploration est limitée :

- aux axes carotidiens (examen de dépistage);
- à l'axe artériel opéré (contrôle post-opératoire immédiat);
- aux artères sous-clavières $\pm$ vertébrales (bilan d'une anisotension).

La description lésionnelle est simplifiée : Dans la norme/ Athérosclérose sans irrégularité de la lumière/Plaque(s) < 50 % diamètre/Sténose 50-70 % diamètre/Sténose > 70 % diamètre/Occlusion ou sténose pseudo-occlusive.

La méthodologie de l'examen ED limité doit rester techniquement irréprochable.

Les limites éventuelles de l'examen devront être décrites.

Examen de niveau 3

L'examen utilise tout l'éventail d'investigation échodoppler en vue d'un bilan lésionnel et hémodynamique exhaustif.

Toutes les artères cervicales explorables (dont l'ACI haute) sont explorées et décrites sur le plan anatomiques (calibres, trajets, variations anatomiques...).

Tous les paramètres ultrasoniques mesurables sont mesurés (échostructure, vélocimétrie, planimétrie, débitimétrie) et intégrés dans une analyse d'ensemble.

L'examen cervical est complété par un DTC/EDTC comprenant au moins l'examen du siphon carotidien, de l'artère cérébrale moyenne (ACM), du tronc basilaire, et un test de vasoréactivité cérébrale sur l'ACM.

Le compte rendu d'examen intègre les données de l'examen ultrasonique et la problématique clinique de façon optimale.

Compte rendu d'examen

Le compte rendu d'examen doit renseigner tous les éléments suivants.

6. NASCET = North American Carotid Endarterectomy Trial (sténoses symptomatiques).

7. ACAS = Asymptomatic Carotid Atherosclerosis Study.

8. ECST = European Carotid Surgery Trial (sténoses symptomatiques).

9. Spectral broadening index.

10. PSV = Peak Systolic Velocity.

11. EDV = End Diastolic Velocity.

12. SVR = Systolic Velocity Ratio.

13. DVR = Diastolic Velocity Ratio.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 12. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-doppler cervical 471

Renseignements administratifs

- Nom, prénom, date de naissance et âge du patient.
- Nom du médecin prescripteur et du ou des médecins référents.
- Nom du médecin ayant réalisé l'examen.
- Marque, modèle, date de mise en service du matériel écho-Doppler.
- Date (et heure) de l'examen.

Renseignements médicaux

- Antécédents médicaux et chirurgicaux importants.
- Histoire actuelle de la maladie, et séméiologie neurovasculaire présente.
- Examens déjà réalisés.
- Indication et objectifs de l'examen ED.

Description de l'examen écho-Doppler et de ses limites éventuelles

Type d'examen réalisé : niveau 1,2 ou 3.

Description des données morphologiques et hémodynamiques recueillies.

- Notification, le cas échéant, des facteurs limitant la fiabilité et l'exhaustivité de l'examen :
- les vaisseaux ou segments de vaisseaux non explorés;
- les limitations et causes d'erreurs possibles de l'examen ED.

Synthèse diagnostique

- Interprétation des données de l'examen écho-Doppler.
- Comparaison le cas échéant avec les résultats d'examens antérieurs.
- Implication clinique des résultats de l'examen ED réalisé.

Iconographie

Le compte rendu doit être accompagné d'une documentation illustrant les principaux vaisseaux et flux étudiés, ainsi qu'une documentation complémentaire de tous les éléments pathologiques diagnostiqués avec au minimum :

- les images en mode B des ACI droite et gauche illustrant le cas échéant :
 - une caractérisation morphologique pertinente des plaques athéromateuses,
 - une quantification planimétrique du degré de sténose (au moins en coupe transversale);
- les images du profil de vitesses des ACI droite et gauche, en coupe longitudinale en mode couleur, avec visualisation :
 - du tir Doppler, de la largeur de porte et de la correction d'angle,
 - de la mesure des paramètres vélocimétriques (PSV, EDV);
- les images du profil de vitesses des vertébrales droite et gauche dans les mêmes conditions (au moins en V2).

Ce set minimal de 6 images devrait être complété :

- systématiquement par une imagerie en mode énergie des 2 bifurcations carotidiennes (angiographie ultrasonore);
- le cas échéant par une imagerie détaillée de toutes les lésions mise en évidence sur les différents vaisseaux examinés;
- le cas échéant par l'imagerie correspondant à l'exploration ED transcrânien réalisée en complément de l'ED cervical.

Assurance qualité

Formation et pratique

Une formation initiale à la pratique des techniques ultrasonores appliquée à l'exploration des troncs supra-aortiques et des axes cervico-encéphaliques est requise de même qu'un volume d'activité supérieur à 100 examens par an sur un champ balayant tous les cas de figure cliniques.

Procédures générales d'évaluations

Chaque fois que l'occasion existe, les données de l'examen ED doivent être corrélées avec les données des examens radiologiques réalisés parallèlement, avec les données anatomiques peropératoires et les pièces opératoires.

Autoévaluation de la qualité de l'examen ED réalisé chez un patient donné

Les motifs d'un examen plus limité que l'examen de référence doivent être notifiés.

Les vaisseaux ou segments de vaisseaux non explorés doivent être notifiés.

Les limitations et causes d'erreurs de l'examen ED doivent être reconnues et notifiées, tant pour l'analyse morphologique (calcifications, défaut d'échogénicité, etc.) qu'hémodynamique (bas débit cardiaque, arythmie, angle de tir Doppler incertain, etc.).

Annexes

Annexe 1 : glossaire commenté

Épaisseur intima-media (Intima-media thickness, IMT) [1]

Le consensus de Mannheim apporte les définitions suivantes pour la caractérisation ultrasonique de l'IMT carotidienne et de la plaque athéroscléreuse.

- L'IMT est un aspect de double ligne visualisé sur les bords de la paroi de l'artère carotide commune en échographie en vue longitudinale. L'IMT est délimitée par les deux lignes parallèles qui constituent deux limites anatomiques, les interfaces lumière-intima et media-adventice.
- Une plaque est une structure locale empiétant sur la lumière artérielle d'au moins 0,5 mm ou de plus de 50 % de l'IMT alentour ou épaississant de plus de 1,5 mm la distance interface media-adventice/interface intima-lumière.

Plaque, sténose [2]

Plaque, sténose les deux mots sont souvent utilisés l'un pour l'autre alors que du point de vue étymologique et hémodynamique les deux termes sont différents (parler d'une plaque à 80 % ou d'une sténose à 20 % a quelque chose d'incongru). Probablement pour pallier ces aléas de langage est apparu le terme de sténose significative qui n'est guère plus précis s'il reste subjectif.

S'il existe quelques variantes dans la définition du mot plaque, toutes agréent qu'une plaque est un élément plutôt rigide, plutôt plat et en tout cas peu épais.

Une sténose est non seulement un rétrécissement mais un rétrécissement anormal. Il est communément admis en hydraulique qu'une sténose régulière ne perturbe pas le flux jusqu'à atteindre au moins 70 %. Mais il faut bien garder en mémoire que :

- en hydraulique on estime une sténose en rapport de section (en règle générale, au moins 70 % section = au moins 50 % diamètre) ;
- l'artériographie conventionnelle a conduit à évaluer les sténoses en médecine en rapport de diamètre ;
- la forme de la sténose (centrée vs excentrée, à contour luminal régulier/lisse vs irrégulier/cratériforme, courte vs longue) intervient dans l'incidence de la sténose sur les vitesses locales et le retentissement d'aval ;
- l'effet sténosant varie avec le débit dans le conduit (c'est ainsi qu'une sténose ACI 50 % peut parler en vitesses absolues comme une sténose 70 % en cas d'occlusion ACI controlatérale).

En conséquence, il faut vigoureusement insister sur le fait qu'avec l'écho-Doppler pulsé nous avons les moyens d'évaluer les sténoses dans leur essence hémodynamique (l'évaluation vélocimétrique en ED pulsé d'une sténose est le mode principal d'évaluation, l'évaluation planimétrie ne vient qu'en appoint).

Au total, avec Bollinger [4] on distingue les lésions en :

- plaque < 25 % en rapport de diamètres ($D - d/D$) ;
- sténose 25-50 % en rapport de diamètres ($D - d/D$) ;
- sténose > 50 % en rapport de diamètres ($D - d/D$) : 50-70 %, 70-90 %, > 90 %.

Dolicho-artères : tortuosité, boucle, plicature, kinking [3]

Le terme de dolicho-artère désigne des artères présentant un allongement segmentaire (Figure 12.1). Les dolicho-artères sont congénitales (formes de l'enfant), dysplasique ou acquise (sujet âgé, HTA). Fréquentes, elles n'ont pas d'incidence démontrée sur le risque d'accident ischémique homolatéral sauf peut-être pour les kinking ou plicature sténosante.

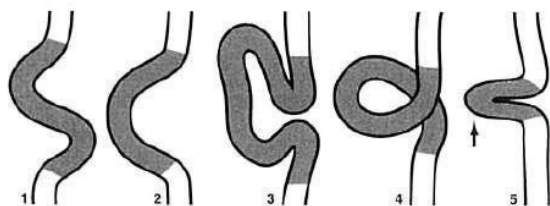


Figure 12.1 1, 2 : Tortuosité ou flexuosité en forme de S. (1) ou de C (2). 3, 4 : Coiling ou Enroulement ou Boucle en forme de cercle, de spire (3), (4). 5 : Kinking ou plicature sténosante.

Les dolichoméga-artères

Elles doivent être distinguées des simples dolicho-artères. La dolichoméga-artère est non seulement allongée mais est aussi d'un calibre élargi. Les dolichoméga-artères appartiennent le plus souvent aux dystrophies artérielles ectasiantes (forme évolutive de l'artériomégalie, terrain de la dystrophie poly-anévrysmale), l'artère est méga avant de devenir dolichoméga.

À part sont les dolicho- puis dolichoméga-artères secondaires à un hyperdébit installé de longue date (artère alimentant une FAV ou une malformation artérioveineuse à haut débit).

Dissection [4]

La dissection résulte d'un clivage de la paroi artérielle par un hématome spontané ou secondaire à une brèche intimale. Elle survient préférentiellement en des points histologiquement vulnérables comme la carotide interne post-bulbaire ou la boucle vertébrale. Son extension en hauteur et en circonférence est très variable. On distingue les dissections sous-adventicielles ou externes évoluant vers la résorption de l'hématome ou vers une lésion anévrysmale, et les dissections sous-intimales sténosantes qui sont volontiers responsables d'accident ischémique par bas débit, de thrombose ou d'embolie. Dans l'un et l'autre cas peut être réalisé un double chenal artériel. L'image de flap intimal mobile dans la lumière est rare. (Figure 12.2)

Sténose carotide symptomatique et asymptomatique

Sténose carotide ou carotidienne ? Carotide est à la fois un nom commun féminin et un adjectif qualificatif.

Sans spécification on entend par sténoses carotides les sténoses athéromateuses intéressant la bifurcation carotide proprement dite ou les 1^{ers} centimètres de la carotide interne (bulbe carotidien, ACI post-bulbaire immédiate).

Sont exclues de ce propos les sténoses de la carotide primitive thoracique et cervicale, de l'ACI cervicale haute sous la base du crâne, les sténoses intracrâniennes (siphon carotidien, cérébrale moyenne ou sylvienne), les sténoses limitées au tronc de la carotide externe, et toutes les sténoses non athéromateuses.

Sténose carotide symptomatique

Société française neurovasculaire (ARH Île-de-France, 2001)

« La définition du caractère symptomatique ou non d'une sténose carotide (SC) est purement clinique et ne tient pas compte des infarctus silencieux détectés en imagerie cérébrale ni des HITS détectés en Doppler transcrânien. Une SC est symptomatique lorsqu'elle s'accompagne de symptômes et signes en rapport avec un accident ischémique dans le territoire carotidien homolatéral. Celui-ci peut être cérébral (hémiplegie souvent à prédominance brachiofaciale, troubles sensitifs unilatéraux également à prédominance brachiofaciale, aphasie) ou rétinien (cécité monoculaire transitoire totale ou partielle). Les symptômes vertébrobasilaires et les syndromes démentiels ne sont pas des signes d'ischémie carotidienne et sont exclus de la définition des SC symptomatiques ». Il est également sous-entendu que les autres causes d'accident ischémique cérébral (AIC), notamment cardiaques, ont été raisonnablement exclues.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 12. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-doppler cervical

473

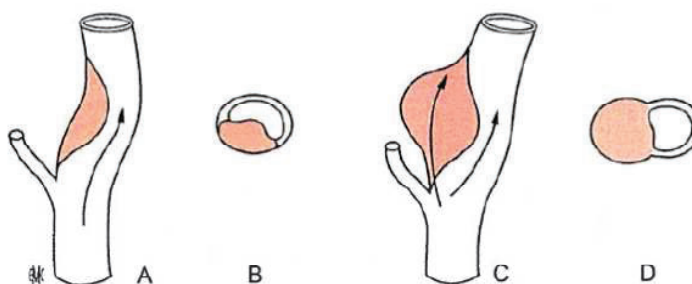


Figure 12.2 Dissections. A, B : Dissections sous-intimales. C, D : Dissections sous-adventicielles.

NASCET (N Engl J Med 1991, 1998, 2000)

SC avec antécédent(s) d'accident ischémique transitoire (AIT) ou de cécité mono-oculaire transitoire (CMOT) ou d'AIC non invalidant ipsilatéral à la sténose carotide dans les 120 jours précédents (4 mois).

ECST (Lancet 1991, 1996, 1998)

Sténose carotide avec antécédent(s) d'Accident ischémique cérébral, AIC (AIT ou AIC non invalidant) ou de CMOT ipsilatéral à la sténose carotide dans les 6 mois précédents.

VA Symptomatic Carotid Stenosis Study (JAMA 1991)

Sténose carotide avec antécédent(s) d'AIT, de CMOT ou d'AVC non invalidant ipsilatéral à la sténose carotide datant de moins de 4 mois précédents.

Sténose carotide asymptomatique

ACST (Lancet 2004)

SC n'ayant causé ni AIC ni AIT ni aucun symptôme neurologique pertinent dans les 6 mois précédents.

ACAS Study (JAMA 1995)

Patients sans antécédent cérébrovasculaire dans le territoire carotidien homolatéral ou dans le territoire vertébrobasilaire, et sans antécédent d'accident ischémique dans le territoire carotidien controlatéral dans les 45 jours précédents.

VA Asymptomatic Carotid Study (N Engl J Med 1993)

Patients sans antécédent d'infarctus cérébral.

MACE (Mayo Clin Proc 1992)

Patients sans passé d'ischémie cérébrale ou rétinienne symptomatique.

CASANOVA (Stroke 1991)

Patients asymptomatiques neurovasculaires à l'inclusion et dans ses antécédents.

Il y a donc une certaine unité dans la définition de SC symptomatique et un manque d'unité dans la définition de SC asymptomatique (qui sont en quelque sorte définies par opposition à SC symptomatique).

Ceci peut amener à distinguer les SC asymptomatiques en différentes catégories [5] :

- SC asymptomatique avec antécédent de déficit focalisé hémisphérique ou oculaire homolatéral de plus de 6 mois ;
- SC avec retentissement hémodynamique homolatéral certain (altération significative du flux sylvien, abolition de la vasoréactivité cérébrale, HITS (> 2/h), en l'absence de sténose carotide intracrânienne associée) ;
- SC asymptomatique avec séquelles ischémiques homolatérales en imagerie cérébrale ;
- SC asymptomatique avec antécédent de déficit focalisé hémisphérique controlatéral ;
- SC asymptomatique avec séméiologie non hémisphérique, non focalisée ;
- SC asymptomatique sans aucune séméiologie neurologique.

Sténose carotide pseudo-occlusive, sténose carotide pré-occlusive, préthrombose carotide

Ces termes n'ont jamais été bien définis et encore moins de façon consensuelle.

- Les termes de sténose pré-occlusive ou de pré-thrombose utilisés au début de l'exploration Doppler pour décrire un cas figure rare n'ont jamais reçus de validation dans une étude suivie, et surtout ont été totalement galvaudés depuis. Ils ne devraient plus être utilisés.
- Le terme de sténose pseudo-occlusive (pseudo-occlusion ou near-occlusion ou near total occlusion dans la littérature de langue anglaise) est plus précis... s'il est correctement utilisé dans le sens d'une sténose qui se comporte comme une oblitération complète. Hémodynamiquement et angiographiquement, ces sténoses se comportent comme une occlusion complète de l'ACI extra-crânienne très bien suppléée.
- Une autre variété de sténose hyperserrée (string stenosis) est à l'opposé de la sténose pseudo-occlusive, il s'agit de sténose hyperserrée à débit conservé en carotide commune dont quelques articles tendent à montrer qu'elles sont à haut risque.

Accident ischémique transitoire (AIT)

- Définition classique : déficit neurologique ou rétinien de survenue brutale, d'origine ischémique, correspondant à une systématisation vasculaire cérébrale ou oculaire et dont les symptômes régressent totalement en moins de 24 heures.
- Définition moderne (TIA working group NEJM 2002-HAS 2004) : un AIT est un épisode bref de dysfonction neurologique dû à une ischémie focale cérébrale ou rétinienne, dont

20

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

474 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

les symptômes cliniques durent typiquement moins d'une heure, sans preuve d'infarctus aigu à l'imagerie cérébrale.

- Rappel de la séméiologie des AIT (HAS 2004, SFNV) :
 - *symptômes évocateurs d'AIT carotide* : cécité monoculaire, trouble du langage (aphasie), troubles moteurs et/ou sensitifs unilatéraux touchant la face et/ou les membres. Ces symptômes traduisent le plus souvent une ischémie du territoire carotide mais en l'absence d'autres signes il n'est pas possible de trancher entre une atteinte carotide et vertébrobasilaire,
 - *symptômes évocateurs d'AIT vertébrobasilaire* : troubles moteurs et/ou sensitifs bilatéraux ou à bascule d'un épisode à l'autre, touchant la face et/ou les membres ; Perte de vision dans un hémichamp visuel homonyme (hémianopsie latérale homonyme) ou dans les deux hémichamps visuels homonymes (cécité corticale) ; une HLH peut être observée également dans les AIT carotides.
 - *ne sont pas évocateurs d'AIT, sauf lorsqu'ils sont associés* entre eux ou avec les symptômes précédemment décrits : vertige, diplopie, dysarthrie, troubles de la déglutition, perte de l'équilibre, troubles sensitifs isolés ne touchant qu'une partie d'un membre ou qu'une hémiface, *drop-attacks*,
 - *symptômes ne devant pas faire évoquer un AIT* : symptômes non focaux (altération de la conscience isolée, étourdissement isolé, faiblesse généralisée, confusion isolée, baisse vigilance, lipothymie, scotome scintillant, amnésie isolée, incontinence urinaire ou fécale).

Annexe 2 : bases techniques

Matériel écho-Doppler

Doppler continu

Le Doppler continu est l'outil de base pour l'éducation à la pratique des examens ultrasoniques vasculaires.

Avantages : excellente sensibilité.

Limites : mauvaise discrimination spatiale des flux, vitesses circulatoires réelles non mesurables.

Utilisation : examen de dépistage ou complémentaire de l'ED cervical.

Écho-Doppler

L'écho-Doppler (pulsé et couleur) est la technique de référence pour l'exploration des troncs supra-aortiques.

Avantages : autorise une analyse morphologique de la paroi et de la lumière du vaisseau (mode B) et une analyse simultanée en temps réel du flux selon différents modes (pulsé, couleur, énergie). L'affichage de l'angle de tir Doppler permet une mesure objective des vitesses circulatoires.

Limites : L'existence de calcifications des parois vasculaires peut être responsable d'une ombre acoustique qui masque tout signal ultrasonore en regard. La quantification précise des vitesses circulatoires nécessite d'obtenir un angle du tir Doppler $\leq 60^\circ$ et de disposer d'une fenêtre de tir (porte) recouvrant toute la lumière artérielle.

Doppler pulsé transcrânien – écho-Doppler pulsé et couleur transcrânien

Les techniques de Doppler et d'ED transcrânien sont utilisées en 2^e intention dans certaines circonstances cliniques pour compléter l'examen réalisé à l'étage cervical.

Sondes

Type(s)

L'examen ED utilise une sonde linéaire, mais il est souvent utile d'utiliser une sonde microconvexe qui permet une meilleure accessibilité à certains segments (ex. : ACI dans leur trajet cervical haut, ostiavertébraux, TABC...). Il peut être utile de recourir à l'usage d'une sonde de type abdominal (*phased array*, linéaire courbe) pour l'étude des ACI dans leur trajet cervical haut, ou pour l'étude des vaisseaux intrathoraciques en privilégiant le codage couleur des flux au détriment de l'étude morphologique en mode B.

Fréquence(s)

Doppler continu : La fréquence de la sonde doit être comprise entre 4 et 5 MHz.

Écho-Doppler pulsé et couleur cervical : la fréquence de la sonde en mode Doppler doit être ≥ 4 MHz. La fréquence de la sonde en mode B doit être ≥ 5 MHz.

Modalités d'utilisation des technologies ED

Techniques principales

- Échographie mode B : analyse morphologique des parois et de la lumière artérielle.
- Doppler continu : dépistage en 1^{re} intention ou en complément de l'examen ED en cas de difficultés techniques liées à la localisation de la lésion, ou à l'existence de calcifications, ou en cas de sténose hyperserrée.
- Doppler pulsé : analyse du spectre Doppler et quantification des vitesses circulatoires.
- Doppler couleur : repérage des zones d'accélération et de turbulences du flux sanguin et repérage de l'orientation précise du jet de la sténose.
- Doppler énergie : planimétrie du flux circulant (angiographie ultrasonore).

Techniques complémentaires

- Échographie TM : analyse de la pulsatilité artérielle.
- Mode panoramique : reconstruction d'images bidimensionnelle à partir du signal échographique/Doppler de base.
- Mode 3D : reconstruction d'images tridimensionnelle à partir du signal échographique/Doppler de base.
- Agents de contraste ultrasonore : optimisation d'un signal Doppler de base insuffisant.

Réglages écho-Doppler

Il est toujours nécessaire de vérifier que les réglages soient appropriés, en particulier :

- en mode B :
 - la profondeur et la focalisation doivent être ajustées à la situation anatomique du vaisseau,
 - le gain et la dynamique doivent être ajustés à l'échogénicité des tissus à examiner ;
- en mode Doppler pulsé :
 - l'échelle de vitesse doit être ajustée aux vitesses systoliques maximales de l'artère explorée (normal ou patho.),
 - la taille du volume de mesure (la largeur de la porte) doit être ajustée au diamètre du vaisseau examiné (2/3 médian), l'angle du tir Doppler par rapport à l'axe

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 12. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-doppler cervical

475

du flux doit être $\leq 60^\circ$. La correction d'angle éventuelle doit impérativement être affichée ;

- en mode couleur :
 - le réglage du gain, de la priorité et de la persistance permet l'obtention d'une meilleure image couleur,
 - l'échelle de vitesse, le gain et la persistance doivent être ajustés au spectre des vitesses de l'artère explorée de façon à éviter les phénomènes d'aliasing et d'overpainting.

Annexe 3 : bases anatomiques

L'artère vertébrale offre beaucoup de variations importantes à garder en mémoire avant de déclarer une vertébrale comme anormale et à prendre en compte dans l'analyse des hémodétournements au profit de l'artère sous-clavière.

Calibre = constant tout au long du trajet, moyenne : 4,5 mm (2 à 7 mm).

Asymétrie, souvent franche : 60 à 70 % des cas ($G_a > D_r \approx 40\%$; $D_r > G_a \approx 25\%$).

Hypoplasie (< 2 mm) : Droite : 6 à 11 %, Gauche : 4 à 8 %, Bilatérale : 1 %.

Atrésie (V. hypoplasique se terminant sans confluence vertébrobasilaire) : $\approx 6\%$ ($D_r = G_a$).

Origine (V0) : 3 fois sur 4 postérieure/ASC. La Vert. gauche naît de la crosse aortique dans 8 à 38 % des séries.

Segment prétransversaire (V1) : trajet classiquement rectiligne oblique en AR et en DD, en fait fréquemment tortueux ++ âge, athérosclérose).

Segment transversaire (V2) : pénétration à hauteur variable dans le canal transversaire : en C5 : 5 à 7 % des cas, en C6 : 90 %, en C7 : 2 à 4 %, en C4 et C3 : $< 1\%$. Rapports étroits avec la veine vertébrale.

Segment atloïdo-axoïdien (V3) : en Z, de C3-C2 à la dure-mère.

Segment intracrânien (V4) : de la dure-mère au trou occipital.

Les caractéristiques écho-Doppler sont détaillées ci-dessous (Figure 12.3)

Vertébrale, V2: Valeurs Normales

PSV (cm/sec)		EDV (cm/sec)		I.Vi		TAV cm/sec	
moy	1 ds	moy	1 ds	moy	1 ds	moy	1 ds
51	11	18	4	0.64	0.08	19	4

Calibre, mm		Débit, ml/min		Débit (2 vert.)		Hypoplasie
moy	1 ds	moy	1 ds	moy	1 ds	Calibre < 2.2 mm
3.2	0.6	89	33	178	50	Débit < 30 ml/min

Compilation littérature
 Trattnig S. (Stroke 1990)
 Schöning M. (Stroke, 1994)
 Seidel E. (Stroke, 1999)
 Scheel P. (Ultrasound in Med & Biol, 2000)
 Jeng J.S. (Ultrasound in Med & Biol, 2004)

715 sujets normaux - Age moyen: 53 ans (± 13) - $D_r + G_a - H + F$

Figure 12.3 Caractéristiques écho-Doppler de l'artère vertébrale en V2.

Annexe 4 : descriptif lésionnel des sténoses

Quantification de la sténose carotide (planimétrie échographique, artériographique)

En médecine, l'artériographie conventionnelle a imposé la quantification des sténoses en pourcentage de réduction de diamètre luminal [(D-d)/D] où d est le plus petit diamètre luminal au niveau de la sténose sur une artériographie au moins biplan, D est le diamètre luminal normal correspondant. Jusque fin des années 1980, on ne s'est pas trop soucié du calibre de référence, la réduction de calibre était appréciée *in situ*.

Les deux grandes études, NASCET la nord-américaine (NEJM 1991), et ECST, l'europpéenne (Lancet, 1991), ont imposé chacune un mode calcul standard qui fait maintenant autorité même s'il est discutable (Tableau 12.1) :

- NASCET fait référence au diamètre luminal régulier de la carotide interne en aval de la sténose ;
- ECST fait référence au plus grand diamètre luminal du bulbe carotidien.

Le calcul en mode ECST est pénalisé par la forme variable d'un individu à l'autre du bulbe carotidien. En artériographie, son appréciation est plus ou moins subjective sur la base d'une forme piriforme théorique. En échographie la mesure est le plus souvent aisée et précise sauf en cas de tortuosité majeure de la bifurcation.

Le calcul en mode NASCET est pénalisé par la fréquence des tortuosités de la carotide interne post-bulbaire et par la réduction possible de calibre de l'artère en aval des sténoses serrées. En artériographie, la mesure est le plus souvent aisée, voire automatisable. En échographie, on n'a pas toujours un bon accès à un segment idoine de carotide interne post-bulbaire. La puissance de l'imagerie radiologique et des revues nord-américaines, le besoin d'uniformiser les pratiques, tendent à imposer le mode NASCET.

Le mode le plus reproductible de calcul du degré de sténose en planimétrie est malheureusement le moins répandu. Il s'agit du mode CC ou CCA qui fait référence au calibre régulier de la carotide commune (Figure 12.4).

Tableau 12.1 Correspondances usuelles entre évaluations nord-américaine (NASCET-ACAS) et européenne (ECST) du mode de calcul d'une sténose carotidienne

NASCET	ECST
30 %	65 %
40 %	70 %
50 %	75 %
60 %	80 %
70 %	85 %
80 %	91 %
90 %	97 %

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

476 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

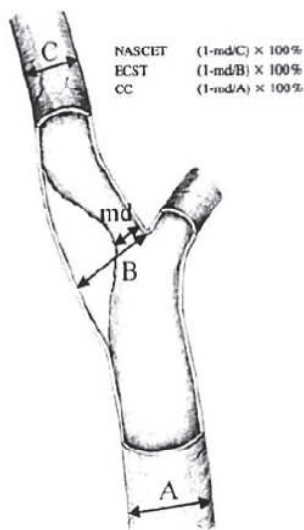


Figure 12.4 Sténose carotide interne, critères NASCET et ECST. D'après Staikov, Stroke J Neurol 2000.

Quel que soit le mode de calcul du degré de sténose en échographie :

- on prendra soin de mesurer le diamètre de référence en coupe transversale perpendiculaire à l'axe de l'artère, en prenant le diamètre intima-intima ;
- on n'oubliera pas que toutes les études validant les indications thérapeutiques sont basées sur une évaluation du degré de sténose en réduction de diamètre et non pas en réduction de section ;
- on indiquera systématiquement et clairement le mode de calcul adopté (NASCET ou ECST).

Quantification de la sténose carotide (vélocimétrie), courbe de Spencer

L'atout majeur de l'ED pulsé couleur est l'appréciation hémodynamique du degré de sténose qui en fait, sous réserve d'une méthodologie rigoureuse, constitue probablement le mode le plus précis d'évaluation des sténoses.

L'angle de tir Doppler doit être $\leq 60^\circ$, le vecteur vitesse doit être orienté dans le sens du flux, la porte Doppler doit être placée aux 2/3 médians de l'artère. En cas de sténose, la sténose est précisée en Doppler couleur (couleurs vraies), la zone de sténose est balayée en Doppler pulsé pour repérer le maximum de vitesse (en principe au sortir immédiat de la sténose).

La vélocimétrie en matière d'artères carotides et vertébrales fait appel à 4 paramètres de vitesse : le pic de vitesse systolique (PSV=Peak systolic Velocity), la vitesse télédiastolique maxima (EDV= End Diastolic Velocity), et les rapports de vitesses systoliques maxima au sortir immédiat d'une sténose sur les vitesses systoliques maxima en zone saine en amont de la sténose, ici sur la carotide commune : rapport de vitesses systoliques (SVR=Systolic Velocity Ratio=PSV-sténose/PSV-acc - DVR=Diastolic Velocity Ratio=EDV-sténose/EDV-acc). (Figure 12.5)

La vitesse moyenne est un autre paramètre de vitesse est utilisé pour le calcul de l'index de pulsatilité de Gosling et pour le calcul de débit. Il faut faire attention au fait qu'il existe 2 types de vitesse moyenne, la moyenne des vitesses maxima (TAMX=Time-Averaged Maximum velocity) et la moyenne des vitesses (TAV=Time-Averaged Velocity). TAMX est utilisée pour le calcul de l'index de pulsatilité, TAV est utilisée pour le calcul de débit.

Les vitesses normales en carotide commune et en carotide interne ainsi que l'index de Pourcelot figurent dans le tableau 12.2. Ces vitesses sont normalement symétriques ou à peu près symétriques entre côtés droit et gauche (moins de 15 % de différence). Les vitesses sont plus élevées chez l'adulte jeune (et encore plus chez l'enfant) que chez le sujet de plus de 40 ans.

Les vitesses croissent de façon exponentielle dès lors que la réduction de calibre est significative jusqu'à un point critique à partir duquel elles diminuent. La courbe de vitesse transténotique de Spencer (1979) est le graphique fondamental établissant les relations entre sténose, vitesse et débit. Au vu de ce graphique, il est clair qu'une même vitesse peut correspondre à deux degrés de sténose très différents. Les particularités de la circulation cérébrale (à faible résistance à l'écoulement) font que l'on dispose de 2 paramètres de vitesse, le pic de vitesse systolique maximale (PSV) et la vitesse télédiastolique maximale (EDV), qui vont permettre de pallier cette dualité (Figure 12.6).

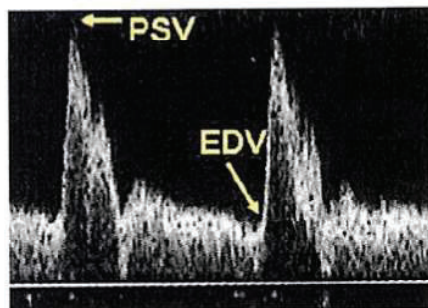


Figure 12.5 Mesure des vitesses systolique et diastolique sur la carotide interne.

Tableau 12.2 Valeurs normales en carotide commune et carotide interne*

	PSV**	EDV**	TAMX**	I.Vi**
Sujets 40-59 ans (n = 24)				
ACC	89 ± 17	26 ± 5	42 ± 7	0.71 ± 0.05
ACI	65 ± 10	26 ± 5	38 ± 6	0.60 ± 0.06
Sujets 60-85 ans (n = 30)				
ACC	81 ± 21	20 ± 7	36 ± 10	0.76 ± 0.05
ACI	58 ± 11	20 ± 5	33 ± 8	0.66 ± 0.05

* D'après Scheel P, Ruge C, Schöning M. Flow velocity and flow volume measurements in the extracranial carotid and vertebral arteries in healthy adults: reference data and the effects of age. Ultrasound Med Biol 2000; 26(8): 1261-6.

** PSV = Peak Systolic Velocity - EDV = End Diastolic Velocity (cm/sec). TAMX = Time-Averaged Maximum Velocity (moyenne des vitesses max). I.Vi = Index de Pourcelot.

Tableau 12.3 Critères vélocimétriques (Bluth)*

Mesure de la sténose en réduction de diamètre au maximum de la sténose

Sténose (diamètre)	PSV** (cm/sec)	SVR**	EDV** (cm/sec)	DVR**
< 40%	< 110	< 1,8	< 40	< 2,4
40-59%	< 130	< 1,8	40	< 2,4
60-79%	> 130	> 1,8	> 40	> 2,5
80-99%	> 250	> 3,7	> 100	> 5,5

* D'après Bluth E, et al. Carotid duplex sonography : a multicenter recommendation for standardized imaging and Doppler criteria. *Radiographics* 1988; 8(3) : 487-506.

** PSV = Peak Systolic Velocity – SVR = Systolic Velocity Ratio. EDV = End Diastolic Velocity – DVR = Diastolic Velocity Ratio.

Tableau 12.4 Sténose carotidienne, critères vélocimétriques*

	Paramètres primaires		Paramètres additionnels	
Degré de sténose	ICA PSV (cm/sec)	Plaque estimate (%)**	ICA/CCA PSV	ICA EDV (cm/sec)
Normal	< 125	None	< 2,0	< 40
< 50	< 125	< 50	< 2,0	< 40
50-69	125-230	≥ 50	2,0-4,0	40-100
≥ 70 mais pseudo-occlusion	> 230	≥ 50	> 4,0	> 100
Pseudo-occlusion	Haute, basse ou indétectable	Visible	Variable	Variable
Total occlusion	Indétectable	Visible, pas de lumière détectable	Non applicable	Non applicable

* D'après Grant EG, et al. Carotid artery stenosis : gray-scale and Doppler US diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology* 2003; 229(2) : 340-6.

** Plaque estimate (diameter reduction) with gray-scale and color Doppler US.

Différentes abaques de vitesses ont été proposées et sont régulièrement discutées et améliorées. L'une des premières est l'abaque de Bluth qui a l'avantage de se rapporter à la réduction de calibre *in situ*, l'une des dernières est celle du consensus de San Francisco 2002 qui fait essentiellement référence au mode NASCET encore que cela ne soit pas formellement précisé.

Nous encourageons vivement à combiner les 4 critères de vitesses pour évaluer au mieux une sténose carotidienne. Outre l'intérêt de l'association PSV et EDV découlant de la courbe de Spencer, les rapports de vitesses permettent de se prémunir d'erreurs grossières en cas de valvulopathie aortique, de FE basse, de sténose serrée ou d'occlusion controlatérale ou de résistances périphériques très élevées.

Carpenter a montré que c'est seulement en combinant les 4 critères que l'on atteint 100% de fiabilité.

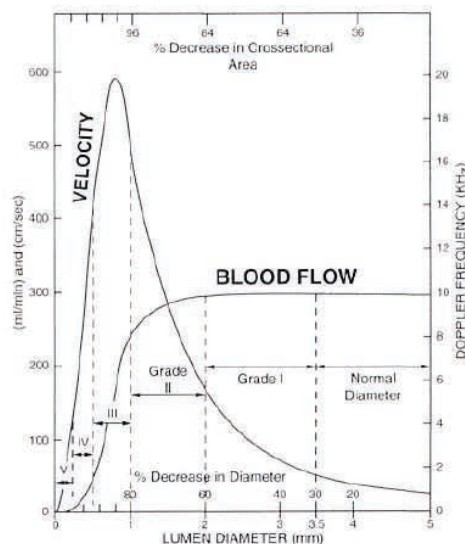


Figure 12.6 D'après Spencer, Stroke 1979.

Il est apparu récemment qu'il faut peut-être utiliser des échelles différentes chez l'homme et la femme (Figure 12.7).

Caractérisation échographique : échogénicité (échodensité, échostructure), surface luminale

La caractérisation de la plaque se fait en coupe longitudinale et transversale en ayant au préalable veillé au bon réglage des gains, à l'angulation du faisceau ultrasonore par rapport à l'artère étudiée (90° en mode B, < 60° en mode couleur), à la focalisation en profondeur sur l'artère étudiée.

L'échogénicité d'une sténose est définie en mode B en termes d'échodensité (anéchoïque, hypoéchogène, isoéchogène, hyperéchogène) et d'échostructure (homogène ou hétérogène).

L'échodensité s'apprécie visuellement par rapport au sang circulant normal (anéchoïque), par rapport aux muscles adjacents (isoéchogène), par rapport aux vertèbres ou aux calcifications (hyperéchogène). Une façon simple de régler les gains est de faire en sorte que le sang circulant normal apparaisse parfaitement noir et sans écho.

La classification de Gray-Weale (1988) et Geroulakos (1993) distingue les lésions en 5 types :

- type 1 : uniformément anéchogène, moins de 15 % d'échos intenses;
- type 2 : essentiellement an- et/ou hypoéchogène hétérogène, 15 à 50 % d'échos intenses;
- type 3 : essentiellement iso- et/ou hyperéchogène hétérogène, > 50 % d'échos intenses;
- type 4 : uniformément iso- ou hyperéchogène;
- type 5 : lésion trop calcifiée pour être classée autrement.

Cette appréciation visuelle a des limites certaines, notamment dans l'appréciation de l'hypoéchogénicité. Des techniques de normalisation de la plaque et d'analyse numérique

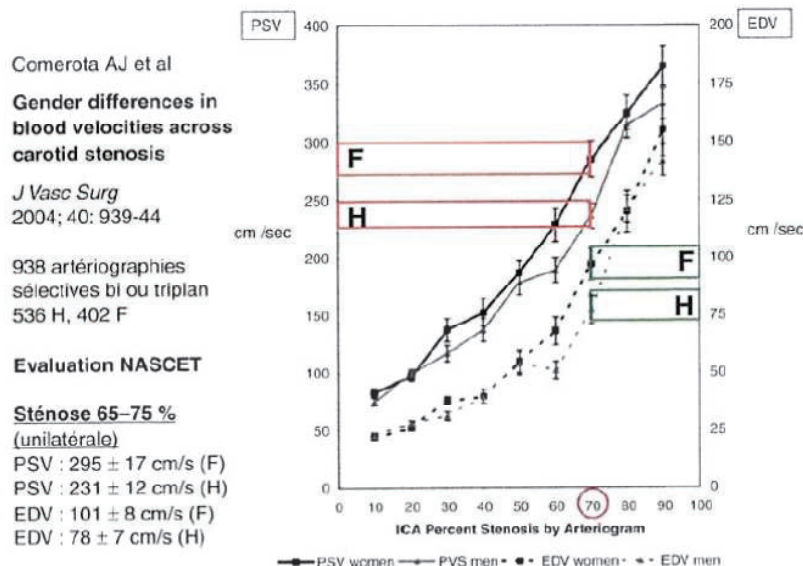


Figure 12.7 Différences de vitesse en regard d'une sténose de la carotide interne en fonction du sexe.

ont été développées dans lesquelles l'échodensité peut être définie par la médiane de l'histogramme des niveaux de gris (GSM) et l'échostructure par le coefficient de variation ou l'écart-type de la dispersion.

L'échogénéicité de la sténose se corrèle plus ou moins bien avec sa composition, mais il faut se garder de faire de l'histologie en échographie (une même sténose anéchogène ou hypoéchogène peut être le fait d'un thrombus sur plaque ou d'une sténose purement lipidique).

La surface de la plaque est étudiée en ajoutant le codage couleur du flux réglé de telle manière qu'il dessine au mieux la surface luminale de l'artère (le mode puissance est ici particulièrement intéressant). Là aussi il faut se garder de faire de l'anatomopathologie.

La surface luminale de la sténose est décrite comme :

- régulière lisse;
- irrégulière avec des variations de contours < 2 mm;
- irrégulière avec des variations marquées de contour > 2 mm;
- item non appréciable (trop serrée, trop calcifiée...).

Les sténoses irrégulières avec des variations marquées de contour d'allure cratériiforme à l'image peuvent être le fait d'un ulcère macroscopique mais il peut tout aussi bien s'agir de lésion irrégulière lisse.

Annexe 5 : spécificités méthodologiques

Examen ED en vue de la décision et de la réalisation d'un traitement chirurgical d'une sténose carotide sans bilan artériographie complémentaire

Il est indispensable :

- de vérifier la qualité des vaisseaux intracrâniens par la réalisation d'un ED transcrânien;

- de documenter toutes les informations nécessaires à la réalisation technique du geste opératoire et en particulier :

- la hauteur de la bifurcation carotidienne,
- la longueur de la sténose,
- l'existence d'une boucle ou plicature carotidienne,
- l'extension de la plaque à la carotide commune,
- de vérifier le cas échéant l'existence et la qualité d'un greffon saphène.

Examen ED réalisé dans le cadre des occlusions hémodynamiques de l'origine de la carotide interne

Il peut être difficile de distinguer par écho-Doppler une occlusion complète d'une sténose pseudo-occlusive ou d'une sténose hyper serrée où le chenal circulant résiduel peut être difficile à enregistrer en écho-Doppler couleur avec un flux difficile à enregistrer en écho-Doppler pulsé.

- la recherche du flux résiduel peut être optimisée par l'usage du Doppler continu (sonde 4, voire 8 MHz);
- la visualisation du chenal circulant résiduel en écho-Doppler couleur est sensibilisée par l'optimisation des réglages (abaissement de la PRF, abaissement du seuil de filtrage, augmentation de la sensibilité, de la priorité à la couleur...), par le recours au mode énergie, par l'usage de produits de contraste ultrasonores.

Examen ED réalisé dans le cadre des dysplasies fibromusculaires et des dissections carotides

Ces lésions concernent le plus souvent le segment cervical haut des axes carotidiens et en conséquence, un examen ED

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 12. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-doppler cervical

479

ciblé sur la bifurcation carotidienne peut se révéler faussement négatif :

- l'exploration du flux ACI dans leur segment cervical haut peut être optimisée par l'utilisation d'une sonde de type abdominal (*phased array*, linéaire courbe) et si besoin par l'usage de produits de contraste ultrasonores ;
- une sténose ACI cervicale haute peut être mise en évidence par Doppler continu en utilisant la voie intrabuccale ;
- dans tous les cas l'exploration ED doit être complétée par une analyse par ED transcrânien du flux de la carotide interne intracrânienne.

Particularités méthodologiques de l'examen ED réalisé dans le cadre d'un AVC ou AIT sans lésion de la carotide cervicale

La recherche de lésions doit être étendue à l'étage intracrânien (ED transcrânien), voire aux troncs supra-aortiques dans leur segment proximal (CPG, TABC) dont l'exploration pourra être optimisée par l'utilisation d'une sonde de type abdominal (*phased array*, linéaire courbe) et si besoin par l'usage de produits de contraste ultrasonores.

Particularités méthodologiques de l'examen ED réalisé dans le cadre d'une communication artérioveineuse cervicale ou intracrânienne

Les CAV sont caractérisées sur le plan hémodynamique par des signes directs (vitesses élevées et turbulences) au niveau de la CAV et par des signes indirects avec un hyperdébit au niveau du ou des pédicules d'alimentations, et aussi au niveau du système veineux de drainage.

L'examen ED dans ce cadre doit comprendre une mesure comparative (vitesses, IR, débits) droite/gauche de tous les pédicules artériels potentiellement impliqués ainsi que l'étude des flux veineux correspondants.

Références

- [1] Touboul PJ, Hennerici MG, Mearns S, et al. Mannheim Carotid Intima-Media Thickness Consensus (2004–2006). *Cerebrovasc Dis* 2007 ; 23 : 75–80.
- [2] Bollinger A, Breddin K, Hess H, et al. Semi-quantitative assessment of lower limb atherosclerosis from routine angiographic images. *Atherosclerosis* 1981 ; 38 : 339–46.
- [3] André JM. Les dysplasies vasculaires systématisées. L'Expansion Ed ; 1973.
- [4] D'après d'Anglejan. *Rev Prat* 1991 ; (n° 154) du 11/11/1991.
- [5] Becker F. Concept de sténoses carotides asymptomatiques à surrisque neurovasculaire. *Ann Cardiol Angeiol* 2004 ; 53(1) : 34–7.

Chapitre 11

Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler artériel des membres inférieurs en médecine vasculaire

F. Becker, F. Luizy(†), J.-M. Baud, O. Pichot, pour la SFMV

PLAN DU CHAPITRE

Historique et méthodologie	446	Installation du patient	
Ces examens doivent répondre		et de l'examineur	452
à deux exigences	446	Réglages ED	452
Objectifs des SQ	446	Vaisseaux à explorer	452
Thématiques des SQ	446	Méthodologie de l'examen ED	454
Niveaux d'examens	447	Compte rendu d'examen	455
Examen de niveau 1	447	Renseignements administratifs	455
Examen de niveau 2		Renseignements médicaux	455
(examen standard de référence)	447	Description de l'examen	
Examen de niveau 3	447	echo-doppler et de ses limites	
Indications, objectifs	448	eventuelles	455
Examen en situation chronique	448	Synthèse diagnostique	455
Examen en semi-urgence		Iconographie	455
ou en urgence	449	Assurance qualité	455
Cas particuliers	450	Formation et pratique	455
Technique et méthodologie :		Procédures générales	
mesure de l'IPSc	451	d'évaluations	455
Règles de base	451	Autoévaluation de la qualité	
Quelles artères choisir pour		de l'examen ED réalisé	
le calcul de l'IPSc?	451	chez un patient donné	455
Limites et causes d'erreur	452	Annexes	455
Technique et méthodologie :		Annexe 1 : glossaire commenté	455
ED standard (niveau 2)	452	Annexe 2 : bases techniques	463

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

446 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Résumé

Principes généraux des standards de qualité de la Société française de médecine vasculaire pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler en médecine vasculaire

Ces examens doivent répondre à deux exigences : l'une de savoir-faire technique (connaissance de l'outil, respect des méthodologies), l'autre de savoir-faire médical (adaptation du niveau de pratique à l'indication de l'examen et au but poursuivi, interprétation et analyse critique des résultats).

Objectifs des standards de qualité

- Décrire un niveau optimal d'examen et ses modulations en fonction des indications,
- Homogénéiser les pratiques, les méthodologies, les langages, l'expression des résultats,
- Donner des repères de bonne pratique et promouvoir une démarche qualité.

Thématiques des standards de qualité

- Les niveaux d'examen [1-3] ; les indications et les objectifs,
 - L'examen diagnostique standard de référence (niveau 2), ses variantes d'examen en fonction des indications,
 - Le contenu minimal du rapport d'examen, le courrier de synthèse médicale et l'iconographie,
 - Glossaire commenté (bases anatomiques, hémodynamiques et séméiologiques).
 - Bases techniques et réglages des machines.
- Nous discutons ici des diverses modalités d'utilisation du Doppler continu et de l'écho-Doppler pulsé couleur dans l'évaluation des artères de membres inférieurs.

categorization, lack of indices for gauging the severity of the disease or the presence of risk factors capable of affecting outcome, and varying criteria for success or failure in essence, a lack of standardized reporting practices.")

Le présent document est le fruit d'un long travail entrepris depuis mars 2005 quand la Société française de médecine vasculaire (SFMV) s'est dotée d'une vice-présidence dévolue à la démarche qualité (Standards qualité pour la pratique (SQ), recommandations). Une première réunion de réflexion a réuni une vingtaine de praticiens hospitalo-universitaires, hospitaliers et libéraux début mai 2005. Une première formulation des SQ (argumentaire et plan général de rédaction, application à l'examen Doppler et écho-Doppler des artères cervicales) a été présentée lors du Congrès SFMV de Bordeaux (sept. 2005). Deux principes clés ont été admis :

- la déclinaison de la pratique en fonction de niveaux d'examen définis par l'indication ;
- l'adjonction d'un glossaire détaillé des termes médicaux et techniques.

Un groupe de travail restreint a été constitué pour l'élaboration de deux premiers SQ (Doppler et écho-Doppler des artères cervicales, Doppler et écho-Doppler des artères des membres inférieurs). La procédure, le contenu et le langage ont été présentés et discutés lors de communication orale suivie de débat au cours de chacun des congrès ultérieurs de la SFMV.

Les principes généraux retenus pour la rédaction de chaque SQ SFMV pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler en médecine vasculaire ont été les suivants.

Ces examens doivent répondre à deux exigences

- Une exigence de savoir-faire technique (connaissance de l'outil, respect des méthodologies).
- Une exigence de savoir-faire médical (adaptation du niveau de pratique à l'indication de l'examen et au but poursuivi, interprétation et analyse critique des résultats).

Objectifs des SQ

- Décrire un niveau optimal d'examen et ses modulations en fonction des indications.
- Homogénéiser les pratiques, les méthodologies, les langages, l'expression des résultats.
- Donner des repères de bonne pratique et promouvoir une démarche qualité.

Thématiques des SQ

- Les niveaux d'examen (niveaux 1, 2, et 3).
- Les indications et les problèmes à résoudre.
- L'examen diagnostique standard de référence (niveau 2), ses variantes d'examen en fonction des indications.
- Le contenu minimal du rapport d'examen, le courrier de synthèse médicale et l'iconographie.
- Une annexe comportant glossaire et bases techniques, anatomiques et hémodynamiques.

NB : le numéro^o en exposant indique le paragraphe correspondant du glossaire, de la sous-partie 11.8, Annexes.

Historique et méthodologie

Les notions de standards (normes), de standards qualité, de démarche qualité sont apparues dans le monde industriel, essentiellement au décours de la Seconde Guerre mondiale. Dans le monde médical, ces notions sont apparues bien plus tardivement et ont concerné d'abord les laboratoires d'analyse. Il est difficile de trouver une définition précise de « standards de qualité » spécifique aux activités médicales, à défaut on peut retenir la définition non spécifique donnée par l'ISO (*International Organization for Standardization*) « Document établi par consensus qui fournit, pour des usages communs et répétés, des règles, des lignes directrices ou des caractéristiques, pour des activités ou leurs résultats garantissant un niveau d'ordre optimal dans un contexte donné » [1]. Le premier standard de qualité en pathologie vasculaire est, à notre connaissance, le document publié sous l'autorité de R.B Rutherford en 1986 et consacré à l'ischémie des membres inférieurs [2]. Ce texte insistait d'entrée sur la précision et le respect du vocabulaire. (*"Reports in the vascular surgery literature are often difficult to assess and compare with each other because of poorly defined terms, imprecise*

En mars 2008 une séance plénière de 4 heures de la SFMV lors du Congrès du Collège français de pathologie vasculaire a été consacrée à la présentation et à la discussion du travail accompli (principe général, SQ en cours). Deux séminaires de rédaction en groupe de travail restreint (FB, FL, JMB, OP) ont été ensuite consacrés aux SQ : « Artères des membres inférieurs » et « Artères cervicales ». Le fruit de ce travail a été publié en version préliminaire dans le journal interne de la SFMV ([*Lettre de médecine vasculaire* n° 3 mai 2008 (Rédacteurs FB, OP)] et n° 11 juin 2010 (Rédacteurs FB et FL) pour information et critiques éventuelles. Une dernière présentation orale a été faite lors du Congrès SFMV de septembre 2010. Ce document est la version finale du SQ « Artères membres inférieurs » tenant compte des diverses remarques exprimées (cf. Remerciements).

Niveaux d'examens

Appliquer le même protocole d'examen quelle que soit l'indication contrevient à la bonne gestion du temps et de l'information. Le niveau d'examen ne qualifie pas la compétence technique de l'examineur, mais le niveau de complexité de l'examen à réaliser face à telle ou telle problématique clinique. Comme on gère la stratégie diagnostique et thérapeutique à partir de trois niveaux de probabilité clinique d'existence de la maladie (faible, intermédiaire, élevée), on peut distinguer la complexité des examens écho-Doppler (ED) en 3 niveaux en fonction du ou des objectifs à atteindre et de la symptomatologie clinique. Ceci implique que l'examen clinique soit un préalable à tout examen instrumental.

Examen de niveau 1

Il s'agit d'un examen ciblé, limité à la réponse, le plus souvent binaire, à une question simple et directe. Le type en est l'examen de dépistage tel que la recherche d'une artériopathie oblitérante de membre inférieur (AOMI) chez un patient asymptomatique à risque, le dépistage ciblé ou opportuniste d'un anévrisme de l'aorte abdominale¹ [3], le contrôle post-opératoire précoce systématique, la suspicion de faux anévrisme post-KT...

Examen de niveau 2 (examen standard de référence)

Il correspond à l'examen standard du patient avec AOMI symptomatique ou présentant des anomalies d'examen qu'il importe de préciser (ex. : patient asymptomatique mais avec pouls fémoral faible ou absent ou souffle fémoral strident). Son objectif est un descriptif lésionnel définissant au moins le ou les étages les plus atteints (étage proximal aorto-iliaque, médial fémoropoplité¹⁵, ou distal jambier) et précisant les zones clés¹⁶. Son étendue est modulée par la symptomatologie, par l'objectif thérapeutique *a priori* et par les lésions

découvertes. Par exemple on ne détaillera pas les lésions du patient présentant une claudication large de traitement médical (hors recherche de lésion menaçante à la bifurcation fémorale¹²), mais chez un patient accusant une claudication franche évocatrice de sténose iliaque un examen iliofémoral de repos normal devra être complété par un examen iliofémoral avec test d'hyperémie. La description des lésions principales est faite en fonction de l'anatomie chirurgicale.

En d'autres termes, en niveau 2, l'anamnèse et l'examen clinique ont déterminé la probabilité du siège des lésions et du mode de traitement, l'examen ED cadre le tableau lésionnel de l'AOMI et répond en priorité aux questions soulevées par l'évaluation clinique.

Examen de niveau 3

Il s'agit d'un examen complet suffisamment détaillé, précis et fiable pour pouvoir dispenser de tout autre examen artériographique de même intérêt dans un but de confirmation ou de documentation des données ED, ou pour pouvoir être confronté d'égal à égal à un examen artériographique discordant. Son objectif est un bilan lésionnel et hémodynamique exhaustif utilisant toute l'expertise de l'examineur dans une indication donnée spécifique.

L'utilisation exhaustive du Doppler Puissance (Doppler énergie) couplée à la vélocimétrie en Doppler pulsé permet de réaliser un examen de très haute précision, en situation chronique ou aiguë, répondant au concept d'artériographie ultrasonique fonctionnelle décrit par Ascher *et al.* [4, 5].

Plusieurs équipes de par le monde ont montré que (sous réserve d'un matériel performant, d'une méthodologie rigoureuse et d'une logique anatomo-hémodynamico-clinique claire de la part de l'examineur, d'une confiance mutuelle médecin-chirurgien), l'ED couleur et pulsé peut suffire, dans la grande majorité des situations, à gérer un cas ou à intervenir sans artériographie préalable. Il est aussi assez précis pour réaliser un geste endovasculaire sous guidage ED.

Points clés dans l'examen artériel des membres inférieurs

1. L'arbre artériel des membres inférieurs est long, le plus long explorable dans sa totalité, de l'aorte sous-rénale aux artères du pied (environ 60 % de la taille du patient).
2. Il se compose schématiquement d'axes de passage (axes iliaque et fémoropoplité), de troncs de distribution pour les muscles de la fesse (artère iliaque interne), de la cuisse (artère fémorale profonde) et du mollet (artères surales ou jumelles), et d'un lit d'aval (artères de jambe et du pied).
3. Les artères iliaque interne et fémorale profonde et leurs réseaux connexes (artères lombaires, cercle péri-articulaire de hanche, artère descendante du genou et cercle péri-articulaire du genou) sont les voies de suppléance princeps des segments de l'axe iliofémoropoplité.
4. Les dysgénésies d'artère jambière sont fréquentes (environ 10 %). L'aptitude de chacune de ces artères à irriguer le pied est la clé de voûte de sa valeur fonctionnelle.
5. L'effet d'une sténose est fonction du flux qui la traverse et donc du débit en amont. Le débit d'un membre inférieur variant avec son degré d'activité, une sténose peut être muette en débit de repos et s'exprimer en débit d'effort.

* Le mot dépistage n'a pas exactement le même sens en Santé publique et en Pratique quotidienne. On entend ici dépistage ciblé ou opportuniste, diagnostic précoce.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

448 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

6. La compliance artérielle diminue et l'athérosclérose fémoropoplité croît avec l'âge au-delà de la soixantaine. Ainsi, une sténose serrée courte (particulièrement en iliaque commune) peut passer inaperçue chez un patient jeune, des plaques étagées de l'axe fémoropoplité peuvent être banales chez un sujet âgé.
7. La vasomotricité cutanée et musculaire est un moyen important de l'adaptation au travail musculaire et à la perte de charge. En chronique, la conservation de la chaleur cutanée distale peut être trompeuse.
8. Chez le patient très âgé, diabétique ou insuffisant rénal terminal toujours envisager l'hypothèse d'une médiacalcosse jambière dans l'interprétation d'un index de pression systolique à la cheville.
9. Ne pas confondre athérosclérose pariétale non sténosante et artériopathie chronique oblitérante des membres inférieurs.

Indications, objectifs

Examen en situation chronique

Examen de dépistage

Examen réalisé chez un sujet avec facteur(s) de risque d'athérosclérose (FR) sans symptôme ni signe d'AOMI ou face à un sujet asymptomatique présentant des signes évocateurs d'AOMI.

Il s'agit là de porter un diagnostic positif d'AOMI (examen de niveau 1 : réponse binaire, il y a ou il n'y a pas). La probabilité d'une AOMI augmente avec l'existence de signes cliniques (pouls distaux mal perçus ou absents, souffle systolique iliaque ou fémoral...).

La mesure de l'index de pression systolique à la cheville (IPSc), couplée à l'analyse du signal Doppler des artères jambières à la cheville, est le socle de cet examen (cf. encadré « Index de pression systolique à la cheville »).

En épidémiologie on considère un IPSc < 0,90 pour le diagnostic d'AOMI. En pratique clinique chez le patient asymptomatique, le diagnostic d'AOMI est basé sur un IPSc < 0,90 ou un signal artériel Doppler anormal (monophasique voire biphasique) à la cheville, l'exclusion d'une AOMI est basée sur l'association d'un IPSc > 0,90 et d'un signal Doppler normal, triphasique, à la cheville.

Au plan de la médecine factuelle, chez le sujet asymptomatique, cet examen s'inscrit dans la stratification du risque cardiovasculaire¹⁰, il se suffit à lui-même et n'implique pas le recours systématique à un ED complémentaire. Chez le patient présentant une symptomatologie évocatrice d'AOMI, la mesure de l'IPSc est un élément de l'examen ultrasonique.

Index de pression systolique à la cheville (IPSc) et diagnostic d'AOMI

Valeurs normales de l'IPSc (moyenne $\pm$ 1 ds) : $1,10 \pm 0,10$.
 Seuils d'anormalité : < 0,90 pour insuffisance artérielle, > 1,40 pour médiacalcosse avérée.

Dépistage, Diagnostic précoce d'AOMI (patient asymptomatique aux membres inférieurs)

- IPSc > 0,90 + signaux Doppler à la cheville normaux : AOMI exclue.
- IPSc > 1,50 + signaux Doppler à la cheville normaux : Médiacalcosse jambière sans AOMI.
- IPSc > 0,90 + signaux Doppler à la cheville anormaux : AOMI avec médiacalcosse jambière probable.
- IPSc < 0,90 : AOMI.

Patient symptomatique (claudication intermittente, douleurs de décubitus, trouble trophique)

- IPSc < 0,90 : AOMI.
- Un IPSc > 0,90 n'exclut pas une AOMI :
 - si claudication intermittente : test d'effort, si chute d'IPSc > 20 % : AOMI,
 - si douleurs de décubitus ou trouble trophique : pression digitale, si < 60-80* mmHg : AOMI.

Surveillance de patient avec AOMI connue

- Patient asymptomatique et IPSc stable par rapport à l'examen de référence : stop.
- Patient asymptomatique mais dégradation de l'IPSc > 15 % ou > 0,15 : dégradation probable :
 - patient sans antécédent de chirurgie ou d'angioplastie homolatérale : renforcer la surveillance,
 - patient en suivi post-opératoire : rechercher la cause de la dégradation en écho-Doppler.

* Selon TAS systémique.

Diagnostic d'une claudication intermittente d'effort^{4,6}

Il s'agit là d'établir ou de confirmer l'existence d'une AOMI et d'analyser la relation de cause à effet entre la symptomatologie (en particulier le siège initial et la propagation de la douleur musculaire) et les lésions occlusives significatives de manière à retenir cette claudication comme d'origine artérielle (examen de niveau 2).

L'examen s'attachera aussi à rechercher des lésions susceptibles d'entraver l'entraînement à la marche ou d'expliquer une claudication serrée malgré des lésions apparemment banales (évaluation de la collatéralité, recherche de lésions iliaques en cas d'occlusion fémorale, recherche de lésions menaçantes¹²...).

Il pourra être nécessaire de compléter l'examen de repos par un examen en débit d'effort : test d'hyperémie réactionnelle post-occlusive ou post-effort ou test de marche sur tapis roulant avec mesure des pressions post-effort (test de Skinner-Strandness)²⁵.

Examen pré-opératoire

Examen détaillé de niveau 2 s'il doit y avoir une artériographie pré-opératoire.

Examen de niveau 3 décisionnel si intervention prévue sans artériographie pré-opératoire ou si confrontation à une artériographie discordante ou non concluante par rapport à un premier écho-Doppler ou à la clinique ou si angioplastie prévue sous contrôle écho-Doppler.

Lorsqu'un pontage veineux est envisagé, l'examen est complété par l'évaluation de la veine grande saphène voire la recherche d'un autre greffon veineux. Lorsqu'une angioplastie est envisagée le diamètre maximal des artères cibles est mesuré. En cas de pontage distal il faut savoir discuter les sites d'implantation et le choix de l'artère receveuse, la meilleure artère n'est pas forcément la mieux visualisée en artériographie (examen de niveau 3).

Suivi d'un patient avec AOMI sous traitement médical seul

Examen de niveau 1 ou de niveau 2 suivant que le sujet est asymptomatique ou qu'il existe des signes d'alerte

(claudication restant gênante malgré un traitement médical bien conduit, dégradation de la symptomatologie, dégradation significative de l'IPSc ($> 15\%$, $> 30\%$)⁹ par rapport à l'examen de référence).

Suivi d'un patient avec AOMI après chirurgie vasculaire ou endovasculaire

Ces examens seront d'autant plus pertinents que l'examineur a à sa disposition le bilan pré-opératoire, le compte rendu opératoire et les données du bilan post-opératoire.

Examen de niveau 1 ou de niveau 2 suivant qu'il n'existe pas ou qu'il existe des signes d'alerte (dégradation de la symptomatologie, dégradation de l'IPSc $> 15\%$, souffle sur le trajet artériel traité, suspicion d'ectasie au niveau d'une anastomose). Le principe général est évaluation de l'amont, évaluation de la zone traitée, évaluation de l'aval et du bénéfice distal. Les reconstructions proximales (aorto-iliaque, iliaque) se dégradent peu et répondent bien à un schéma de surveillance simple (niveau 1). Les reconstructions sous-inguinales sont plus vulnérables et bénéficient d'une surveillance plus systématique pour détection précoce de lésions menaçantes à court ou à long terme sous réserve d'un examen méthodique.

La surveillance de pontages veineux distaux implique, outre la surveillance de l'axe donneur et des anastomoses, un examen pas à pas de tout le pontage, les sténoses menaçantes par hyperplasie myointimale ou sur valvule (Pic de vitesse systolique > 300 cm/sec – Rapport de vitesses systoliques $> 3,5$)¹² pouvant se situer n'importe où sur le pontage. Il s'agit alors d'un examen long minutieux de niveau 3 car ces sténoses ne sont pas toujours correctement identifiées en artériographie. La surveillance post-endarterectomie, la surveillance post-angioplastie percutanée obéissent aux mêmes principes que la surveillance des pontages. Bien qu'on manque de grande série prospective spécifique il semble que les seuils de vitesse pour le diagnostic de sténose significative soient un peu supérieurs à ceux retenus pour les pontages [28–34].

Recherche d'artériomégalie ou de dystrophie polyanévrysmale^{1,3}

Dans environ 15 % des cas un AAA athéromateux s'inscrit dans le cadre d'une artériomégalie ou d'une dystrophie polyanévrysmale. Il en est presque toujours ainsi pour les anévrysmes périphériques athéromateux. Dans les deux cas il est utile de rechercher la dystrophie de fond (artériomégalie) ou d'autres anévrysmes à l'étage aorto-iliaque ou au niveau des MI (dystrophie polyanévrysmale). Il s'agit d'un examen échographique (mode B ou modes B + TM) comprenant :

- la recherche d'une artériomégalie par la mesure du diamètre antéropostérieur, adventice-adventice, au minimum des artères fémorale commune, fémorale à mi-cuisse et poplitée rétro-articulaire aux deux MI. Il est de bonne pratique de compléter par l'examen de la carotide commune et du bulbe carotidien;
- la recherche d'autre(s) anévrysme(s) avec l'idée que le 1^{er} site d'anévrysme est l'aorte abdominale, le 2nd est l'artère poplitée (sans oublier les anévrysmes situés derrière la patte d'oie), le 3^e est l'artère fémorale commune. Plus

rare est l'anévrysme isolé de l'artère iliaque commune (à ne pas confondre avec un AAA et vice versa), très rares sont les anévrysmes des artères fémorale, fémorale profonde ou iliaque interne. Les deux MI doivent être systématiquement examinés eu égard à la fréquence des formes bilatérales ou multiples. Si l'examen est positif, il doit être complété par l'évaluation du lit d'aval jambier dans l'hypothèse de dégradation embolique à bas bruit présente ou à terme.

En présence d'un anévrysme non athéromateux, la même démarche s'impose sachant qu'il n'y a pas véritablement de site d'élection et que tout l'arbre artériel doit être exploré.

Il s'agit d'un examen de niveau 2 normalisé, voire 3.

Examen en semi-urgence ou en urgence

Douleurs de décubitus⁷, troubles trophiques²⁶, ischémie critique¹¹

L'examen comprend la validation de la symptomatologie clinique²¹, la quantification du degré d'ischémie et la recherche et la description des lésions en cause.

L'examen ED recherche des lésions oblitérantes ou emboligènes. Les lésions sténosantes, souvent étagées, sont précisées quant à leur topographie et à leur incidence hémodynamique (degré, collatéralité, retentissement d'aval). Le lit d'aval jambier est évalué avec précision (pied compris chaque fois que possible). La perte de charge est mesurée.

Il s'agit d'un examen détaillé de niveau 2 (diagnostic seul) ou de niveau 3 (pré-opératoire) particulièrement si une intervention est prévue sans artériographie préalable (artériographie réalisée seulement en per-op.) ou si confrontation à une artériographie jugée insuffisante ou discordante par rapport à un premier examen ED.

L'examen ED doit être complété par la mesure de pression digitale (au minimum en pôle test¹⁸, en pléthysmographie avec occlusion veineuse, ou mieux en laser Doppler). La mesure de TcPO₂²³ à l'avant-pied en décubitus (et en position assise ou avec inhalation d'O₂) affine notablement le diagnostic et le pronostic.

Occlusion artérielle aiguë, Ischémie aiguë¹⁴

Le mode d'expression clinique d'une occlusion artérielle aiguë de MI va de la claudication serrée d'apparition récente à l'ischémie aiguë sensitivo-motrice du pied pour laquelle le délai d'action thérapeutique n'est que de quelques heures. Il est fondamental de faire la distinction entre les types de présentation, de ne pas utiliser occlusion artérielle aiguë pour ischémie aiguë et vice-versa, de s'inquiéter d'un déficit sensitivo-moteur lors de la demande d'examen et de prendre ces patients dans les meilleurs délais.

L'examen ED est orienté par l'examen clinique préalable – évaluation du niveau d'obstruction récente par l'appréciation symétrique de la température cutanée et des pouls, identification d'un pouls ample (anévrysme ? pouls de butée ?), examen de la semelle plantaire à la recherche de taches purpuriques ou d'un livedo ischémique d'origine embolique (*trash foot*).

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

450 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

L'examen ultrasonique est mené en gardant à l'esprit 5 hypothèses : embolie sur artère saine, embolie ou auto-embolie sur artère athéromateuse, thrombose aiguë sur artère pathologique, thrombose aiguë sans signe d'artériopathie, dissection artérielle spontanée. Ainsi l'examen s'intéresse non seulement à confirmer l'occlusion artérielle et son siège mais aussi :

- à discuter la nature de l'occlusion (ogive échogène d'un embolus, thrombose récente anéchogène ou hypoéchogène homogène...);
- à préciser l'environnement de l'obstruction récente (artère normale, AOMI athéromateuse, anévrisme poplité, épaississement de paroi évocateur d'artérite);
- à rechercher une source d'auto-embolie (plaque ulcérée, anévrisme, dissection);
- voire à rechercher des embolus multiples devant une séméiologie atypique (par ex. recherche d'embolus dans la fémorale profonde en cas d'embolus poplitéo-jambiers et d'hypothermie cutanée dépassant le genou).

L'examen est de niveau 1, 2, ou 3 en fonction de la symptomatologie et de l'option de gestion (transfert immédiat, traitement avec ou sans artériographie).

Une forme particulière est la survenue d'un orteil bleu^{G16} qui doit faire rechercher une lésion ulcérée, volontiers non sténosante, en particulier de la fémorale commune.

Cas particuliers

Post-opératoire immédiat

Trois cas de figure sont à envisager.

Examen de contrôle systématique avant sortie

Bien que discuté en cas de suites simples, cet examen est utile. D'une part il peut découvrir des lésions asymptomatiques menaçantes ou des lésions sous-évaluées en préopératoire (non rare dans l'angioplastie fémorale) ou une occlusion asymptomatique liée(s) au geste pratiqué faisant discuter une ré-intervention ou un suivi évolutif rapproché ou qui pourra faire changer la stratégie. D'autre part, par les données quantifiées recueillies, il sera l'examen de référence pour le suivi ultérieur. Un point important de ce contrôle précoce est de savoir considérer à leur juste valeur les « lésions » mineures. Cet examen doit tenir compte du bilan préopératoire, du geste réalisé et du bénéfice attendu. Examen de niveau 1 si conforme à l'attente, de niveau 2 dans le cas contraire.

Réévaluation de lésions associées ou négligées

Réévaluation de lésions iliaques jugées mineures en préopératoire, réévaluation d'une réinjection poplité, réévaluation de lésions poplitées, réévaluation du lit d'aval jambier. Examen de niveau 2.

Examen en urgence

Il se fait devant une complication ou une suspicion de complication au cours ou au décours de l'acte opératoire. Cet examen, parfois délicat, requiert pragmatisme et bonne connaissance des complications possibles.

L'examen est de niveau 1, 2, ou 3 en fonction des premières constatations.

Diabétique et insuffisant rénal chronique terminal

Il convient de distinguer le patient diabétique connu de longue date chez lequel se pose la question d'une AOMI et le patient avec AOMI connue chez lequel le bilan des facteurs de risque découvre des perturbations du métabolisme glucidique. Le premier présente plutôt une AOMI à prédominance distale (intéressant les artères jambières, mais aussi les branches de la fémorale profonde et de l'iliaque interne) et calcifiante (comme le sujet très âgé); les artères du pied sont assez fréquemment épargnées. Le patient avec insuffisance rénale chronique terminale (IRCT), dialysé ou greffé, est lui aussi à haut risque d'artériopathie distale et calcifiante mais à l'opposé du diabétique sans IRCT les lésions d'artériosclérose s'étendent volontiers aux artères du pied. Chez ces patients il importe de savoir manier l'examen Doppler de l'avant-pied (Doppler continu 8-10 MHz, voire ED couleur) et la mesure de pression digitale pour identifier médiocalcose et lésions occlusives des artères du pied.

Selon les recommandations ANAES-ALFEDIAM 2002, un examen de dépistage d'une AOMI diabétique est recommandé chez tout diabétique âgé de plus de 40 ans, tout patient avec diabète diagnostiqué depuis plus de 20 ans ou s'il existe d'autres facteurs de risque associés au diabète. Vu le très grand nombre de patients concernés et l'absence d'indication validée à un geste artériel préventif cet examen est nécessairement un examen de niveau 1 basé sur l'examen clinique du pied et la mesure d'IPSC couplée à l'analyse des signaux Doppler jambiers et à l'avant-pied et au moindre doute à une mesure de pression digitale.

À l'opposé chez ces mêmes patients, douleurs à la marche, douleurs de repos, troubles trophiques de la cheville ou du pied sont souvent multifactoriels et hétérogènes, impliquant plus qu'ailleurs un examen méthodique anatomo-hémodynamico-clinique. L'examen Doppler et ED des artères de jambe et du pied peut nécessiter de pousser au maximum les réglages. Suivant les lésions cliniques, les premières constatations Doppler et l'indication envisagée, les examens seront de niveau 1, 2 ou 3 au besoin complétés par une évaluation du potentiel de cicatrisation.

Niveau d'amputation

La détermination d'un niveau d'amputation obéit à des règles anatomocliniques. Néanmoins l'ED et la mesure de TcPO₂ ont leur place pour :

- s'assurer de l'absence d'alternative à l'amputation;
- évaluer le potentiel de cicatrisation de la tranche d'amputation présumée par la recherche de flux artériel pulsé alentour.

Artériopathies non athéromateuses* (ANA)

La majorité des ED artériels MI est réalisée dans le cadre de l'athérosclérose et de l'athéromatose. Néanmoins :

- dans un contexte *a priori* banal il faut savoir discuter une ANA devant des anomalies artérielles sans signe échographique d'athérome;

* Artérite (Takayasu, Horton, Behçet, Buerger), Dysplasie (DFM), Endofibrose, Compression (piège poplité), Kyste adventiciel, Dissection (extension de dissection aortique, dissection périphérique), Artérite radique...

- dans un contexte donné (âge, sexe, facteurs de risque, mode de début, localisation particulière des lésions, aspect singulier de la paroi...), il faut savoir reconnaître des anomalies évocatrices de telle ou telle ANA ;
- devant une suspicion clinique d'ANA il faut savoir aller chercher les arguments échographiques et écho-Doppler qui vont étayer ou contraindre l'hypothèse².

Traumatismes artériels

L'examen ED face à une suspicion de traumatisme artériel ou devant un traumatisme artériel avéré nécessite de prendre en compte le contexte, le mécanisme suspecté (direct : objet pénétrant, écrasement, cisaillement ; indirect : elongation, dissection), les différents types possibles de lésions de la paroi artérielle (brèche, rupture intinale, dissection, rupture des 3 tuniques, faux anévrisme, fistule artérioveineuse...) et de réactions vasculaires (thrombose in situ, thrombo-embolie, spasme local, spasme d'aval). Il est réalisé en collaboration étroite avec l'équipe qui prend en charge le patient.

Bilan d'angiodyplasie

L'ED artériel est devenu l'outil clé de classification des malformations vasculaires car il permet facilement d'en préciser le type hémodynamique : malformation artérioveineuse à haut débit, malformation AV à petit débit ou à microshunts, malformation veineuse pure.

L'examen comprend l'analyse des pédicules afférents et efférents et la mesure comparative des débits⁵. La mesure de débit permet aussi de préciser la compression élastique à mettre en place (pression efficace réduisant le débit).

Chirurgie orthopédique (genou, pied), chirurgie plastique reconstructrice

Vu l'âge des patients bénéficiant actuellement de prothèse totale du genou ou de chirurgie réparatrice du pied, un examen vasculaire est conseillé lorsque l'examen clinique n'est pas parfaitement normal. Cet examen commence en niveau 1 et passe en niveau 2 si l'examen de débrouillage est anormal. Chez les hommes > 60 ans fumeurs, il ne faut pas oublier la recherche systématique d'un anévrisme poplité. En cas de chirurgie du pied, il faut pousser l'examen au moins à l'examen Doppler ou ED de l'inter-métatarsienne du gros orteil.

Avant transposition-greffe d'un lambeau pédiculé (quelle que soit l'indication), un ED est réalisé :

- pour analyser le réseau artériel du MI et évaluer le potentiel de cicatrisation ;
- définir au mieux le pédicule (éventuellement le choisir en cas d'artériopathie jambière) ;
- évaluer la vascularisation du lambeau.

La réalisation de cet examen suppose une très bonne connaissance de l'anatomie et une maîtrise des réglages de l'ED en particulier en Doppler énergie. Après transposition du lambeau recouvrant le trouble trophique, l'ED avec imagerie de flux permet d'évaluer la perméabilité des anastomoses artérielles et veineuses, ainsi que la trophicité du lambeau de recouvrement par évaluation des résistances.

Technique et méthodologie : mesure de l'IPSc

Avant toute discussion sur la ou les artères considérée(s) pour le calcul d'IPSc, il faut insister sur les règles de base de mesure de pression, c'est là que se trouve le maximum d'erreurs.

Règles de base

1. Le patient est allongé en décubitus au repos depuis 5 à 10 minutes. Veiller à la chaleur des pieds (la vasoconstriction cutanée est source d'erreur de mesure).
2. La pression est mesurée là où est placé le manchon et non là où est placé le capteur. À la cheville, le bord distal du manchon doit affleurer les malléoles.
3. La largeur du manchon doit être de 1,2 à 1,5 fois le diamètre du segment de membre (bras, cheville) sur lequel il s'applique.
4. La poche pneumatique du manchon doit couvrir les artères à comprimer pour la mesure de pression.
5. Le manchon doit être ajusté au plus près sur la peau, enroulé aussi parfaitement que possible sur lui-même (meilleure reproductibilité).
6. Le même appareil est utilisé pour la mesure au bras et à la cheville (de manière à ne pas sommer les erreurs de mesure liées à l'appareillage).
7. Il est recommandé de mesurer d'abord la pression au bras de manière à avoir une idée de la pression normale à la cheville.
8. Le manchon doit être gonflé rapidement au-delà de la pression systolique présumée et dégonflé lentement jusqu'à réapparition du signal Doppler. La pression est mesurée à la réapparition du signal et non la pression de disparition du signal.
9. Les pressions (bras, chevilles) sont exprimées en mmHg (ne pas arrondir au cm!). Il est recommandé de retenir la moyenne de 2 ou 3 mesures successives.
10. L'index de pression systolique à la cheville est calculé à deux chiffres après la virgule.

Quelles artères choisir pour le calcul de l'IPSc ?

Au bras, plutôt que de dire que l'on choisit la plus élevée des pressions droite et gauche, le plus pertinent pour un médecin vasculaire est sans doute de s'assurer par de l'absence de sténose sous-clavière significative puis de retenir la moyenne des pressions humérales droite et gauche.

À la cheville, deux options se discutent selon que l'on est dans un examen de dépistage ou dans un bilan hémodynamique le plus précis possible :

- Dans le 1^{er} cas (dépistage), soit on mesure la pression sur la tibiale postérieure et sur la pédieuse et on retient la plus élevée des deux (ou la plus basse des deux pressions dans le souci d'augmenter la sensibilité pour la détection d'AOMI en élargissant aux atteintes jambières isolées), soit on se limite à la mesure en tibiale postérieure (du fait

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

452 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

de la plus grande fréquence des variations anatomiques sur la tibiale antérieure). L'essentiel est de préciser le mode de mesure dans le rapport.

- Dans le 2nd (bilan hémodynamique) on mesure la pression sur les 3 artères de jambe* et l'on prend la moyenne des pressions identiques à 10 % près (c'est-à-dire à l'erreur de mesure près⁹). C'est le mode de calcul qui, comparé à une méthode globale, est le plus précis, le plus reproductible dans le temps.

Bien entendu l'IPSc est mesuré aux deux MI. Dans le cadre d'un examen de dépistage ou en stratification du risque cardiovasculaire, l'IPSc qualifiant est le plus bas des deux.

Limites et causes d'erreur

- Rigidité, médiocalcose des artères jambières.
- Toute entrave à la compression des artères de jambe : œdème ou lipodystrophie majeur de cheville, guêtre d'hypodermite, plaie/ulcère à la cheville...
- Sténoses proximales courtes, isolées, avec bonne compliance d'aval minimisant la perte de charge.
- Sténoses situées en dehors de l'axe aorte-cheville (sténoses hypogastrique ou fémorale profonde isolées), les lésions des artères du pied (IRC, embolies).

Les erreurs les plus fréquentes résultent toutefois du non-respect des règles de base de mesure de pression artérielle.

Technique et méthodologie : ED standard (niveau 2)

Installation du patient et de l'examineur

Le patient est installé en décubitus dorsal, tronc légèrement incliné à 30° par rapport au plan du lit pour favoriser le relâchement de la sangle abdominale, les bras le long du corps, MI en légère rotation externe avec discrète flexion des genoux.

La position du médecin dépend des bonnes habitudes acquises lors de l'apprentissage. Les uns, habitués à travailler des deux mains, se placent alternativement de chaque côté du patient placé sur un lit à roulettes (examineur à droite sonde tenue de la main droite pour le membre inférieur droit, examineur à gauche sonde tenue de la main gauche pour le membre inférieur gauche). Les autres préfèrent travailler d'un seul côté assis sur une chaise à roulettes

* L'artère tibiale postérieure est recherchée dans la gouttière rétro-malléolaire interne. La sonde est tenue avec souplesse entre pouce et index comme une baguette, orientée de dedans en dehors et un peu en avant à la rencontre du flux (parfois, on trouvera l'artère à la face interne du talon). La pédieuse est recherchée au cou-de-pied ou sur le dos du pied, la sonde tenue entre les 3 premiers doigts comme un stylo. La péronière est recherchée de la même façon au bord antérieur de la malléole externe. Quelle que soit l'artère examinée on s'attachera à avoir un angle d'attaque voisin de 45° par rapport au trajet supposé de l'artère.

et mener l'ensemble de l'examen depuis l'aorte abdominale jusqu'aux extrémités sans avoir à bouger ni le patient ni la machine. Quoi qu'il en soit, l'examineur doit s'installer confortablement, avoir un large champ d'exploration sans contrainte mécanique et offrant un maximum de liberté et de précision de la main. L'avant-bras portant la sonde doit être stable tout en offrant une liberté à la main qui pilote la sonde, l'autre main doit pouvoir être utilisée aussi bien pour travailler au clavier et ajuster les réglages que pour présenter au mieux le segment de MI examiné.

Il est vivement conseillé d'examiner les deux MI l'un après l'autre de manière à construire le schéma lésionnel type angiographie au fur et à mesure de l'examen (plutôt que comparer côté droit et côté gauche à chaque étage).

Réglages ED

Il est toujours nécessaire de vérifier que les réglages du matériel ED utilisé sont appropriés à l'examen réalisé et aux spécificités du patient (cf. annexe 2). Gain général, focalisation en profondeur, PRF (*Pulse Repetition Frequency*) et échelles de vitesse doivent pouvoir être ajustées en permanence.

Vaisseaux à explorer

L'examen doit apprécier l'aorte abdominale, les axes iliaques (directement ou indirectement), la bifurcation fémorale commune, l'axe fémoropoplité, la bifurcation poplitée et le lit d'aval jambier ainsi que la collatéralité éventuelle.

Aorte abdominale

Le patient ayant une AOMI athéromateuse ou le patient suspect d'artérite doit avoir un examen de l'aorte abdominale à la recherche d'un AAA, de grosses plaques aortiques ou d'un épaississement diffus de la paroi.

Axe iliaque

En première intention l'axe iliaque est examiné indirectement à partir de l'artère fémorale commune. Si le signal Doppler pulsé y est normal triphasique et si dans la clinique rien n'évoque une sténose iliaque, on peut en rester là. Un signal monophasique suffit à affirmer une sténose iliaque (mais ne la localise pas) et suivant le contexte clinique on peut s'en contenter. Néanmoins, si l'anatomie le permet il est préférable de préciser l'état de l'axe iliaque par un examen direct, au besoin après avoir prié le patient de se tourner légèrement sur le côté opposé. On examine alors, de préférence avec une sonde curviligne, la division aortique, l'iliaque commune, la bifurcation iliaque, l'iliaque externe et la jonction iliofémorale.

Si l'examen est normal alors que la clinique suspecte une sténose iliaque ou si un pontage sous-inguinal est envisagé, il faut compléter l'examen de repos par un examen en débit d'effort (cf. *infra* 4.).

Bifurcation fémorale

L'artère fémorale commune (AFC) et sa bifurcation sont une zone clé dans l'AOMI : elle reçoit la suppléance des

occlusions iliaques externes et est à l'origine de la suppléance des occlusions fémorales; elle est aussi un site privilégié de plaque ulcérée. L'examen ED est mené en recherchant la meilleure exposition de la bifurcation fémorale, le plus souvent en plaçant la cuisse en abduction-rotation externe et légère flexion du genou. Quelques particularités doivent être connues :

- les variations anatomiques de la division de l'AFS sont fréquentes et variées. L'agénésie de l'artère fémorale profonde (AFP) n'existe pas, mais l'origine de l'AFP est variable tant sur le pourtour de l'AFS qu'en hauteur, les branches du tronc de l'AFP peuvent naître isolément de l'AFS, l'angle du tronc de l'AFP sur l'artère fémorale (AFS) est variable;
- le codage couleur est utile pour dessiner les plaques de l'AFS et reconnaître les lésions potentiellement ulcérées, mais il ne faut pas se contenter du codage couleur pour définir les sténoses ostiales de l'AFP, le Doppler pulsé est indispensable pour quantifier les sténoses dès lors que l'examen en couleur n'est pas normal;
- les grosses lésions segmentaires protubérantes de l'AFS peuvent être peu parlantes en termes de vitesse en débit de repos, elles doivent être quantifiées en planimétrie en coupe transversale;
- en cas d'occlusion courte de l'AFS laissant libre la bifurcation, l'artère fémorale peut être réinjectée par le tronc de l'AFP;
- l'examen de l'AFS peut être difficile en cas de chirurgie itérative à ce niveau.

Artère fémorale (AFS)

Les lésions athéromateuses de l'AFS sont diverses : sténose isolée, sténoses étagées, sténose(s) sur athérosclérose diffuse tubulaire de l'AFS, occlusion courte médiale ou distale, occlusion longue... Si le patient est asymptomatique ou assez peu gêné, il suffit de reconnaître globalement l'atteinte de l'AFS. Si un geste est prévu pour parer aux lésions de l'AFS, il faut rentrer dans le détail¹³.

Quelques particularités méritent attention.

- Les lésions longues de l'AFS sont suppléées par l'AFP, l'examen de l'origine de l'AFP et la recherche de la zone de réinjection (et d'une éventuelle sténose de la collatérale ou de la zone de réinjection) font partie de l'examen de l'AFS. Il faut savoir aussi examiner l'artère du vaste externe (parfois palpable dans la loge antéroexterne de cuisse, contre le fémur).
- Les lésions courtes de l'AFS sont suppléées par des branches de l'AFS. Certains patients s'améliorent lorsque l'AFS s'oblitére sur tout son trajet et que l'AFP prend le relais, d'autres restent en l'état avec une collatéralité AFS-AFS entravée par des sténoses à l'ostium des collatérales ou à la réinjection.
- Pour les lésions distales de l'AFS, la symptomatologie dépend beaucoup de l'état de la jonction fémoropoplitée et de la poplitée haute (siège de la réinjection par l'AFP et de l'origine de l'artère descendante du genou).
- ED et Artériographie peuvent être discordants sur le détail des lésions (l'artériographie prenant en compte les sténoses visibles sur le luminogramme, l'ED prenant en compte la totalité de la paroi). Si l'ED met en évidence

de sténoses étagées de l'AFS et si le patient doit avoir une angioplastie, il est utile de situer les sténoses à partir de la bifurcation de l'AFS ou sur la peau.

- L'examen de la jonction fémoropoplitée derrière la patte d'oie est difficile en décubitus, il peut être nécessaire de reprendre l'examen en décubitus ventral genou légèrement fléchi (qu'il s'agisse de suspicion de sténose ou d'anévrisme).
- L'AFS distale peut être le siège de compression au niveau du canal de Hunter (syndrome de Palma) ou par une exostose.

Axe poplitée

L'artère poplitée fait suite à l'AFS au sortir de l'anneau du 3^e adducteur, elle présente un long trajet divisé en étages : poplitée haute sus-articulaire d'accès limité par la patte d'oie, poplitée moyenne rétro-articulaire articulaire profonde dans le grand axe du losange poplitée, poplitée basse sous-articulaire se terminant normalement au bord inférieur du muscle poplitée en tibiale antérieure et tronc tibiopéronier. Dans 10 % des cas la hauteur et le mode de cette division est variable (division à hauteur de l'interligne articulaire, voire au-dessus (naissance haute de la tibiale antérieure), terminaison en trifurcation poplitée...), les anomalies de trajet de la poplitée sous-articulaire sont également fréquentes (piège poplitée, symptomatique ou non).

La voie de suppléance la plus puissante est l'artère descendante du genou, dernière branche de l'AFS, qu'il faut savoir rechercher en cas de lésion poplitée haute voire moyenne, d'abord à la face interne du genou puis en remontant à son origine en sus-condylien interne et en cherchant son anastomose distale en descendant vers le plateau tibial interne (Doppler continu 8 MHz, voire ED couleur, parfois même palpable). Un gros tronc jumelle, parallèle et de calibre à peine inférieur à la poplitée est parfois facilement visualisé en ED couleur sus-poplitée. Les voies de suppléance de la poplitée moyenne et de la poplitée basse (artères du cercle articulaire du genou, récurrentes tibiales) sont plus difficiles à repérer; leur examen implique d'avoir bien identifié le tronc tibiopéronier.

Lit d'aval jambier

Selon l'importance des lésions plus proximales, la symptomatologie et l'indication thérapeutique, le lit d'aval jambier est :

- précisé simplement en comparant signaux Doppler à la cheville et signaux Doppler poplités (cotation n/6 en donnant 2 points par artère jugée normale, 1 point par artère pathologique, 0 par une artère occluse);
- ou étudié en détail en ED couleur et pulsé (examen en décubitus dorsal et ventral, voire en position assise, avec réglage fin des gains et de la PRF). Quand on a besoin d'un examen détaillé des artères jambières (ischémie critique), l'examen ED doit être poursuivi au niveau du pied. Il s'agit d'un examen de niveau 3 qui peut aller jusqu'à l'utilisation de produit de contraste ultrasonore.

L'évaluation du lit d'aval implique de savoir prendre en compte les variations anatomiques fréquentes des artères jambières et des artères du pied^{27, 28}.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

454 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

L'étendue de cet examen est modulée en fonction de la clinique, de la symptomatologie et de l'implication thérapeutique. Il faut tenir compte du ou des objectifs, savoir détailler un point et faire simple ailleurs.

Méthodologie de l'examen ED

L'examen ED comprend une analyse morphologique et hémodynamique des différents axes artériels. Les calibres normaux, les vitesses normales et les critères vélocimétriques pour la quantification des sténoses sont rapportés en annexe^{22, 24, 29-32}.

Analyse morphologique

Elle est réalisée en échographie mode B, en coupe transversale et longitudinale*. L'ED en mode couleur et/ou énergie sont utiles pour préciser le versant luminal de la paroi ou certaines lésions peu ou non échogènes et aussi pour repérer le niveau et le type des variations anatomiques.

Analyse hémodynamique (critère principal de quantification)

Elle est basée sur l'analyse des profils de vitesse en Doppler pulsé et sur la mesure de vitesses systoliques maximales, en valeur absolue et en valeur relative par rapport aux mêmes items mesurés en zone saine en amont (ou en aval)²⁹⁻³². Le rapport de vitesses systoliques ($SVR = \text{Pic de vitesse systolique au niveau de la sténose} / \text{Pic de Vitesse systolique en proche amont}$) est particulièrement utile en cas de sténoses étagées. La mesure des vitesses maximales télédiastoliques n'est pas utilisée comme pour les carotides étant donné que la vitesse diastolique est normalement quasi nulle en l'absence de vasodilatation; en revanche la présence d'un flux diastolique sur le jet sténotique témoigne en règle d'une sténose serrée.

ED couleur

Il aide au repérage des zones de sténose et permet de positionner la porte Doppler pulsé au site de plus grande vitesse et d'ajuster la correction d'angle selon l'axe du jet sténotique.

- Le codage couleur doit être ajusté aux vitesses maximales pour mesurer une sténose en réduction de diamètre ou de surface en planimétrie (*ni overpainting, ni « pixellisation » ni aliasing : le coloriage doit être conforme aux vitesses*).
- Le Doppler puissance (variation d'énergie du signal) est préférable au Doppler couleur, en particulier en coupe transversale, car il est indépendant de l'angle d'insonification et de la vitesse. Très sensible à la fois aux vitesses lentes et rapides, l'occurrence d'un *overpainting* en présence d'une sténose serrée est moindre.
- Pour les mesures en planimétrie, la coupe transversale stricte doit être privilégiée à la coupe longitudinale chaque fois que possible.
- La planimétrie en Doppler couleur ou Puissance est un critère secondaire.

Les évaluations vélocimétrique et planimétrique doivent être concordantes, dans le cas contraire l'examineur doit s'interroger sur une erreur de mesure, un défaut de réglage ou rechercher une lésion d'aval ou d'amont (lésions associées, cardiopathies, hypo ou hyper débit systémique...).

Doppler continu

Il n'est pas utilisé pour quantifier des sténoses mais pour recueillir les signaux Doppler à la cheville et au pied, repérer des trajets collatéraux, parfois différencier occlusion et sténose pseudo-occlusive. Il est actuellement essentiellement utilisé en 8-10 MHz (le 4 MHz garde de l'intérêt en niveau 1 et pour évaluer un signal de réinjection par l'échelle de dégradation des profils de vitesse²⁰).

Test d'effort ou d'hyperémie

Des sténoses iliaques significatives à l'effort peuvent n'avoir aucune incidence sur le signal Doppler de l'AFC en débit de repos, et même en examen ED direct de l'axe iliaque. Il faut les rechercher par un test d'hyperémie réactionnelle post-occlusive ou post-effort réalisé. Cet examen peut être réalisé sans bouger le patient, dans le fil de l'examen de l'AFC : l'hyperémie est obtenue par un effort musculaire consistant à demander au patient (en décubitus dorsal sur le lit d'examen) de décoller le talon du lit d'une quinzaine de cm, le MI en extension pendant environ 1 min, puis de laisser retomber le MI sur le lit d'examen en relâchement musculaire. Le test peut être sensibilisé en comprimant l'AFC avec le pouce durant l'effort musculaire ou en demandant au patient de faire osciller la hauteur du talon ou les deux (le test d'hyperémie réactionnelle post-occlusion à l'aide d'un cuissard gonflé à pression suprasystolique, plus contraignant, n'est plus pratiqué). Avant l'arrêt de l'effort et la levée de la compression, l'examineur repositionne correctement la sonde ED à la jonction iliofémorale. L'importance du flux diastolique témoigne de l'hyperémie obtenue. Si l'axe iliaque ne présente pas de sténose significative, la partie systolique du signal reste normale. En cas de sténose significative, la partie systolique du signal se dégrade selon les profils habituels aux sténoses d'amont.

On peut réaliser un examen direct à condition que patient et examinateur soient alertes : le patient réalise un test de marche rapide ou un effort conséquent d'accroupissements et relèvements, puis se recouche rapidement, et l'examineur se repositionne rapidement sur l'axe iliaque suspect. Il doit s'écouler moins de 2 min entre arrêt de l'effort et nouvel examen de l'axe iliaque suspect.

Ce test d'hyperémie réactionnelle est moins pertinent pour les lésions sous-inguinales. En cas de doute, le plus simple est de réaliser un test de marche normalisé sur tapis roulant avec mesure des pressions au bras et à la cheville pendant 10 min après l'arrêt de l'effort (test de *Skinner-Strandness*). Ce test a le double avantage de démasquer les lésions ne parlant qu'à l'effort et donc de confirmer une claudication artérielle malgré un examen de base normal et d'apprécier la valeur de la collatéralité par la mesure de l'IPSc post-effort pendant 10 à 20 min (fenêtre ischémique)²⁵.

Descriptif lésionnel

La description des lésions se fait en se calquant au mieux sur l'anatomie et la terminologie radiochirurgicale en évitant tout discours ésotérique source d'incompréhension.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 11. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler

455

Compte rendu d'examen

Le compte rendu d'examen doit renseigner tous les éléments suivants.

Renseignements administratifs

- Nom, prénom, date de naissance et âge du patient.
- Nom du médecin prescripteur et du ou des médecins référents.
- Nom du médecin ayant réalisé l'examen.
- Marque, modèle, date de mise en service du matériel écho-Doppler.
- Date et heure de l'examen.
- Ces paramètres peuvent être automatiquement renseignés par l'utilisation d'un dossier médical patient informatisé, et par l'échographe.

Renseignements médicaux

- Motif(s) de l'examen.
- Antécédents médicaux et chirurgicaux importants.
- Facteurs de risque cardiovasculaires.
- Antécédents cardiovasculaires, Interventions déjà réalisées.
- Examens déjà réalisés.
- Séméiologie vasculaire actuelle et objectifs de l'examen ED.

Description de l'examen écho-Doppler et de ses limites éventuelles

- Type d'examen réalisé : niveau 1, 2 ou 3.
- Description des données morphologiques et hémodynamiques recueillies en veillant à utiliser un langage clair et précis, intelligible de tous.
- Évaluation clinique et hémodynamique du statut du patient selon les classifications de Rutherford 1997 et HAS 2009.
- Notification, le cas échéant, des facteurs limitant la fiabilité ou l'exhaustivité de l'examen (vaisseaux ou segments de vaisseaux non explorés, limitations et causes d'erreurs possibles de l'examen ED).

Synthèse diagnostique

Interprétation des données de l'examen ED eu égard aux données cliniques.

Comparaison le cas échéant avec les résultats d'examens antérieurs (intérêt de l'archivage informatique du dossier patient et des images significatives des examens).

Stratification du risque cardiovasculaire selon les données recueillies (IPSc par ex.)¹⁰

Implication clinique des résultats de l'examen ED réalisé, et orientation thérapeutique.

Iconographie

Le compte rendu doit être accompagné d'une documentation illustrant les principaux vaisseaux et flux analysés, ainsi

qu'une documentation complémentaire de tous les éléments pathologiques diagnostiqués avec **au minimum** :

- en niveau 1 diagnostic/dépistage d'AOMI : IPSc et signaux Doppler à la cheville.
- en niveau 2 : les images en mode B de l'aorte sous-rénale et des iliaques communes, des trépieds fémoraux et des poplités articulaires (et chez les diabétiques, imagerie systématique du trépied jambier) et au moins une image de Doppler pulsé pour une lésion clé.

Ce set minimal d'images devrait être complété en niveau 3 par une imagerie détaillée de toutes les lésions mises en évidence sur les différents vaisseaux examinés.

Assurance qualité

Formation et pratique

Une formation initiale à la pratique des techniques ultrasonores appliquée à l'exploration des axes artériels des membres ainsi que de l'aorte abdominale et de ses branches requiert un volume > 100 examens/an sur un champ balayant tous les cas de figure cliniques.

Procédures générales d'évaluations

Une corrélation des résultats de l'examen ED doit être réalisée systématiquement avec les données des examens radiologiques réalisés parallèlement, et le cas échéant avec les données anatomiques peropératoires.

Autoévaluation de la qualité de l'examen ED réalisé chez un patient donné

Le niveau d'examen doit être précisé et justifié, au besoin en se référant à des guidelines.

Les vaisseaux ou segments de vaisseaux explorés doivent être notifiés.

Les limitations et causes d'erreurs de l'examen ED doivent être notifiées, tant pour l'analyse morphologique (calcifications, défaut d'échogénicité, etc.) qu'hémodynamique (bas débit cardiaque, arythmie, angle de tir Doppler mal gérable, etc.).

Annexes

Annexe 1 : glossaire commenté [6]

Anévrisme, ectasie, artériomégalie [1, 7]

Un **anévrisme** est une dilatation permanente localisée, segmentaire, avec perte du parallélisme des bords, d'une artère dont le diamètre est augmenté d'au moins 50 % par rapport à son diamètre normal. Dans les études épidémiologiques, un AAA a été défini comme une dilatation localisée de l'aorte abdominale d'un diamètre antéropostérieur (AP) > 30 mm (soit une augmentation de 50 % par rapport à un diamètre normal moyen de l'ordre de 20 mm). Cette définition ne

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

456 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

tient pas compte des aortes constitutionnellement de petit ou de gros calibre pour lesquels un anévrisme est mieux défini en valeur relative par un ratio $> 1,5$ par référence au diamètre de l'aorte normale.

Une **ectasie** est une dilatation permanente, localisée, avec perte du parallélisme des bords, $< 50\%$ par rapport au diamètre normal.

L'**artériomégalie** est une dilatation permanente diffuse, sans perte franche du parallélisme des bords, d'artères dont le diamètre est augmenté de plus de 50% par rapport à la normale.

Le diamètre pris en compte est en règle le diamètre externe (adventice-adventice) antéropostérieur mesuré en coupe transversale, en section circulaire stricte.

Artériopathies non athéromateuses (ANA)

Dans un contexte donné (âge, sexe, facteurs de risque), les signes ED qui font faire discuter une ANA tournent autour de 4 paramètres (outre l'absence de signes manifestes d'athérosclérose) :

- le siège des lésions limitées à un secteur donné : aorto-iliaque (Takayasu), AFS (Horton), artères distales (Buerger), artère iliaque externe (dysplasie fibromusculaire DFM, endofibrose)...
- une échogénicité particulière : épaississement marqué diffus hypoéchogène de la paroi (Takayasu, Behçet), sténose anéchogène (Horton), double chenal ou décollement intimal (dissection)...
- une note hémodynamique particulière, des lésions plus turbulentes que sténosantes (DFM) ou ne parlant qu'en débit d'effort (endofibrose)...
- des anomalies trop ciblées (piège poplité ou fémoral, dissection, kyste adventiciel)...

Calibre normal des artères de MI (Figure 11.1)

Le calibre le mieux connu est celui de l'aorte abdominale sous-rénale. Selon les séries [3] la valeur moyenne du diamètre AP normal de l'aorte abdominale terminale, mesuré en échographie, chez le sujet de plus de 50 ans se situe entre 18 et 22 mm chez l'homme (moyenne : 20,1 mm, 1 ds = 3 à 6 mm), entre 16 et 18 mm chez la femme (moyenne : 17 mm, 1 ds = 3 mm).

Pour le reste, nous ne disposons pas de grandes séries définissant le calibre normal des artères périphériques. Les

données varient avec le calibre mesuré, l'outil de mesure et l'endroit où la mesure a été faite pour une artère donnée. Quel que soit le mode de mesure, le calibre des artères croît de façon quasi linéaire avec l'âge et est moindre de 1 à 2 mm chez la femme ; le calibre tend à croître avec le degré d'athérosclérose. On trouvera dans le tableau ci-dessous les calibres normaux chez l'homme de plus de 50 ans calculés d'après une compilation de la littérature (FB).

Claudication intermittente d'effort [8]

La claudication intermittente artérielle (CIA) traduit l'adéquation entre les besoins des muscles impliqués dans la marche, ou équivalent, et le débit artériel disponible pour ceux-ci. Deux points clés en découlent :

- la CIA survient pour une certaine quantité de travail musculaire, la douleur cède rapidement à l'arrêt de celui-ci, et se reproduit à l'identique avec la même quantité de travail ;
- la douleur intéresse un territoire musculaire en aval de l'obstacle artériel.

La CIA est fonction de l'effort réalisé, de l'entraînement du patient, des modalités de marche, du siège des lésions majeures, de l'état des bifurcations-clés, du réseau de suppléance et d'éventuels facteurs de confusion. Il doit exister un lien logique entre le siège de la douleur et les lésions artérielles : les lésions de l'iliaque commune s'expriment au niveau de la fesse, de la cuisse ou du mollet ; les lésions de l'iliaque externe ou de la fémorale commune au niveau de la cuisse ou du mollet ; les lésions de la fémorale au niveau du mollet ; les lésions de la poplitée au niveau de la partie distale du mollet.

Il existe des CIA trompeuses : CIA lombaire (plaque postérieure aortique oblitérant les artères lombaires sans suppléance par le réseau iliaque interne), CIA fessière isolée (pouvant être le fait de lésions du tronc iliaque interne bilatérales sans autre signe d'AOMI), CIA plantaire en cas de lésions très distales.

L'analyse d'une CIA implique une anamnèse précise pour éliminer les autres causes de claudication (orthopédiques, neuro-rhumatologiques, veineuses).

Débit artériel

Le débit d'une artère est le produit de la section de l'artère et de la vitesse moyenne qui y règne.

La vitesse moyenne utilisée est l'intégrale ou moyenne sur 3 à 5 cycles cardiaques des vitesses moyennes instantanées (TAV pour *Time Averaged Velocity*). On ne doit pas utiliser la moyenne des vitesses maximales (TAMV ou TAMx) pour calculer un débit. La mesure de vitesse est faite en coupe longitudinale, sur un segment rectiligne de calibre régulier, vierge de turbulence, en respectant au mieux les règles suivantes :

- tir Doppler avec angle d'insonation toujours $< 60^\circ$;
 - vecteur vitesse dans l'axe du flux ;
 - porte-Doppler couvrant la totalité de la lumière artérielle.
- La section artérielle circulante est calculée à partir de la mesure du diamètre luminal, intima-intima, antéropostérieur, de l'artère mesurée en zone saine au même endroit que

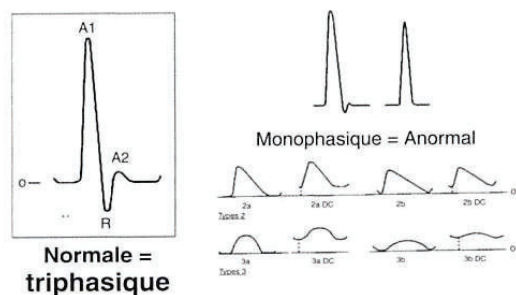


Figure 11.1 Signal Doppler à la cheville.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 11. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler

457

la vitesse. Ne pas utiliser la mesure avec le caliper en mode circonférence qui a plutôt tendance à augmenter l'erreur de mesure qu'à la réduire.

La mesure du diamètre luminal et l'angle de tir sont les sources majeures d'erreur de mesure du débit.

Distance de marche

Évaluer par l'anamnèse une distance de marche (DM) est très difficile. La description qu'en fait le sujet et le paramètre pris en compte peuvent faire varier du tout au tout la conduite à tenir. Il faut distinguer : la distance à laquelle apparaît la douleur musculaire (souvent la seule citée par le patient), la distance pour laquelle la douleur est telle que le patient doit s'arrêter de marcher, l'invalidation générée. Ceci conduit à trois types de DM :

- la distance initiale de claudication (initial claudication distance, ICD) ou DM sans douleur (*pain free walking distance*) ou DM « gêne » ;
- la distance de marche absolue (absolute claudication distance, ACD) ou DM totale (*total walking distance*) ou DM « crampe » ;
- la claudication invalidante (truly disabling claudication).

Le paramètre le plus reproductible est la DM absolue (ACD).

L'évaluation de la DM sur tapis roulant dans des conditions standard (10 %, 3,5 km/h), apparemment plus objective, ne reflète pas non plus parfaitement la réalité quotidienne. En attendant l'utilisation de système à base GPS il faut encourager les claudicants à chiffrer leur DM à l'aide d'un podomètre.

Douleurs de décubitus (DD)

Les douleurs de décubitus d'origine ischémique intéressent d'abord l'avant-pied, les orteils (le patient les décrit d'ailleurs volontiers en coiffant l'avant-pied de sa main). Ces douleurs évoluent avec la pression résiduelle à la cheville. On distingue ainsi 3 degrés de DD :

1. au début, il s'agit de douleurs de primo-décubitus qui s'estompent en mettant le talon au bord du lit ;
2. puis le patient est obligé de laisser pendre la jambe hors du lit pour trouver le sommeil ;
3. puis le patient est obligé de passer la nuit assis au fauteuil, à ce stade un œdème du pied et de la cheville s'installe. Les limites de ce symptôme sont le seuil individuel de sensibilité à la douleur et une éventuelle neuropathie sensitive.

Examen en coupe

L'examen ED ne doit pas tomber dans le piège de l'artériographie conventionnelle qui pouvait sous-estimer, majorer, voire méconnaître des sténoses suivant le plan de coupe dans l'axe du vaisseau. L'examen en coupe longitudinale est utilisé pour les mesures de vitesses et pour dessiner les parois, le luminogramme en ED couleur. Pour une mesure de diamètre ou de sténose au caliper, il est sujet à l'erreur d'une coupe en sécante et non pas dans le diamètre axial.

Les mesures de calibre, les mesures de sténose en planimétrie doivent être faites, chaque fois que possible, en coupe transversale en section circulaire stricte.

Index de pression systolique à la cheville, IPSc (erreur de mesure) [9, 10]

Le coefficient de variation (1 écart-type/moyenne) de la mesure de pression à la cheville à l'aide d'une sonde Doppler 8/10 MHz est de 6 à 8 % quelle que soit l'artère. Celui de la mesure pression humérale au stéthoscope ou à l'aide d'une sonde Doppler 8/10 MHz est de 5 %. La déviation standard de la mesure de l'IPSc est en moyenne de 0,06 à 0,11 tant en intra qu'en interobservateurs.

D'un examen à l'autre une variation relative d'IPSc ≤ 15 % n'est pas considérée comme significative, une variation ≥ 30 % est très significative. Entre les deux, la variation est jugée dans le contexte.

En valeur absolue un changement de 0,15 est considéré comme cliniquement significatif en l'absence de changement clinique, ce chiffre est abaissé à 0,10 en cas d'évolution clinique parallèle.

Index de pression systolique à la cheville et risque cardiovasculaire

L'AOMI est un puissant marqueur indépendant du risque cardiovasculaire (CV). Le patient avec AOMI symptomatique est plus à risque que le patient avec AOMI asymptomatique. Mais à même niveau d'IPSc, les patients ont à peu près le même risque CV et ce risque est inversement proportionnel à la valeur de l'IPSc au moment du diagnostic. Diehm *et al.* (GetABI) [9] ont montré qu'on pouvait distinguer 3 niveaux de risque CV croissant selon l'IPSc : 0,90–0,70 ; 0,70–0,50 et $< 0,50$.

Ischémie critique chronique [10, 12–15]

Le qualificatif « Ischémie critique chronique » de membre inférieur (ICC) définit un stade très avancé d'athérosclérose et d'insuffisance artérielle chronique d'un membre inférieur où le pronostic local et le pronostic vital sont clairement en jeu. L'ICC a été définie dans 3 documents.

Le consensus sur l'ICC de 1991 (le plus précis) la définit par l'un des deux critères suivants :

- existence de douleurs ischémiques de repos, récurrentes sous antalgiques, depuis au moins deux semaines avec pressions distales ≤ 50 mmHg à la cheville et/ou ≤ 30 mmHg à l'orteil ;
- ulcération ou gangrène du pied ou d'orteil(s) et pressions distales ≤ 50 mmHg à la cheville ou ≤ 30 mmHg à l'orteil.

Une description plus précise est nécessaire en recherche clinique, elle associe :

- imagerie précise des artères de la jambe et du pied ;
- mesure de pression à l'orteil pour tout patient (≤ 30 mmHg) ;
- mesure de TcPO₂ à l'avant-pied (≤ 10 mmHg en décubitus insensible à l'inhalation d'oxygène).

Le document TASC I a tenu compte des critiques quant aux seuils de pression jugés trop sévères et aux réalités de

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

458 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

la pratique quotidienne. Le terme d'ICC est à utiliser pour tout patient avec douleurs ischémiques de repos, ulcère ou gangrène imputable à une AOMI objectivement prouvée. Les termes « imputables à » et « objectivement prouvée » sont ici très importants. La recommandation 74 précise le cadre hémodynamique de validation de l'ICC pour les essais cliniques ou les publications : pression à la cheville < 50–70 mmHg, pression à l'orteil < 30–50 mmHg, TcPO₂ à l'avant-pied < 30–50 mmHg.

Le document TASC II garde la même définition clinique et les mêmes critères de pression distale que TASC I, mais revient sur le seuil de TcPO₂ (< 30 mmHg). Ce seuil de 30 mmHg n'est pas accepté par nombre de spécialistes qui le juge beaucoup trop généreux.

Au total, l'ICC exprime un stade de l'AOMI où le débit artériel nutritif à l'extrémité du membre ne suffit plus à couvrir les besoins métaboliques tissulaires au repos ; ce stade implique des lésions occlusives étendues et un lit d'aval réduit. Ces patients sont dans un statut d'affection maligne : à haut risque d'amputation majeure à court et moyen terme, à haut risque de complications et de décès cardiovasculaires, à haut risque de réduction de la qualité de vie pour les survivants même non amputés.

Lésions menaçantes [16]

Chez un patient claudicant ou asymptomatique, lésions artérielles d'un membre qui par leur nature, leur siège, leur répercussion hémodynamique sont, en elles-mêmes, aptes à faire basculer le pronostic vital de ce membre. Par exemple :

- lésions anévrismales compromettant le lit d'aval par embolisation à partir du thrombus mural (ex. : anévrismes poplités) ;
- lésions occlusives compromettant simultanément un axe principal et sa collatéralité (ex. : sténose très serrée de la bifurcation fémorale ou du tronc de la fémorale profonde et occlusion de l'artère fémorale superficielle) ;
- lésions occlusives engendrant un statut hémodynamique d'ischémie permanente chronique susceptible de transformer la moindre plaie du pied en gangrène (ischémie sous-critique).

Lit d'aval [17]

Le lit d'aval est un paramètre fondamental en hydraulique et en pathologie artérielle. La qualité du lit d'aval est corrélée au degré d'ischémie et à la perméabilité des pontages. La notion de lit d'aval se perçoit intuitivement, la difficulté vient avec la définition et la quantification du lit d'aval. Plusieurs cotations et scores ont été proposés (score jambier, score du pied), aucun n'est vraiment rentré en pratique quotidienne. Le plus simple, le plus pratique, est un score basé sur le principe suivant :

- 2 points pour une artère normalement perméable sans sténose > 50 % ou sans dégradation du signal Doppler entre poplitée basse et cheville ;
 - 1 point pour une artère perméable avec sténose(s) > 50 % ou avec dégradation modérée du signal Doppler entre poplitée basse et cheville ;
 - 0 point pour une artère occluse sans réinjection perçue (ou + si réinjection perçue).
- Soit une cotation du lit d'aval de 0 à 6/6.

Occlusion artérielle aiguë, ischémie aiguë de membre inférieur [18]

Occlusion artérielle aiguë et ischémie aiguë ne sont pas synonymes. L'une se rapporte à l'artère, l'autre aux tissus. Classiquement on distinguait l'occlusion artérielle aiguë (OAA) sans signe neurologique, l'OAA avec ischémie subaiguë sensitive et l'OAA avec ischémie aiguë sensitivomotrice. La première est un état instable, vulnérable, pouvant régresser vers l'ischémie chronique ou évoluer vers l'ischémie avec signes neurologiques. L'ischémie aiguë sensitivomotrice est une urgence vasculaire pour laquelle le délai de prise en charge se compte en quelques heures avant que l'ischémie ne devienne irréversible (dans l'ordre nerfs, muscles, peau). Avec Rutherford [18], on distingue les ischémies aiguës en :

- *viabiles non immédiatement menaçantes* : avec ischémie fluctuante sans aucun déficit neurologique, sans déficit important de la circulation cutanée, avec persistance d'un signal Doppler artériel et veineux audible à la cheville (avec une sonde 8 ou 10 MHz) ;
- *menaçantes récupérables* si un traitement *ad hoc* est immédiatement entrepris : douleurs ischémiques et ischémie cutanée manifestes (pâleur et froidure). Souvent pas de signal artériel Doppler audible à la cheville, un signal veineux est perceptible. Deux degrés sont distingués :
 - degré 1 (IIa) : troubles sensitifs absents ou mineurs limités aux orteils, pas de déficit moteur ;
 - degré 2 (IIb) : troubles sensitifs dépassant les orteils, déficit moteur mineur ou modéré, imposant une revascularisation dans les plus brefs délais ;
- *irréversibles* avec séquelles neurologiques et tissulaires inévitables : douleur ischémique broyante, peau cadavérique, paralysie sensitivo-motrice profonde. Aucun signal Doppler en distalité.

Occlusion fémoropoplitée

Occlusion fémoropoplitée est un terme générique pratique mais assez peu satisfaisant car il regroupe des cas de figures bien différents :

- occlusion longue de la seule artère fémorale (AFS) avec réinjection de la poplitée haute (le plus souvent asymptomatique ou devenant asymptomatique sous traitement médical en l'absence de sténose du tronc de la fémorale profonde ou de la collatérale de réinjection) ;
- occlusion courte de l'AFS plus ou moins bien suppléée par de petites branches de l'AFS ;
- occlusion poplitée (haute, moyenne ou basse, ou de la totalité de l'axe poplitée), la symptomatologie dépend du segment occlus ;
- occlusion fémoropoplitée basse d'un seul tenant ;
- occlusion fémorale + occlusion poplitée avec réinjection d'un très court segment de la jonction fémoropoplitée entre les deux.

Orteil bleu (syndrome de l'orteil bleu, blue toe syndrome)

Le syndrome de l'orteil bleu est caractérisé par le développement soudain de tache(s) bleue(s) ou pourpre(s) ischémique(s) sur un orteil, causée(s) par des micro-embolies.

athérocruriques à partir d'une lésion proximale ulcérée. On parle aussi d'ischémie digitale à pouds conservés.

Les lésions, spontanément douloureuses et sensibles à la palpation, sont en règle bien démarquées et entourées d'une aire variable de marbrure plus ou moins cyanique, voire de pétéchies. La cyanose peut s'exagérer en position jambe pendante et s'effacer à la pression, son aspect peut varier d'heure en heure. La douleur tend à s'amender en quelques jours. L'évolution peut se faire vers la nécrose cutanée ponctuelle voire la gangrène de l'orteil. Plusieurs orteils peuvent être touchés simultanément ou successivement, sur un même pied ou de façon bilatérale. Les accidents ischémiques peuvent se répéter dans le même territoire ou dans des territoires différents. Dans les formes extrêmes, toute la semelle plantaire est atteinte (cette variété est désignée sous le terme de « *trash foot* » ou « *pied poubelle* »). Le pronostic dépend de l'atteinte rénale.

Pièges poplités

Ils résultent de l'embryologie complexe du creux poplité et de l'artère poplitée (AP). Ils sont a- ou pauci-symptomatiques ou se manifestent par une séméiologie artérielle allant de la claudication du sujet jeune à des tableaux d'ischémie par thrombose poplitée d'autant plus sévère qu'ils auront été précédés de destruction du lit d'aval par micro-embolies itératives.

On distingue 4 types suivant le trajet de l'AP et l'élément compressif, ils ont en commun d'induire une compression extrinsèque lors de la mise en tension du muscle jumeau interne. Le trajet artériel est dévié selon des degrés divers, mais dans tous les cas l'artère n'est plus adjacente à la veine au niveau de l'anomalie anatomique. L'AP peut aussi parfois être comprimée à l'effort par des muscles jumeaux hypertrophiés.

Plusieurs méthodes ont été décrites pour mettre en évidence un piège poplité. La plus courante est la recherche de l'abolition du signal Doppler de l'artère tibiale postérieure lors de la contraction active du mollet en flexion plantaire ou dorsale contrariée du pied. Elle a l'avantage d'une excellente sensibilité diagnostique et l'inconvénient d'un diagnostic non spécifique. L'ED couleur permet d'identifier le niveau du piège anatomique lors de la manœuvre de dorsiflexion passive, le patient en décubitus ventral.

Pôle test [19]

Le pôle test est l'équivalent en mesure de pression du test de décoloration de la semelle plantaire en élévation du talon (mesure de l'« angle de suffisance artérielle » de Buerger). Quand on ne dispose pas d'un appareil de mesure de pression digitale, il permet d'apprécier avec une simple sonde Doppler la pression distale de perfusion chez les patients avec médiacalcose.

Le principe est la détection de l'arrêt du flux artériel à l'avant-pied* à la surélévation du talon jambe en extension du patient en décubitus. La hauteur correspondante

est mesurée sur une barre verticale graduée (d'où le terme anglais de « *pole* » test). Sur la barre, le zéro est à hauteur du cœur, environ 18 cm du plan du lit. La conversion en mmHg est faite sur la base 13 cm = 10 mmHg. L'objectif du test est l'évaluation de pressions < 50–70 mmHg (seuil d'ischémie critique chronique).

Pression à l'orteil

La mesure de pression systolique à l'orteil (gros orteil) est utilisée en cas de médiacalcose jambière suspectée ou avérée, en cas de suspicion de lésions des artères du pied et pour la quantification du degré d'ischémie.

Elle utilise un manchon adapté à la forme de l'orteil et un capteur de signal pulpaire. Toute méthode identifiant avec précision l'arrêt puis la réapparition du flux artériel digital est utilisable pour mesurer la pression digitale (capillaroscopie, pléthysmographie avec occlusion veineuse, laser Doppler). Quel que soit le capteur, le principe est le même. Le manchon est gonflé à pression supra systolique puis dégonflé lentement jusqu'à réapparition du signal artériel pulpaire. La pression dans le manchon à réapparition du signal est définie comme la pression digitale à l'endroit où a été placé le manchon (en règle en P1). L'examen est réalisé au repos en décubitus après acclimatation à température ambiante (la vasoconstriction cutanée augmente l'erreur de mesure et peut imposer le réchauffement préalable du pied). Les limites sont celles des conditions d'examen (tremblement, trouble trophique digital, orteil trop court ou déformé, couche cornée trop épaisse); la calcification des artères digitales est très rare.

La pression à l'orteil normale est de 120 ± 20 mmHg sans différence significative entre les orteils. Le seuil d'anormalité est à 80–60 mmHg. La valeur de 30 mmHg définit le seuil d'ischémie critique.

Signal Doppler (dégradation des profils de vitesse dans l'AOMI)

Le signal systolique normal des artères de membre inférieur a 3 composantes bien marquées (signal dit triphasique) : une onde de flux ample brève donnant un signal relativement aigu, puis une onde de reflux et une 2^e onde de flux. Ces deux dernières sont d'amplitude modeste par rapport à la 1^{re} onde positive, elles sont d'autant plus marquées que l'artère est plus souple. Un temps diastolique (70 à 80 % de la période cardiaque) sépare deux signaux systoliques, cette phase est muette ou marquée par un bruit sourd continu en cas de vasodilatation cutanée.

En dépistage, un signal normal triphasique est considéré comme témoignant de l'absence de sténose hémodynamiquement significative sur les artères en amont.

Les autres signaux (schéma *infra*) reflètent une perte de la compliance artérielle (signaux biphasiques sans 2^e onde positive) ou des lésions occlusives d'amont. La dégradation du signal avec les lésions d'amont se fait selon une échelle allant des signaux monophasiques asymétriques – à durée systolique normale (type 1), augmentée sans atteindre la période cardiaque (2a), occupant la période cardiaque (2b) – aux signaux monophasiques en cloche qui traduisent une ou des occlusion(s) d'amont (3a, 3b). Au fur et à mesure de

* Le signal artériel est détecté avec une sonde Doppler 8-10 MHz positionnée en regard d'une artère de cheville ou du pied : tibiale postérieure dans la gouttière rétro-malléolaire interne, pédieuse au cou-de-pied, fibulaire au bord antérieur de la malléole externe ou mieux intermétatarsienne du gros orteil en distalité de l'espace entre tendons extenseurs du gros orteil et du 2^e orteil (à ce niveau la mesure est pratiquement équivalente à une mesure de pression digitale).

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

460 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

l'intégration du signal, son amplitude systolique se réduit et un flux continu apparaît (si vasodilatation d'aval). À l'extrême, en cas d'occlusions multiples sus-jacentes, le signal est à peine pulsé (type 4), il faut alors veiller à ne pas le confondre avec un signal veineux.

Comme pour la palpation des pouls périphériques, il faut se méfier des patients aux extrémités froides et savoir réchauffer un pied avant de réaliser l'examen (la vasoconstriction cutanée augmente la résistance à l'écoulement au point d'induire des signaux pointus peu amples à onde de reflux minime). (Figure 11.1)

Signes d'insuffisance artérielle chronique sévère du pied (hors gangrène) [20, 21]

Les signes hémodynamiques de bas débit de perfusion sont en décubitus dorsal (a) la lenteur de la recoloration de la pulpe digitale (> 2 sec), (b) la lenteur de remplissage d'une veine du dos du pied (lent = clairement visible), (c) la décoloration de la semelle plantaire pied élevé à 30° par rapport au plan du lit (angle de suffisance artérielle de Buerger). En position assise jambe verticale, l'érythrocytose de déclivité du pied a même sens (signe de Ratschow).

Les signes trophiques d'ischémie tissulaire sont essentiellement le flétrissement chronique spontané des pulpes digitales et de la semelle du talon (syndrome de la pulpe digitale et de la coque talonnière vide avec contact osseux à la palpation).

Sténose

Plaque, sténose les deux mots sont souvent utilisés l'un pour l'autre alors que, étymologiquement et hémodynamiquement, les deux termes sont différents. Une plaque est un élément plutôt rigide, plutôt plat et en tout cas peu épais. Une sténose est quant à elle un rétrécissement anormal.

Une sténose est définie par rapport au calibre normal intima-intima régulier de l'artère en amont et par les perturbations de vitesse (de débit et de pression) qu'elle induit. En hydraulique, on admet qu'une sténose ne perturbe pas le flux jusqu'à une réduction de section de 70 %. Mais il faut considérer que :

- la forme de la sténose (courte vs longue, centrée vs excentrée, à contour régulier/lisse vs irrégulier/cratériforme) intervient dans l'effet de la sténose sur les vitesses locales et le retentissement d'aval;
- l'effet d'une sténose, le gradient de pression, varie avec le débit en amont et la résistance en aval.

Ce dernier point est très important au niveau des artères de MI. Une sténose courte sur artère souple peut être muette en débit de repos mais parler en débit d'effort et ce d'autant plus que l'effort est plus intense. Les sténoses étagées sont fréquentes et la perte de charge induite par une première sténose minimise l'effet de la suivante. La sommation des effets de sténoses peut aboutir à un effet d'occlusion.

TcPO₂, pression transcutanée d'oxygène [22]

La pression d'O₂ transcutanée correspond à la quantité d'O₂ arrivée à dissolution et consommée dans la solution électrolytique de la chambre de mesure de l'électrode après avoir

franchi la paroi vasculaire, le tissu sous-cutané, le derme, l'épiderme (non vascularisé), d'éventuels enduits gras ou squames, la solution contact et la membrane de l'électrode. La diffusion de l'O₂ est favorisée par chauffage du corps de l'électrode à 44 °C. Le site de mesure standard est au dos de l'avant-pied, au niveau de la partie la plus charnue du premier espace intermétatarsien. À l'état basal, peau à 37 °C, la PO₂ cutanée est très basse (3 à 4 mmHg). La température cutanée étant portée à 44 °C par le corps chauffant de l'électrode, la valeur normale de TcPO₂ à l'avant-pied est de 60 à 64 mmHg (1 ds = 9).

L'intérêt essentiel de la mesure de TcPO₂ à l'avant-pied est la quantification du degré d'ischémie dans l'AOMI. La TcPO₂ est :

- normale ou sensiblement normale chez le patient asymptomatique ou claudicant;
- < 35 mmHg en décubitus chez le patient AOMI en ischémie chronique permanente non critique du pied (douleurs de décubitus ischémiques, troubles trophiques secondaires à l'AOMI);
- ≤ 10 mmHg en décubitus en ischémie chronique critique (selon le Consensus 1991). Le pronostic peut être affiné par la réaction à verticalisation de la jambe (position assise) et à l'inhalation d'O₂.

La TcPO₂ est aussi utile pour la détermination d'un niveau d'amputation (en complément du jugement clinique), l'évaluation d'un moignon d'amputation douloureux (diagnostic de moignon ischémique).

Temps de montée systolique (TMS)

Le temps pour parvenir au pic du signal artériel est un paramètre utile pour juger des freins d'amont et indirectement de la suppléance. Ce paramètre est aussi sous influence de l'éjection aortique.

Selon le type et les qualités de l'artère, le pic de vitesse systolique maximale est pointu, bifide ou plus ou moins émoussé. Le TMS est normalement mesuré de l'origine (pic de l'onde) du signal systolique au premier pic de vitesse systolique (pic systolique précoce) ou fin de la phase d'ascension rapide.

Pour une artère alimentant un territoire à haute résistance à l'écoulement (artères des MI), le TMS est normalement rapide (20 à 40 m/sec.)

L'accélération est d'autant plus diminuée, le TMS est d'autant plus long qu'il existe un frein d'aval plus important (sténose, occlusion). Passé un certain stade, la décélération du signal se ralentit également (le signal est dit intégré). Le qualificatif *parvus tardus* désigne un signal dont le TMS est augmenté, l'amplitude est diminuée et la décélération est ralentie. Ce signal « en chapeau melon » signifie que le flux enregistré est un signal de réinjection (c'est-à-dire empruntant un réseau collatéral).

Test de marche sur tapis roulant, test de Skinner-Strandness [23-25]

Les modalités de ce test de marche sur tapis roulant varient avec l'objectif à atteindre :

- affirmer ou exclure une AOMI chez un patient dont l'examen en décubitus au repos est normal;

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 11. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler

- mesurer la distance de marche dans des conditions normalisées chez un patient avec AOMI ou analyser une claudication dont l'origine artérielle est sujette à caution chez un patient avec AOMI ;
- évaluer le retentissement hémodynamique d'une AOMI par l'évolution de la pression à la cheville post-effort.
- Dans le protocole initial de Skinner-Strandness, le tapis roulant est réglé pour une vitesse de 3,2 km/h (2 mph) et une pente 10 à 12 %. On distingue actuellement 3 types de protocole :
- C-test (*Constant load treadmill*) : vitesse fixe entre 2 et 4 km/h, pente fixe entre 0 et 12 %.
- G-test (*Graded load treadmill*) : vitesse fixe (en général 3,2 km/h, pente croissante +2 % toutes les 2 min ou +3,5 % toutes les 3 min).
- P.T.S.-test (*Pain threshold speed*) : 1,5 km/h pendant 1 min (*warm up*) puis augmentation de la vitesse de 0,1 km/h tous les 10 m.

Pour un effort de marche standard chez un sujet normal, au décours immédiat de l'effort, la TA au membre supérieur a plus ou moins augmenté, la pression à la cheville est restée stable ou n'a pas baissé de plus de 10 mmHg. L'IPSc ne doit pas baisser de plus de 15 % [8]. Si la chute de pression à la cheville est > 20 % et si le temps de récupération de l'IPSc de base est > 3 min, le test est anormal. Chez le sportif de haut niveau, pour un effort intense, la chute de l'IPSc peut être plus importante en l'absence de sténose (jusqu'à 0,70 chez un coureur, jusqu'à 0,50 chez un cycliste).

La mesure de la pression à la cheville au décours immédiat de l'effort et jusqu'à sa récupération (ou jusqu'à 20 min) permet d'évaluer la perte de charge liée aux lésions occlusives sur l'arbre artériel des membres inférieurs et la suppléance par les modalités de retour à l'état basal. La mesure parallèle de la pression humérale permet de dessiner la courbe de récupération de l'IPSc. La surface entre cette courbe, l'ordonnée et la droite à la valeur de l'IPSc de base définit la fenêtre ischémique (IW) qui est probablement le meilleur paramètre d'évaluation d'une insuffisance artérielle de MI [26].

Troubles trophiques (TT)

Les ulcérations et gangrènes directement secondaires à l'insuffisance artérielle siègent aux orteils et sur les zones de frottement du pied. Elles sont le plus souvent douloureuses, plus ou moins sèches ou plus ou moins humides et nécrotiques ; les gangrènes sèches momifiées ne sont pas douloureuses.

L'évaluation d'un TT chez le patient avec AOMI n'est pas aisée par la seule clinique [21] :

- l'AOMI peut être contingente, le TT est indépendant de l'AOMI ;
- l'AOMI, l'insuffisance artérielle, peut être un facteur aggravant (entravant la cicatrisation d'une plaie quelconque) mais non causal ;
- l'AOMI, l'insuffisance artérielle, peut être directement responsable du TT qu'il soit accidentel ou de survenue spontanée au stade ultime de l'AOMI.

Pour un diagnostic précis il faut chercher d'autres signes d'ischémie chronique au niveau du pied^{G21} et avoir recours à des tests hémodynamiques de validation et quantification du degré d'ischémie (pression digitale, TcPO2 à l'avant-pied).

Variation des artères de jambe (dysgénésies) [27]

Les variations anatomiques des artères de jambe concernent près de 10 % de la population.

L'artère tibiale antérieure est absente ou hypoplasique dans 6 % des cas. L'artère tibiale postérieure peut aussi être absente ou hypoplasique, la plantaire interne peut venir de l'artère fibulaire (5 %). Plus rarement (< 1 %) l'artère fibulaire est de type embryonnaire avec un seul tronc jambier se divisant au-dessus de la cheville en branche antérieure et postérieure.

Chez les sujets normaux, le pouls pédieux est absent dans 7 à 9 % des cas, le pouls tibial postérieur est absent dans 3 à 4 % des cas, les deux sont absents dans moins de 1 % des cas (dans ces deux situations, il existe un pouls péronier au bord antérieur de la malléole externe).

Vascularisation artérielle du pied

Artère pédieuse

L'artère pédieuse continue l'artère tibiale antérieure (TiA) au bord inférieur du ligament annulaire antérieur du cou-de-pied dans 87 % des cas (74 à 99 %), elle se dirige obliquement en avant et en dedans, et se termine en s'anastomosant à la plantaire externe dans le 1^{er} espace interosseux. Son calibre interne moyen est de 2,1 ± 0,5 mm. Elle naît de la branche antérieure de l'artère fibulaire dans 7 % des cas. Elle est absente (ou très grêle) dans 4 à 7 % des cas.

Artère plantaire interne

Plus petite branche de division de l'artère tibiale postérieure au sortir du canal calcanéen. Elle se termine au niveau de la tête du 1^{er} métatarsien, soit en se continuant par la collatérale interne du gros orteil, soit en s'anastomosant avec l'interosseuse plantaire du 1^{er} espace.

Artère plantaire externe

Branche de division la plus importante de l'artère tibiale postérieure. Elle se dirige obliquement du canal calcanéen à la base du 5^e métatarsien où elle s'incurve en dedans en une arcade qui donnera les collatérales plantaires.

Vélocimétrie Doppler pulsé : paramètres

Contrairement aux artères de territoire à basse résistance à l'écoulement (artères à destinée cérébrale, rénale ou digestive) pour lesquelles on tient compte des vitesses systoliques et télédiastoliques, pour les membres inférieurs on ne tient guère compte que du pic de vitesse systolique (PSV, *Peak Systolic Velocity*). Un flux diastolique est noté en cas de vasodilatation d'aval ou sur une sténose très serrée. Il se mesure en télédiastole (*End Diastolic Velocity*, EDV).

L'accélération de vitesse sur une sténose traduit de l'équation de continuité^{G33}. Elle s'exprime en valeur absolue (PSV) et en valeur relative par rapport au flux normal d'amont (SVR, *Systolic Velocity Ratio* = $PSV_{sténose} / PSV_{normal}$). Les vitesses doivent être mesurées en respectant les règles ci-dessous^{G30} (Figure 11.2).

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

462 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

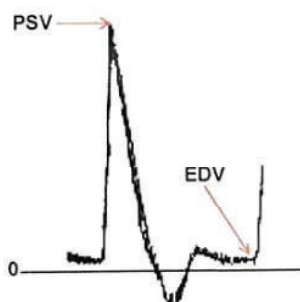


Figure 11.2 Courbe Doppler normale d'une artère destinée à un territoire à résistances vasculaires élevées.

Vélocimétrie Doppler pulsé : règles

Le codage couleur est d'abord et avant tout destiné à placer au mieux le tir pulsé.

- **T-Angle de tir** : angle formé par la direction du tir Doppler et l'axe de l'artère étudiée. Cet angle doit être compris entre 45 et 60°.
- **V-Correction d'angle** : placer le vecteur vitesse dans l'axe de la lumière artérielle, c'est-à-dire l'axe de l'artère en cas de sténose modérée ou courte ou l'axe de la sténose en cas de sténose longue à trajet oblique par rapport à l'axe de l'artère.
- **p-Largeur de porte** ou dimension de la fenêtre de tir Doppler pulsé. Si surcharge, plaque ou sténose modérée, la largeur de porte est $\geq 2/3$ de la lumière artérielle. Si sténose serrée, la porte est réduite à la lumière résiduelle (Figure 11.3).

Vélocimétrie : valeurs normales (Tableau 11.1)

Vélocimétrie : sténoses

Une des particularités des artères de MI est qu'entre les vitesses témoignant indiscutablement d'une sténose serrée et les vitesses dans les limites de la normale, il y a toute une variété de lésions qui parlent ou ne parlent pas suivant l'état de souplesse de l'artère qui la supporte, la compliance artérielle et le tonus vasomoteur d'aval, et le débit traversant ces lésions (débit de repos, débit d'effort).

Pour les sténoses iliaques, tous les auteurs agréent pour dire que l'examen ED iliofémoral de base doit être complété par un test d'hyperémie en cas d'examen de repos normal et de suspicion clinique de sténose iliaque, ou pour s'assurer de l'absence de sténose iliaque avant pontage sous-inguinal.

Les sténoses de l'axe fémoropoplité étant plus souvent étagées, soit on en fait une évaluation globale indirecte en comparant signaux Doppler en fémorale commune et en poplitée, soit on les quantifie pas-à-pas en les localisant en ED couleur et en utilisant les rapports de vitesse systolique.

Schématiquement $SVR > 2 = \text{sténose} > 50 \%$, $SVR > 3 = \text{sténose} > 70 \%$.

Les sténoses sur greffon veineux fémoropoplité sont un cas particulier. Des données solides ont été apportées par Bandyk, Mills et Mofidi [28-31]. Elles sont recherchées en ED couleur, de l'anastomose proximale à l'anastomose distale, et gérées sur les bases suivantes :

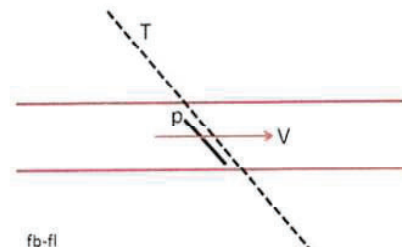


Figure 11.3 Angle de tir Doppler.

Tableau 11.1 Vitesses systoliques maximales (PSV) normales en débit de repos chez 100 sujets (30 à 80 ans) sans facteur de risque vasculaire ni AOMI)*

Artère (A.)	PSV (Valeur médiane, cm/sec)	1ds	CV %
A. Iliacque commune	103	26	26 %
A. Iliacque externe proximale	109	30	28 %
A. Iliacque externe ascendante	102	30	29 %
Jonction iliofémorale	107	33	30 %
A. Fémorale commune	84	22	25 %
A. Fémorale profonde (tronc)	57	16	27 %
A. Fémorale proximale	87	18	20 %
A. Fémorale médiale	83	20	23 %
A. Fémorale distale	78	21	26 %
A. Poplitée haute	57	12	21 %
A. Poplitée moyenne	50	13	26 %
A. Poplitée basse	60	15	24 %
A. Tibiale postérieure proximale	53	16	30 %
A. Tibiale postérieure distale	56	18	31 %
A. Fibulaire proximale	47	13	28 %
A. Fibulaire distale	39	16	38 %
A. Tibiale antérieure proximale	50	16	31 %
A. Tibiale antérieure distale	53	20	36 %

* Travail collectif SFMV 2002, FB-FL coordonnateurs.

- $PSV < 200$ cm/sec et $SVR < 2$: acceptable, incidence de thrombose du pontage est $< 3 \%$ par an ;
- $PSV 200$ à 300 cm/sec et $SVR 2$ à $3,5$: progression vers une sténose critique dans 63 % des cas, stabilisation ou régression dans 32 % des cas, occlusion 1,5 %/an ;
- $PSV > 300$ cm/sec et $SVR > 3,5$: occlusion 78 % des cas (quasi toujours dans les 4 mois).

Principe de continuité

Équation de continuité, ou équation de conservation de la masse, cette formule traduit le fait que dans un tube donné, sous certaines conditions notamment l'absence de branchement, le débit est le même à travers toutes sections droites

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 11. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler

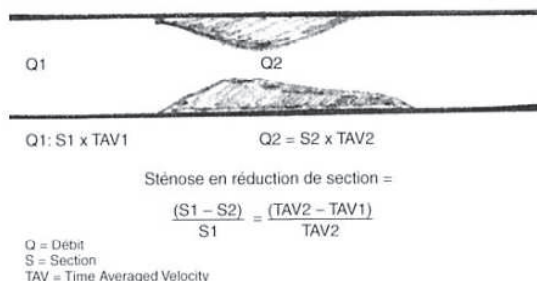


Figure 11.4 Sténose artérielle.

de ce tube. Appliquée à une artère sans collatérale entre deux points de mesure, l'équation de continuité permettrait d'évaluer une sténose en rapport de sections à partir des vitesses moyennes vraies (intégrale des vitesses moyennes instantanées, TAV⁽¹⁵⁾) (Figure 11.4).

Zone clé (axe, bifurcation)

Les zones clés sont des axes ou des bifurcations qui, directement ou indirectement « contrôlent » un vaste territoire artériel en aval, par exemple la bifurcation aortique et l'iliaque commune, la bifurcation fémorale, l'axe « artère poplitée moyenne-tronc tibiopéronier ».

Annexe 2 : bases techniques

Matériel écho-Doppler

Doppler continu

Examen de base pour l'éducation à la pratique des examens ultrasoniques vasculaires. Indispensable pour l'examen de type 1 et l'examen des artères du pied.

Avantages : excellente sensibilité. Mise en œuvre et réalisation facile pour une pratique experte.

Limites : mauvaise discrimination spatiale des flux, vitesses circulatoires réelles non mesurables.

Utilisation : examen de dépistage ou complémentaire à l'ED Couleur. Dépistage de l'AOMI par mesure de l'IPSc, Test d'hyperémie en fémorale commune. Parfois en appui de l'ED en cas de difficultés techniques liées à la localisation de la lésion, ou à l'existence de calcifications.

Sondes : (sonde stylo de préférence) de fréquence 4 à 5 MHz pour les gros vaisseaux, et 8 à 10 MHz pour les artères distales et les flux pulpaux dans les circonstances hémodynamiques de bas débit.

Écho-Doppler pulsé et couleur

Technique de référence pour l'exploration des axes artériels des membres inférieurs.

Avantages : autorise une analyse morphologique de la paroi et de la lumière du vaisseau (mode B) et une analyse simultanée en temps réel du flux selon différents modes (pulsé, couleur, énergie).

L'affichage de l'angle de tir Doppler permet une mesure objective des vitesses circulatoires.

Limites : L'existence de calcifications des parois vasculaires peut être responsable d'une ombre acoustique qui

masque tout signal ultrasonore en regard. La quantification précise des vitesses circulatoires nécessite d'obtenir un angle du tir Doppler $\leq 60^\circ$ et de disposer d'une fenêtre de tir (porte) recouvrant toute la lumière artérielle.

Sondes. L'examen ED des membres inférieurs utilise principalement une sonde linéaire en sous-inguinal. En sous-inguinal, il est préférable d'utiliser une sonde convexe qui permet une meilleure accessibilité des iliaques et de l'aorte abdominale. L'important est de disposer de deux ou trois sondes et de choisir la plus adaptée à la morphologie du patient et à la profondeur des vaisseaux.

La fréquence de la sonde en mode B doit être ≥ 5 MHz. Les sondes linéaires « large bande » de 4 à 10 MHz sont particulièrement bien adaptées à l'étage sous-crural. La fréquence de la sonde convexe doit être de 2 à 4 MHz. La fréquence de la sonde en mode Doppler pulsé doit être de 4 à 5 MHz.

Modalités d'utilisation des technologies ED

Techniques principales

- Échographie mode B : analyse morphologique des parois et de la lumière artérielle, du thrombus.
- Doppler pulsé : analyse du spectre Doppler et quantification des vitesses circulatoires et du rapport de vitesses avec optimisation de la ligne de tir Doppler et correction pertinente de l'angle par rapport à l'axe du flux.
- Doppler couleur : repérage des zones d'accélération et de turbulences du flux sanguin et repérage de l'orientation précise du jet de la sténose.
- Doppler énergie : luminogramme (angiographie ultrasonore).

Techniques complémentaires

- Échographie TM : analyse de la pulsatilité artérielle en particulier pour la mesure des anévrysmes en phase systolique ou pour la dynamique d'un lambeau flottant en présence d'une dissection.
- Mode panoramique : reconstruction d'images bidimensionnelles à partir du signal échographique et Doppler de base.
- Mode 3D : reconstruction d'images tridimensionnelles à partir du signal échographique.
- Agents de contraste ultrasonore : optimisation d'un signal Doppler de base insuffisant. Peu utilisé au niveau des membres inférieurs (réservé à l'ischémie critique).

Réglages écho-Doppler

En mode B

- La profondeur et la focalisation doivent être ajustées à la situation anatomique du vaisseau.
- Le gain et la dynamique doivent être ajustés à l'échogénicité des tissus à examiner.
- La lumière artérielle normale doit être « vide d'écho ».

En mode Doppler pulsé

- L'échelle de vitesse doit être ajustée aux vitesses systoliques maximales, normales et pathologiques, de l'artère explorée.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

464 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

- La taille du volume de mesure (la largeur de la porte) doit être ajustée au diamètre du vaisseau examiné (2/3 médian), l'angle du tir Doppler par rapport à l'axe du flux doit être $\leq 60^\circ$. La correction d'angle éventuelle doit impérativement être affichée.

En mode couleur

- Le réglage du gain, de la priorité et de la persistance permet l'obtention d'une meilleure image couleur.
- La boîte couleur doit être orientée pour obtenir un angle de tir optimal : le Doppler couleur est un système Doppler pulsé multiligne et multiporte.
- L'échelle de vitesse (PRF) doit être réglée en fonction de la vitesse moyenne en Doppler pulsé, en général de l'ordre de 20 à 25 cm/s pour les gros vaisseaux, de façon à éviter les phénomènes d'aliasing et d'*overpainting*.
- Le pixel couleur traduisant une vitesse moyenne, le bon réglage implique que la colorisation doit persister en phase diastolique.
- L'utilisation des filtres de paroi masque les vitesses basses.
- Le gain et la persistance doivent être ajustés aux vitesses de l'artère explorée, de façon à éviter les phénomènes d'aliasing et d'*overpainting*.

En pratique, Réglage de base du Doppler couleur :
 PRF = 20-25 cm/s, Filtre paroi = minimum, Persistance image = moyenne, Priorité couleur = normale, Gain réception : 70 %.

En mode énergie

Le Doppler puissance mesure la variation d'énergie du signal. L'adaptation spécifique du gain, de la priorité et de la persistance permet l'obtention d'une image fiable :

- indépendant de l'angle d'insonification et des vitesses : PRF : 1 000 à 1 200 Hertz ;
- l'utilisation des filtres de paroi élevés ne masque pas les vitesses basses. Elle est conseillée pour éviter les « bavures » du signal lors des balayages en coupe transversale ;
- la priorité couleur haute est conseillée ;
- la persistance élevée permet un codage correct de la lumière artérielle et de l'interface sang-intima ;
- le gain à la réception doit être ajusté à la profondeur et à l'hémodynamique de l'artère explorée ;
- le phénomène aliasing et d'*overpainting* est peu fréquent avec des réglages optimisés.

En pratique, Réglage de base du Doppler énergie :
 PRF = 1 000-1 200 Hertz, Filtre paroi = Haut, Persistance image = haute, Priorité couleur = haute, Gain réception : 70 %.

Caractérisation échographique

La caractérisation échographique ne revêt pas aux membres inférieurs la même importance que pour les sténoses carotides. Elle est surtout intéressante en cas d'insuffisance artérielle sévère récente ou récemment aggravée, en cas de suspicion d'embolie ou de thrombose récente, en cas d'artériopathie non athéromateuse (analyse échographique de la paroi).

La caractérisation des lésions se fait en coupe longitudinale et transversale en ayant au préalable veillé à l'optimisation des gains, à l'angulation du faisceau ultrasonore par rapport à l'artère étudiée (90° en mode B, $< 60^\circ$ en mode couleur), à la focalisation en profondeur sur l'artère étudiée.

L'échogénéité d'une sténose est définie en mode B en termes d'échodensité (anéchoïque, hypoéchogène, isoéchogène, hyperéchogène) et d'échostructure (homogène ou hétérogène).

L'échodensité s'apprécie visuellement par rapport au sang circulant normal (anéchoïque), par rapport aux muscles adjacents (isoéchogène), par rapport aux tendons, aux calcifications, aux vertèbres (hyperéchogène). Une façon simple de régler les gains est de faire en sorte que le sang circulant normal apparaisse parfaitement noir et sans écho.

La surface de la plaque est étudiée en ajoutant le codage couleur du flux réglé de telle manière qu'il dessine au mieux la face luminale de l'artère (le mode puissance est ici particulièrement intéressant). Il faut se garder de faire de l'anatomopathologie en ED.

Remerciements

Nous remercions les médecins vasculaires qui ont participé aux discussions suivant les présentations des différentes étapes de la construction de ce Standard qualité lors des Congrès de la Société française de médecine vasculaire. Nous remercions L. Bressollette, J. Constans, M. Dadon, M. Fezolowicz, P. Giordana, J.L. Guilmet, J.Y. Laffont, J.P. Laroche, G. Miserey, J.C. Saby, M.A. Sevestre, J.C. Wautrecht qui ont fait part de leur avis après publication de la version préliminaire de ce Standard qualité dans la *Lettre de médecine vasculaire*.

Références

- Directives ISO/CEI – partie 2 : Règles de structure et de rédaction des normes internationales. 5^e éd. 2004 (§ 3.1.).
- Rutherford Chairman RB. Suggested standards for reports dealing with lower extremity ischemia. Prepared by the Ad Hoc Committee on Reporting Standards, Society for Vascular Surgery/North American Chapter, International Society for Cardiovascular Surgery. *J Vasc Surg* 1986; 4(1) : 80-94.
- Becker F, Baud JM. Dépistage des AAA et surveillance des petits AAA : argumentaire et recommandations de la SFMV. *J Mal Vasc* 2006; 31 : 260-76.
- Ascher E, Hingorani A, Markevich N, Schutzer R, Kallakuri S. Acute lower limb ischemia : the value of duplex ultrasound arterial mapping (DUAM) as the sole preoperative imaging technique. *Ann Vasc Surg* 2003; 17 : 284-9.
- Hingorani AP, Ascher E, Marks N. Duplex arteriography for lower extremity revascularization. *Perspect Vasc Surg Endovasc Ther* 2007; 19 : 6-20.
- Becker F. Dictionnaire des termes de médecine vasculaire. Pathologie artérielle. Elsevier Masson; 2008.
- Johnston KW, Rutherford RB, Tilson MD, Shah DM, Hollier L, Stanley JC. Suggested standards for reporting on arterial aneurysms. Subcommittee on Reporting Standards for Arterial Aneurysms, Ad Hoc Committee on Reporting Standards, Society for Vascular Surgery and North American Chapter, International Society for Cardiovascular Surgery. *J Vasc Surg* 1991; 13 : 452-8.
- Becker F, Boissel JP, Boissier C, Bounameaux H, Camelot G, Constans J, et al. Les claudications intermittentes. *J Mal Vasc* 2005; 30 : 4513-28.
- Becker F, Brenot R, Perrin M. L'indice de pression à la cheville, « balise » de la surveillance à terme d'une AOMI. *J Mal Vasc* 1985; 10 : 37-42.
- Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, Nehler MR, Harris KA, Fowkes FGR, TASC II Working Group. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II). *J Vasc Surg* 2007; 45 : S5-67.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 11. Standards de qualité pour la pratique des examens Doppler et écho-Doppler

- [11] Diehm C, Allenberg JR, Pittrow D, Mahn M, Tepohl G, Haberl RL, et al. German Epidemiological Trial on Ankle Brachial Index Study Group. Mortality and vascular morbidity in older adults with asymptomatic versus symptomatic peripheral artery disease. *Circulation* 2009; 120 : 2053-61.
- [12] Second European Consensus Document on Chronic Critical Leg Ischemia. *Circulation* 1991 Nov; 84(Suppl. 4).
- [13] Dormandy JA, Rutherford RB. Management of peripheral arterial disease (PAD). TASC Working Group. TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 2000; 31 : S1-S296.
- [14] Prise en charge de l'AOMI athéroscléreuse. HAS; 2006.
- [15] Becker F, Loppinet A. Ischémie critique chronique de membre inférieur : évolution des idées, définition, diagnostic et prise en charge. *Ann Cardiol Angeiol* 2007; 56 : 63-9.
- [16] CEMV (Angioweb). Explorations fonctionnelles vasculaires. www.angioweb.fr
- [17] Stewart AHR, Lucas A, Smith FCT, Baird RN, Lamont PM. Pre-operative hand-held Doppler run-off score can be used to stratify risk prior to infrainguinal bypass surgery. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2002; 23 : 500-4.
- [18] Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, Johnston KW, Porter JM, Ahn S, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia. Joint Council of The Society For Vascular Surgery and the North American Chapter of the International Society for Cardiovascular Surgery (SVS/ISCVS). *J Vasc Surg* 1997; 26 : 517-38.
- [19] Paraskevas N, Ayari R, Malikov S, Mollo M, Branchereau P, Hut F, et al. 'Pole test' measurements in critical leg ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 31 : 253-57.
- [20] Tooke JE, Lowe GDO. A Textbook of Vascular Medicine. Ed. Arnold; 1996, in Chapter 15 Critical Limb Ischemia.
- [21] Juergens JL, Spittell JA, Fairbairn JF. Peripheral Vascular Diseases. Saunders W.B. Ed; 1980.
- [22] Becker F, Léger P. Explorations microcirculatoires Ch 6. In : Boccalon H, Lacroix PH, editors. Artériopathies des Membres. Paris : Masson; 2001. p. 62-71.
- [23] Skinner JS, Strandness Jr. DE. Exercise and Intermittent claudication. I Effect of repetition and intensity of exercise. *Circulation* 1967; 36 : 15-22.
- [24] Skinner JS, Strandness Jr. DE. Exercise and Intermittent claudication. II Effect of physical training. *Circulation* 1967; 36 : 23-9.
- [25] Strandness DE, Sumner DS. Hemodynamics for surgeons. Grune & Stratton; 1975.
- [26] Feinberg RL, Gregory RT, Wheeler JR, Snyder Jr. SO, Gayle RG, Parent 3rd. FN, et al. The ischemic window : a method for the objective quantitation of the training effect in exercise therapy for intermittent claudication. *J Vasc Surg* 1992; 16 : 244-50.
- [27] Lippert H. Arterial Variations in Man. Bergmann Verlag; 1985.
- [28] Roth SM, Bandyk DE. Duplex imaging of lower extremity bypasses, angioplasties, and stents. *Sem Vasc Surg* 1999; 12 : 275-84.
- [29] Mills Sr. JL, Wixon CL, James DC, Devine J, Westerband A, Hughes JD. The natural history of intermediate and critical vein graft stenosis. Recommendations for continued surveillance or repair. *J Vasc Surg* 2001; 33 : 273-80.
- [30] Mofidi R, Kelman J, Berry O, Bennett S, Murie JA, Dawson AR. Significance of the early postoperative duplex result in infrainguinal vein bypass surveillance. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2007; 34(3) : 327-32.
- [31] Tinker CN, Bandyk DE. Detection of imminent vein graft occlusion : what is the optimal surveillance program? *Semin Vasc Surg* 2009; 22(4) : 252-60.
- [32] Baril DT, Rhee RY, Kim J, Makaroun MS, Chaer RA, Marone IK. Duplex criteria for determination of in-stent stenosis after angioplasty and stenting of the superficial femoral artery. *J Vasc Surg* 2009; 49(1) : 133-8; discussion 139.
- [33] Humphries MD, Pevec WC, Laird JR, Yeo KK, Hedayati N, Dawson DL. Early duplex scanning after infrainguinal endovascular therapy. *J Vasc Surg* 2011; 53(2) : 353-8.
- [34] Shrikhande GV, Graham AR, Aparajita R, Gallagher KA, Morrissey NJ, McKinsey JE, et al. Determining criteria for predicting stenosis with ultrasound duplex after endovascular intervention in infrainguinal lesions. *Ann Vasc Surg* 2011; 25(4) : 454-60.

Chapitre 15

Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler dans le cadre de la maladie thrombo-embolique veineuse des membres inférieurs

F. Becker, A. Elias, M.-T. Barrellier, L. Beyssier-Weber, D. Bravetti, J. Emmerich, N. Falvo, C. Gaillard, G. Lance, G. Miserey, P. Ouvry, G. Pernod, S. Saragosti, M.-A. Sevestre-Pietri, B. Terriat, D. Wahl, pour la SFMV

PLAN DU CHAPITRE

Niveaux d'examen de l'écho-Doppler veineux des membres inférieurs	516	Iconographie	526
Examen complet de référence (examen de niveau 3)	516	Assurance qualité	526
Examen ciblé (examen de niveau 1)	516	Critères de qualité	526
Indications de l'écho-Doppler veineux	516	Formation et pratique	526
Écho-doppler en situation d'urgence.	516	Procédures générales d'évaluations	526
Méthodologie et réalisation pratique de l'écho-Doppler veineux	521	Autoévaluation de la qualité de l'examen echo-doppler réalisé chez un patient donné	526
Examen complet de référence (examen de niveau 3)	521	Annexes	527
Examen ciblé (examen de niveau 1)	524	Annexe 1 : anatomie	527
Compte rendu d'examen	525	Annexe 2 : évaluation de la probabilité clinique, scores de probabilité clinique prétest	528
Les renseignements administratifs	526	Annexe 3 : valeur des explorations pour la confirmation ou l'exclusion du diagnostic de TVP des MI	528
Les renseignements médicaux	526	Annexe 4 : valeur des explorations pour la confirmation ou l'exclusion du diagnostic d'EP	529
Description des résultats de l'examen écho-doppler et de ses limites éventuelles	526	Annexe 5 : évaluation par ultrasons des lésions post-thrombotiques	529
Synthèse diagnostique	526		

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

516 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Résumé

Principes généraux des standards de qualité pour la pratique des examens écho-Doppler en médecine vasculaire

Un examen écho-Doppler de qualité [1] doit répondre à deux exigences :

- une exigence de savoir-faire technique (connaissance de l'outil, respect des procédures d'utilisation de l'appareillage) ;
- une exigence de savoir-faire médicale (adaptation du niveau de pratique en fonction de l'indication de l'examen et du but poursuivi, interprétation et analyse critique des résultats).

Objectifs des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

- Décrire un niveau optimal d'examen par ED et ses modalités en fonction des indications.
- Homogénéiser les pratiques, les méthodologies, les langages, l'expression des résultats.
- Donner des repères de bonne pratique.
- Promouvoir une démarche-qualité.

Thématique des standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

- Les indications, les objectifs.
- Les niveaux d'examen.
- L'examen diagnostique standard de référence.
- Les variantes d'examen en fonction des indications et des spécificités.
- Le contenu minimal du rapport d'examen (compte rendu technique incluant les limites éventuelles de l'examen, courrier de synthèse médicale et iconographie).
- Le courrier de synthèse médicale et iconographie.
- Les éléments d'une démarche qualité.
- Les bases techniques (appareils, réglages, stockage).
- Les bases anatomiques (repères et variations anatomiques).
- Les bases morphologiques et hémodynamiques (quantification des lésions).

Niveaux d'examen de l'écho-Doppler veineux des membres inférieurs

Examen complet de référence (examen de niveau 3)

Il comprend l'examen écho-Doppler systématique des troncs veineux profonds proximaux (veine poplitée, fémorale, iliaque et veine cave inférieure), des troncs veineux distaux (veines tibiales postérieures, fibulaires, soléaires et gastrocnémiennes) et des veines superficielles (grandes et petites saphènes).

Il nécessite outre cette expertise technique une expertise médicale de la prise en charge diagnostique et thérapeutique de la MTEV.

Examen ciblé (examen de niveau 1)

Un examen ciblé peut être réalisé dans les situations suivantes :

- en cas de suspicion de TVP, examen limité depuis la veine fémorale commune jusqu'au confluent poplitée (e « 3 points » ou par balayage). Cet examen doit impérativement être intégré dans une stratégie validée (score clinique, D-dimères, répétition de l'écho Doppler) ;
- surveillance de l'extension d'une TVP (niveau du pôle supérieur du thrombus ou extension à d'autres segments veineux de proximité).

Le groupe de travail a estimé que la description d'un niveau 2 n'est pas pertinente et qu'il n'y a pas de place pour un niveau intermédiaire entre un examen ciblé (niveau 1) et un examen exhaustif (niveau 3).

Indications de l'écho-Doppler veineux Écho-Doppler en situation d'urgence

Seront discutées les situations suivantes :

- suspicion clinique de TVP des MI ;
- recherche de foyer emboligène devant une suspicion clinique d'EP ou devant une EP confirmée ;
- suspicion clinique de thrombose veineuse superficielle ;
- suspicion d'extension ou de récurrence de thrombose veineuse (TVP/TVS) :
 - avec accès à un document diagnostique antérieur,
 - sans accès à un document diagnostique antérieur (suspicion d'extension en l'absence de description de localisations initiales, suspicion de récurrence en l'absence de séquelles quantifiées).

Suspicion clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs

L'analyse de la littérature fait apparaître des différences importantes de pratique relatives à la méthodologie d'exploration, aux critères de thrombose, aux objectifs attendus et aux stratégies conséquentes mises en place pour le diagnostic chez les patients ayant une suspicion clinique de thrombose veineuse profonde (TVP) ainsi que chez ceux ayant une suspicion clinique d'embolie pulmonaire (EP).

Il existe deux méthodes d'exploration par ultrasons. L'une est « l'exploration limitée » [2] en deux points (la veine fémorale commune et la veine poplitée) maintenant étendue le long de l'axe veineux jusqu'à la « trifurcation » c'est-à-dire jusqu'au confluent tibiopéronier. L'autre est « l'exploration complète » de l'ensemble du réseau veineux des membres inférieurs, incluant non seulement les veines poplitée et fémorale mais aussi les veines distales (sous-poplitées), les veines iliaques et la veine cave inférieure [3].

L'exploration limitée a pour objectif de détecter une thrombose veineuse profonde proximale. Elle s'intègre uniquement dans le cadre de stratégies validées faisant appel à l'évaluation de la probabilité clinique, au dosage de D-dimères et généralement à la répétition de l'examen écho Doppler. L'exploration limitée est applicable uniquement aux patients externes [2].

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 15. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

517

L'exploration complète a pour objectif de détecter toute TVP, qu'elle soit proximale ou distale. Elle tente aussi de trouver une explication à l'origine de la plainte du patient, qu'elle soit vasculaire ou extra-vasculaire [3–5] tels un kyste synovial, un hématome, une lésion tendineuse ou musculaire, une compression extrinsèque par des adénopathies ou une formation tumorale, etc. Elle est validée dans une population de patients externes mais aussi hospitalisés.

La validité des ultrasons et des D-dimères pour le diagnostic d'exclusion ou de confirmation de la TVP en fonction de leur performance (annexe 3 : Tableau 15.7). La reproductibilité de l'exploration limitée [2] ainsi que celle de l'exploration complète [6, 7] sont bonnes voire excellentes.

L'exploration par écho-Doppler quelle que soit la méthode utilisée (exploration limitée ou exploration complète) est devenue l'examen d'imagerie de référence dans le diagnostic de la thrombose veineuse chez les patients externes (non hospitalisés) comme le montrent de nombreuses études sur l'efficacité diagnostique comparée avec un test standard [8–11] ou avec l'évolution clinique [12] qu'il s'agisse d'une exploration limitée intégrée dans une stratégie [13–24] ou d'une exploration complète isolée [5], [24–29]. Une probabilité clinique a priori allant dans le sens des résultats du test renforce la valeur de celui-ci (en annexe 3 : Tableau 15.8).

Néanmoins, chez les patients externes, le risque est peu acceptable pour les stratégies intégrant une exploration limitée par US mais non répétée [19] et les stratégies utilisant une exploration complète avec probabilité clinique *a priori* forte [30]. De même, chez les patients hospitalisés [31], le risque de survenue d'événements thromboemboliques à 3 mois en l'absence de traitement anticoagulant chez ceux qui ont une exploration complète négative peut aller jusqu'à 3,5 %.

Une proposition de stratégie *a priori* coût efficace face à une suspicion clinique de TVP chez les patients externes quelle que soit la méthode d'exploration limitée ou complète (Figure 15.2).

Le GT recommande la réalisation d'un examen complet de niveau 3 pour le diagnostic initial de TVP. Un examen de niveau 1 est cependant possible à condition d'être intégré dans une stratégie validée.

Recherche de foyer emboligène devant une suspicion clinique d'EP ou devant une EP confirmée

L'exploration écho-Doppler a pour objectif d'apporter des arguments au diagnostic d'embolie pulmonaire en montrant la présence d'une thrombose veineuse profonde.

L'exploration par échographie-Doppler peut contribuer au diagnostic d'EP avec une performance variable : sensibilité de 23 à 70 % et spécificité de 96 à 100 % avec une exploration limitée aux veines proximales [19], [32–36]. L'exploration complète améliore la sensibilité (93 %) aux dépens d'une diminution de la spécificité (84 %) [37].

L'utilité d'intégrer l'exploration par échographie-Doppler dans la démarche diagnostique de l'EP comportant par ailleurs une évaluation de la probabilité clinique, un dosage des Dd-dimères et une angiographie scanner pulmonaire est très discutée même pour la recherche d'une thrombose veineuse proximale [36], encore plus pour la recherche d'une thrombose veineuse distale [38]. Ceci est lié à la très bonne valeur

prédictive négative de l'association probabilité clinique non forte et dosage négatif des D-dimères ainsi qu'à l'excellente performance diagnostique du scanner hélicoïdal [39, 40]. Cependant la nécessité de rechercher une thrombose veineuse reste pour certains très utile pour le diagnostic [41, 42], en particulier chez la femme enceinte. En tout cas, elle doit toujours s'intégrer dans une stratégie validée faisant appel à l'évaluation de la probabilité clinique, au dosage des D-dimères et à l'imagerie pulmonaire (angioscanner hélicoïdal multibarrettes ou scintigraphie de ventilation perfusion).

Il y a parfois intérêt à faire une exploration complète des veines des membres inférieurs lorsque la suspicion clinique est forte et que les explorations d'imagerie à visée pulmonaire sont négatives ou douteuses, ou lorsque le sujet est fragile (très âgé, état général altéré) ou encore lorsqu'il existe une contre-indication au scanner en raison d'une insuffisance rénale ou d'une allergie connue.

En annexe 4, la validité des tests utilisés en pratique pour le diagnostic d'exclusion ou de confirmation de l'embolie pulmonaire en fonction de leur performance (Tableau 15.9) et la validité clinique des différentes stratégies possibles [12] utilisables dans la pratique [19, 36, 41, 43–55] (Tableau 15.10).

Une proposition de stratégie face à une suspicion clinique d'EP chez les patients externes. Au plan pratique, toute stratégie est à adapter en fonction du contexte clinique et des disponibilités et compétences locales (annexe 4 : Figure 15.3).

L'analyse des caractéristiques échographiques du thrombus suggère qu'un aspect mobile serait plus évocateur de la présence d'une EP qu'un aspect adhérent [56] mais le risque de survenue d'EP chez les patients ayant une TVP proximale n'est pas plus important [57].

Le GT suggère la réalisation d'un examen de niveau 3 (examen complet) bien que dans la plupart des études, un examen de niveau 1 ait été utilisé pour la prise en charge diagnostique lors d'une suspicion d'EP.

Seule la mise en évidence d'une thrombose veineuse proximale permet de conforter le diagnostic d'embolie pulmonaire.

Le GT suggère que l'exploration par échographie-Doppler soit systématique et complète en cas d'EP confirmée. Elle permet d'établir un état des lieux utile en cas de suspicion de récurrence et de mettre en évidence une thrombose veineuse qui nécessite une prise en charge spécifique (compression élastique) pour réduire le risque de syndrome post-thrombotique.

Si un contexte clinique particulier justifie la surveillance d'une TVP au cours du traitement, un examen de niveau 1 est suffisant.

Suspicion clinique de thrombose veineuse superficielle

Le diagnostic clinique de TVS est notoirement insuffisant. Il sous-estime l'extension réelle de la thrombose et ignore la présence éventuelle d'une TVP associée, dans 25 % [58] à 29 % [59] des cas (Tableau 15.1).

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

518 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Tableau 15.1 Épidémiologie de la thrombose veineuse superficielle dans les études OPTIMEV et POST

Principales caractéristiques cliniques	OPTIMEV (n = 788)	POST (n = 844)
Femmes n (%)	502 [64]	412 [65]
TVP/EP associées n (%)	227 [29]	210 [25]
Varices n (%)	506 [65]	637 [76]

Ceci justifie la réalisation d'un examen écho-Doppler initial complet systématique (niveau 3) avec les objectifs suivants [58–60] :

- confirmer la TVS;
- décrire la TVS : étendue, diamètre, localisation du pôle supérieur du thrombus;
- caractériser la veine atteinte par la thrombose (variqueuse ou non);
- rechercher une TVP homolatérale, en continuité ou à distance de la TVS;
- rechercher une TVP ou une TVS controlatérale.

Comme pour la TVP, cet examen doit être intégré dans une prise en charge globale diagnostique, étiologique et thérapeutique (information du patient, traitement anticoagulant, compression).

Le tableau 15.1 montre les principales caractéristiques cliniques dans les deux études observationnelles nationales multicentriques POST [58] et OPTIMEV [59].

Suspicion d'extension ou de récurrence de thrombose veineuse (TVP/TVS)

Suspicion d'extension ou de récurrence de thrombose veineuse avec accès à un document diagnostique antérieur

Pour le diagnostic de récurrence de TVP, le groupe de travail différencie l'extension de la récurrence. Il définit l'extension comme une progression de la thrombose chez un patient sous traitement anticoagulant et la récurrence comme une nouvelle thrombose chez un patient qui n'est plus sous anticoagulant que celle-ci soit localisée au niveau du segment initialement atteint ou sur un autre segment.

L'examen est réalisé sur la totalité du membre inférieur. Il a pour objectif de rechercher une augmentation

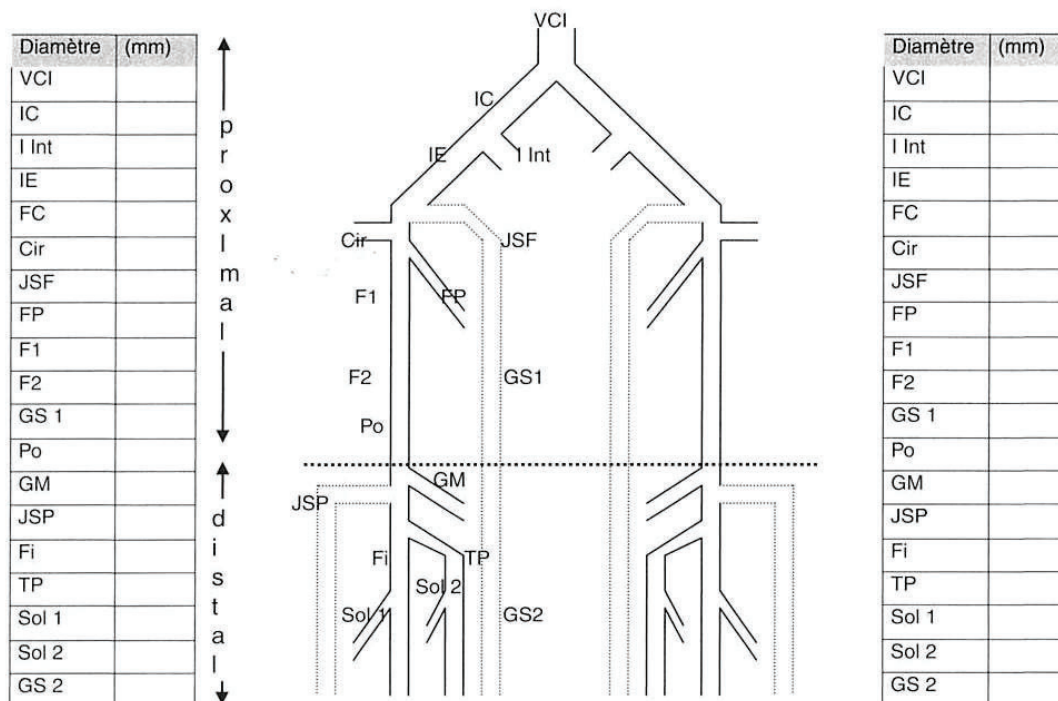


Figure 15.1 Schéma-type du système veineux des membres inférieurs. VCI : Veine cave inférieure. IC : Veine iliaque commune. I Int : Veine iliaque interne ou hypogastrique. IE : Veine iliaque externe. FC : Veine fémorale commune. Cir : Veine circonflexe. JSF : Jonction saphénofémorale. FP : Veine fémorale profonde. F1 : Veine fémorale 1. F2 : Veine fémorale 2. GS 1 : Veine grande saphène proximale/tributaires. Po : Veine poplitée. GM : Veine gastrocnémienne médiale (jumelle interne). JSP : Jonction saphénopoplitée. Fi : Veine fibulaire (péronière). TP : Veine tibiale postérieure. Sol 1 : Veine soléaire 1 (vers péronière). Sol 2 : Veine soléaire 2 (vers tibiale postérieure). GS 2 : Veine grande saphène distale/tributaires.

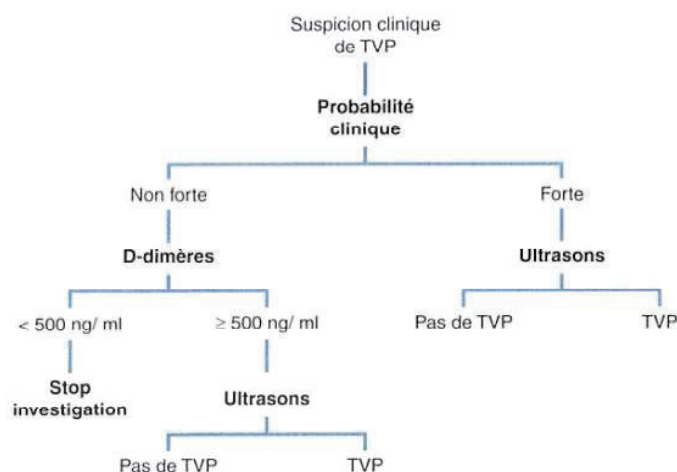


Figure 15.2 Stratégie diagnostique face à une suspicion clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs chez les patients externes qui se présentent dans un service d'urgences.

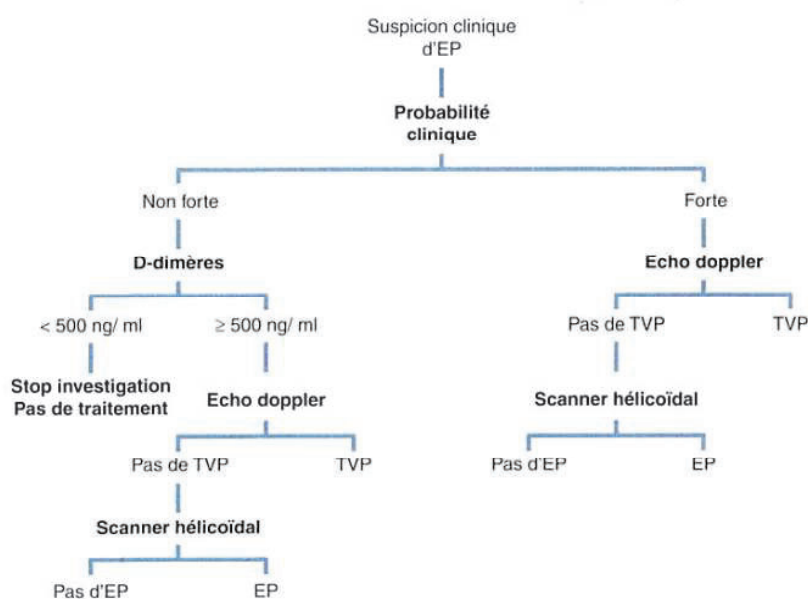


Figure 15.3 Stratégie diagnostique face à une suspicion clinique d'embolie pulmonaire.

du calibre antéropostérieur ≥ 2 mm, critère retenu pour le diagnostic de récurrence au niveau des veines proximales. Cette valeur est déterminée à partir d'une étude prospective [61] réalisée sur un nombre très limité de patients en comparaison avec la phlébographie et s'applique uniquement pour le diagnostic de récurrence de thrombose veineuse proximale. Chez des patients ayant une suspicion clinique de récurrence et n'ayant pas d'augmentation de diamètre ≥ 2 mm aux ultrasons, le risque de survenue d'événements thromboemboliques veineux en l'absence de traitement anticoagulant sur un suivi de 6 mois est de 1,3 % (IC 95 % : 0,02 – 4,7) [62].

Cependant l'erreur associée à la mesure aux ultrasons du diamètre résiduel du thrombus à distance d'un repère déterminé apparaît considérable [63]. Il en est de même de l'échogénicité du thrombus et du flux Doppler. Il est suggéré qu'une augmentation d'au moins 9 cm de la longueur du thrombus pourrait permettre le diagnostic de récurrence [64]. Cependant, malgré ces réserves, la mesure en coupe transversale du plus grand diamètre de la veine au site de la thrombose semble être une méthode très reproductible [65]. Une bonne reproductibilité inter-observateurs de la mesure du thrombus résiduel est retrouvée à 5–7 mois de la phase initiale de la thrombose [66].

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

520 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Il est important de signaler que le site de récurrence de la TVP peut être différent des sites d'exploration proposés dans la littérature (exploration limitée en deux points : poplitée et fémorale commune). Pour cela, le GT considère que dans cette situation l'examen doit être de niveau 3.

Pour la TVS, l'extension est définie comme une progression proximale ≥ 2 cm du site initial [60]. La récurrence est définie comme l'apparition d'un nouveau thrombus sur un autre site que la thrombose initiale ou d'un thrombus au niveau du même territoire à une distance ≥ 10 cm du thrombus initial [60].

Dans les deux situations de suspicion de récurrence clinique (TVP ou TVS), il est souvent utile d'avoir à disposition l'examen de référence [67].

Suspicion d'extension ou de récurrence de thrombose veineuse sans accès à un document diagnostique initial

Dans cette situation, le groupe de travail ne peut pas donner de recommandation dans la mesure où toute la littérature est basée sur la comparaison à un examen antérieur.

Dans les cas difficiles de diagnostic de récurrence, le GT suggère de répéter l'exploration deux à trois jours plus tard.

Écho-Doppler en dehors de l'urgence

Seront discutées les situations suivantes :

- bilan de référence en fin de traitement anticoagulant ou avant une exposition à un risque thrombogène (en l'absence de document récent) ;
- surveillance d'une thrombose veineuse chez un malade non traité ;
- dépistage systématique chez des patients à risque thromboembolique ou hémorragique.

Bilan de référence en fin de traitement anticoagulant ou lors d'une exposition à un risque thrombogène (en l'absence de document récent)

La constitution d'un syndrome post-thrombotique (SPT) concourt à la gravité de la MTEV. Ce syndrome regroupe les symptômes et les signes d'altération du retour veineux secondaire à la thrombose des veines profondes : reflux ou obstruction. L'exploration par échographie Doppler a une place prédominante dans ce type d'indication [68].

La fréquence du SPT après TVP varie de 23 % à 2 ans [69] dont 7 % de SPT sévères [70] à 29 % à 5-8 ans [69, 71]. Le SPT clinique pourrait être un facteur de risque de récurrence de thrombose : la probabilité de récurrence de TVP à 4 ans serait 3 à 4 fois supérieure à celle du sujet indemne de TVP [72-75].

Un examen de référence en fin de traitement anticoagulant a deux intérêts :

- disposer d'une description des séquelles indispensable au diagnostic de récurrence lors d'un nouvel événement [67] ;
- évaluer le retentissement hémodynamique des séquelles pour une meilleure prise en charge du SPT.

Les résultats de cet examen ne doivent pas modifier la durée du traitement car il n'existe pas d'association

statistiquement significative entre la persistance d'obstruction veineuse résiduelle et le risque de récurrence [76].

L'exploration écho-Doppler recherchera deux types de séquelles :

- des séquelles morphologiques par :
 - la présence de matériel résiduel endoluminal,
 - un épaississement pariétal,
 - un rétrécissement de calibre de la veine,
 - l'existence d'une circulation collatérale ;
- des séquelles hémodynamiques par :
 - un reflux des veines profondes, superficielles ou perforantes,
 - une diminution de l'intensité et de la variation respiratoire du flux veineux,
 - un flux de suppléance (circulation collatérale vicariante).

Au total dans le cadre du bilan de référence, le GT recommande un examen de niveau 3.

Au cours du traitement d'une TVS isolée, **une surveillance écho-Doppler systématique n'est pas nécessaire** en dehors de signe d'appel clinique faisant craindre une extension ou une récurrence [60]. Dans ce cas, le niveau 1 ou 3 de l'examen est laissé à l'appréciation du médecin vasculaire en fonction du contexte clinique.

En fin de traitement anticoagulant pour une TVS, un écho-Doppler établit un **état des lieux des lésions résiduelles**. Il constitue l'examen de référence indispensable pour le diagnostic de récurrence [67].

Pour les TVS sur veines variqueuses, cet examen de fin de traitement peut être l'occasion d'effectuer également le **bilan de l'insuffisance veineuse superficielle** afin d'informer le patient sur les différents traitements envisageables (cf. SQ du traitement de l'insuffisance veineuse superficielle).

En annexe 5, la description des critères pour le diagnostic de l'obstruction et du reflux veineux et pour l'étude de la circulation collatérale et des perforantes.

Surveillance par ED d'une thrombose veineuse en l'absence de traitement anticoagulant

Dans le cas de thrombose veineuse distale pauci-symptomatique non traitée par anticoagulants, un suivi écho Doppler est réalisé pour rechercher une extension proximale qui imposera de réévaluer la conduite à tenir thérapeutique [77].

L'étendue de l'exploration (examen de niveau 1 ou 3) et la fréquence de répétition sont à discuter en fonction du contexte, et laissés à l'appréciation du médecin vasculaire.

Dépistage systématique chez des patients à risque thromboembolique et/ou hémorragique

En 2008, l'ACPP recommandait encore (grade 1C) un dépistage écho-Doppler de thrombose veineuse asymptomatique au décours de traumatismes sévères, traumatismes cérébraux ou médullaires ou soins intensifs/réanimation, pour les patients ne recevant pas une prophylaxie optimale [78].

En 2012, l'ACPP recommande de ne pas faire de dépistage systématique des thromboses veineuses asymptomatiques, ni en chirurgie orthopédique majeure (grade 1B) [79], ni dans toutes les autres situations à risque thromboembolique

élevé (grade 2C), que ce soit au cours d'hospitalisations en médecine/soins intensifs [80], ou en chirurgie générale/abdomino-pelvienne ou au décours de traumatismes sévères/cérébraux/médullaires [81].

Cette attitude pourrait être modifiée chez des patients à risque hémorragique élevé par des études ultérieures.

Les thromboses asymptomatiques présentes en sortie d'hospitalisation après prothèse de genou, pourraient permettre d'identifier les patients qui seuls bénéficieraient d'une prophylaxie prolongée [82].

Méthodologie et réalisation pratique de l'écho-Doppler veineux

Examen complet de référence (examen de niveau 3)

Installation du patient et de l'opérateur

Veines fémorales, veines iliaques et veine cave inférieure

Le patient est en décubitus dorsal, les bras le long du corps, le tronc et la tête légèrement surélevés, les cuisses en légère abduction et rotation externe. L'objectif est d'obtenir un relâchement musculaire.

Des positions supplémentaires en décubitus latéral gauche pour la veine cave inférieure et l'étage iliaque droit, et en décubitus latéral droit pour l'étage iliaque gauche sont utiles.

Veine poplitée et veines distales

Le patient est assis au bord de la table d'examen, les jambes en position déclive, les pieds reposant sur un tabouret bas ou sur les genoux de l'opérateur. L'opérateur est assis en contre-bas, une main tenant la sonde, l'autre main libre pour d'éventuelles contre-pressions.

Cette position permet à la fois un bon remplissage veineux, un bon relâchement musculaire et une accessibilité correcte sous toutes les incidences.

À défaut, la veine poplitée et les veines distales peuvent être examinées en décubitus dorsal.

Matériel écho-Doppler et réglage

Appareillage

Un échographe de haute résolution dans lequel l'imagerie en mode B est couplée au Doppler (pulsé, couleur et mode énergie) est indispensable.

Les sondes sont adaptées à la profondeur et à l'échogénicité des structures examinées. Deux à quatre sondes sont utiles : 1) une sonde linéaire curviligne ou sonde sectorielle de fréquence basse entre 2 et 5 MHz, pour l'exploration des axes ilio cave, fémoraux et pour les mollets « forts », 2) une sonde linéaire de fréquence plus élevée, 5 à 10 MHz, pour les carrefours fémoral et poplitée, les plans musculaires du mollet, et le réseau superficiel 3) une sonde *phased-array* pour

l'exploration abdominale et pelvienne, et 4) si possible, une petite sonde sectorielle courbe pour l'exploration du creux poplitée, du mollet voire pour l'exploration pelvienne. Une sonde de Doppler continu ne doit plus être utilisée pour le diagnostic de TVP. Certains l'utilisent pour l'étude des varices superficielles (grande saphène à hauteur du genou, veine sus-pubienne, paroi abdominothoracique).

Réglage

La profondeur et la focalisation doivent être ajustées à la situation anatomique du vaisseau dans tous les modes (B, pulsé, couleur) ; le gain, la gamme dynamique et l'échelle des vitesses doivent l'être dans le mode pulsé et couleur.

Pour le test de compression, le contraste doit l'emporter sur la résolution. Il est alors judicieux de régler les sondes sur leur fréquence la plus basse.

Pour la visualisation du thrombus et pour le réseau superficiel, il est nécessaire de privilégier la résolution.

L'examen nécessitant un long balayage, il est souhaitable de réduire les persistances temporelle et spatiale.

Pour l'étude en Doppler couleur et pulsé, le réglage (gain couleur et vitesses) doit être optimisé. Un réglage inapproprié de la couleur est source d'erreurs diagnostique par un *overpainting*.

Vaisseaux à explorer

Le GT utilise la nomenclature actuelle représentée en correspondance avec l'ancienne nomenclature (annexe 1 : Tableau 15.2).

L'examen doit inclure l'exploration bilatérale de la totalité des veines profondes et superficielles des membres inférieurs, des veines iliaques et de la veine cave inférieure.

L'ordre de l'exploration des trois étages (ilio cave, poplitée-fémoral et distal) est laissé au choix de l'opérateur et dépend du type de l'indication.

À l'étage ilio cave : la veine iliaque externe, la terminaison de la veine iliaque interne, la veine iliaque commune et la veine cave inférieure

À l'étage poplitée fémoral sont explorées : la veine fémorale commune, les veines circonflexes, la veine fémorale profonde sur son trajet explorable le plus loin possible, la veine fémorale (superficielle) dans sa totalité et la veine poplitée. Au niveau superficiel, sont explorées : les jonctions saphénofémorale et saphénopoplitée ainsi que le tronc de la grande saphène. L'origine de la veine poplitée est définie au confluent « tibiopéronier » en raison de la difficulté de visualiser l'abouchement de la veine tibiale antérieure dans le confluent tibiopéronier.

À l'étage distal (sous-poplitée) : les veines fibulaires, les veines tibiales postérieures, les veines musculaires (soléaires et gastrocnémiennes), et petite saphène jusqu'à leur terminaison. Les veines tibiales antérieures peuvent ne pas être examinées, sauf cas particulier [3, 83-86].

Méthodologie de l'examen écho-Doppler

L'examen écho-Doppler comprend une analyse morphologique par échographie de compression et une analyse hémodynamique par Doppler pulsé ou/et couleur des troncs veineux profonds :

54

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

522 **Partie 3.** Standards de qualité des explorations vasculaires

Tableau 15.2 Terminologie anatomique des veines profondes des membres inférieurs

Ancienne dénomination	Nouvelle terminologie	Abréviations
Veine iliaque primitive	Veine iliaque commune	VIC
Veine iliaque externe	Veine iliaque externe	VIE
Veine hypogastrique	Veine iliaque interne VII	VII
Veine honteuse interne	Veine pudendale interne VPI	VPI
Veine honteuse externe	Veine pudendale externe VPE	VPE
Veine fessière	Veine glutéale VG	VG
Veine fémorale superficielle	Veine fémorale	VF
Veine fémorale profonde	Veine fémorale profonde VFP	VFP
Veines du couturier	Veines du sartorius VPT	VPT
Veines jumelles (int. et ext.)	V. gastrocnémiennes (méd. et lat.) VGA	VGA
Veine du nerf sural	Veine intergémellaire	VIG
Veine péronière	Veine fibulaire	VFI

Tableau 15.3 Estimation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs par le score de Wells [17, 23, 91]

Variable clinique	Point
Cancer actif (en cours de traitement, traitement < 6 mois ou palliatif)	1
Paralysie, parésie ou immobilisation plâtrée récente des membres inférieurs	1
Alitement ≥ 3 jours ou chirurgie majeure récente de moins de 12 semaines nécessitant une anesthésie générale ou régionale	1
Douleur localisée sur le trajet d'une veine profonde	1
Augmentation de volume de tout le membre inférieur	1
Augmentation de volume du mollet dépassant de plus de 3 cm celui du côté asymptomatique (mesure à 10 cm sous la tubérosité tibiale)	1
Œdème prenant le godet confiné au membre inférieur symptomatique	1
Circulation collatérale veineuse superficielle (non variqueuse)	1
Antécédents de thrombose veineuse profonde documentée	1
Alternative diagnostique au moins aussi probable que le diagnostic d'une thrombose veineuse profonde	-2

Tableau 15.4 Estimation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs par le score « ambulatoire » de Constans et al. [96]

Variable clinique	Point
Sexe masculin	1
Paralysie ou immobilisation du membre inférieur	1
Alitement > 3 jours	1
Augmentation de volume du membre inférieur	1
Douleur unilatérale du membre inférieur	1
Autre diagnostic au moins aussi plausible	-1

Tableau 15.5 Estimation de la probabilité clinique d'embolie pulmonaire par le score de Wells [44, 97]

Variable clinique	Points
Antécédents de thrombose veineuse profonde ou d'embolie pulmonaire	1,5
Pouls > 100/mn	1,5
Chirurgie/immobilisation récente	1,5
Signes cliniques de thrombose veineuse profonde	3
Alternative diagnostique moins probable que le diagnostic d'embolie pulmonaire	3
Hémoptysie	1
Cancer actif (en cours de traitement, traitement < 6 mois ou palliatif)	1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 15. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler 523

Tableau 15.6 Estimation de la probabilité clinique d'embolie pulmonaire par le score de Genève révisé [94]

Variable clinique	Points
Âge > 65 ans	1
ATCD de TVP EP	3
Chirurgie ou fracture < 1 mois	2
Cancer (actif ou < 1 an)	2
Douleur unilatérale des membres inférieurs	3
Hémoptysie	2
Pouls 75-94	3
Pouls ≥ 95	5
Douleur à la palpation des veines profondes ou œdème unilatéral des membres inférieurs	4

Tableau 15.7 Utilité des tests non invasifs face à une suspicion clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs

Diagnostic exclu avec les résultats négatifs des tests suivants :
D-dimères (valeur normale) :
– pour les tests D-dimères dont la sensibilité est ≥ 95 % si la probabilité clinique est faible ou intermédiaire
– pour les tests D-dimères moins sensibles, seulement si la probabilité clinique est faible
Ultrasons avec exploration complète négative
Diagnostic retenu avec les résultats positifs des tests suivants :
Ultrasons
Une probabilité clinique <i>a priori</i> allant dans le sens des résultats du test renforce la valeur de celui-ci.

Tableau 15.8 Efficacité pratique des stratégies utilisées chez les patients ayant une suspicion clinique de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs

Auteur (Année)	Stratégie diagnostique	Patients N	TVP N (%)	Risque MTEV % (IC 95%)
US Exploration limitée				
Sluzewski <i>et al.</i> (1991)	US J1, J2, J7	118	32 [27]	1,3 (0,0–3,9)
Heijboer <i>et al.</i> (1993)	US J1, J2, J8	491	103 [21]	1,5 (0,3–2,8)
Cogo <i>et al.</i> (1998)	US J1, J7	1702	408 [24]	0,7 (0,3–1,2)
Birdwell <i>et al.</i> (1998)	US J1, J5-7	405	69 [17]	0,6 (0,1–2,1)
Wells <i>et al.</i> (1997)	Clin, US, phlébo	593	95 [16]	0,6 (0,1–1,8)
Bernardi <i>et al.</i> (1998)	US, Ddi, US J7	946	265 [28]	0,4 (0,0–0,9)
Perrier <i>et al.</i> (1999)	Clin, Ddi, US	474	111 [23]	2,6 (1,2–4,9)
Kraaijenhagen <i>et al.</i> (2002)	Ddi + US, US J7/Ddi+	1739	408 [24]	1,3 (0,7–2,0)
Anderson <i>et al.</i> (2003)	Clin, Ddi, US ou Clin, US, Ddi	1075	193 [18]	0,5 (0,1–1,2)
Schutgens <i>et al.</i> (2003)	Clin, Ddi, US J1 ou J1-7	812	309 [38]	1,6 (0,7–3,1)
Wells <i>et al.</i> (2003)	Clin, Ddi, US J1-7	562	85 [15]	0,4 (0,05–1,5)
	Clin, US J1-7	520	77 [15]	1,4 (0,5–2,9)
Bernardi <i>et al.</i> (2008)	US, Ddi, US/Ddi+	1045	231 [22]	0,9 (0,3–1,8)
US Exploration complète				
Elias <i>et al.</i> (2003)	US	623	204 [33]	0,5 (0,1–1,8)
Schellong <i>et al.</i> (2003)	US	1646	366 [22]	0,3 (0,1–0,8)
Stevens <i>et al.</i> (2004)	US	445	61 [14]	0,8 (0,2–2,3)
Subramaniam <i>et al.</i> (2005)	US	526	113 [22]	0,2 (0,01–1,3)
Bernardi <i>et al.</i> (2008)	US	1053	278 [26]	1,2 (0,5–2,2)
Sevestre <i>et al.</i> (2009)	US	3871	1023 [26]	0,5 (0,2–1,1)
Sevestre <i>et al.</i> (2010)	US	1926	395 [20]	1,9 (0,9–3,6)

Risque MTEV : risque de MTEV chez les patients ayant une stratégie négative en l'absence de traitement anticoagulant, IC : intervalle de confiance, US : ultrasons, Ddi, D-dimères, Clin : clinique, Plébo : phlébographie.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

524 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Tableau 15.9 Utilité des tests non invasifs face à une suspicion clinique d'embolie pulmonaire

Diagnostic exclu avec les résultats négatifs des tests suivants :

D-dimères (valeur normale) :

- pour les tests dont la sensibilité est ≥ 95 % si la probabilité clinique est faible ou intermédiaire,
- pour les tests moins sensibles, seulement si la probabilité clinique est faible.

Scintigraphie normale

Tomodensitométrie hélicoïdale adéquate négative surtout si elle est intégrée dans une stratégie diagnostique incluant la probabilité clinique et les D-dimères

Diagnostic retenu avec les résultats positifs des tests suivants :

Ultrasons (surtout si thrombose veineuse profonde proximale)

Scintigraphie de ventilation/Perfusion de forte probabilité

Tomodensitométrie hélicoïdale (image de thrombus)

Diagnostic possible avec les résultats positifs du test suivant :

Échocardiographie-Doppler réalisé en cas de tableau clinique gravissime. Signes principaux : dilatation des cavités cardiaques droites, mouvement paradoxal du septum interventriculaire, dysfonction ventriculaire droite, augmentation des pressions artérielles pulmonaires, rare thrombus des cavités droites. Critères en faveur du diagnostic en l'absence de pathologie cardiaque ou pulmonaire associée qui puisse expliquer le cœur pulmonaire aigu.

Une probabilité clinique *a priori* allant dans le sens des résultats du test renforce la valeur de celui-ci.

Analyse morphologique

Elle est réalisée en échographie mode B, en coupe transversale sur la totalité des troncs veineux profonds des membres inférieurs, en vérifiant tous les centimètres la bonne compressibilité de l'axe veineux.

À partir du 1/3 moyen de la cuisse et surtout au 1/3 inférieur, il est utile d'exercer avec la main libre, une contre-pression à la face postérieure de cuisse, ce qui améliore la qualité d'image en rapprochant les vaisseaux de la sonde et permet de comprimer efficacement la veine fémorale sans être gêné par le fémur

Les vaisseaux iliaques sont plus facilement repérés en coupe longitudinale et grâce au Doppler couleur/énergie

Le mollet est balayé de haut en bas, en plusieurs passages parallèles, sous diverses incidences de dedans en dehors, comprimé entre la sonde d'une part et la main libre en regard d'autre part.

Analyse hémodynamique

L'écho-Doppler pulsé est systématiquement effectué au niveau de la jonction fémoro-iliaque.

Le flux veineux est normalement modulé par la respiration et comparé à un bruit de vent dans les arbres. La présence d'un reflux systolique tricuspide, mérite d'être signalée (insuffisance cardiaque droite ou hypertension artérielle pulmonaire post-embolique).

À l'étage iliaque (mal ou incompressible), l'écho-Doppler couleur et/ou énergie, est parfois utile pour vérifier le bon remplissage des axes veineux, et l'arrivée, dans le fond de la concavité iliaque, du flux, venant de l'iliaque interne ou hypogastrique.

À l'étage distal, et parfois à l'étage proximal lorsque les conditions d'examen sont mauvaises, le Doppler couleur, aide au repérage des axes veineux profonds et informe sur la direction antégrade ou rétrograde du flux.

Critères diagnostiques

Le critère principal de perméabilité d'une veine est sa compressibilité totale sous la sonde en coupe transversale. Lors de la compression par la sonde, les parois veineuses, antérieures et postérieures, se superposent et la lumière disparaît.

Quels que soient l'indication et les niveaux 1 ou 3 de l'examen :

- le critère principal de thrombose veineuse est le défaut de compressibilité de la veine sous la sonde en coupe transversale;
- Il est complété à chaque fois que possible par au moins 1 des critères secondaires.

Les critères secondaires sont : la visualisation de matériel endoluminal, l'augmentation du calibre veineux, les modifications du flux au Doppler pulsé, le défaut de remplissage au Doppler couleur ou énergie

Examen ciblé (examen de niveau 1)

L'examen est ciblé sur une question précise notifiée dans le compte rendu d'examen.

Recherche de TVP proximale des MI

L'exploration est limitée à une échographie de compression au niveau fémoral et au niveau poplité, en mode B, complétée par un Doppler pour l'écoute des modulations respiratoires au niveau de la veine fémorale commune. Les limites techniques de l'examen doivent être détaillées.

Dans la région inguinale, seront explorés le confluent veineux fémoral (veine fémorale et veine fémorale profonde à leur terminaison), la veine fémorale commune, la jonction saphéno-fémorale ainsi que la veine circonflexe à sa terminaison.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 15. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler 525

Tableau 15.10 Efficacité pratique des stratégies utilisées chez les patients ayant une suspicion clinique d'embolie pulmonaire

Auteur (année)	Stratégie	Prévalence (%)	N (Patients)	Risque MTEV (IC 95 %)
Hull et al. (1994)	Scinti, IPG répétée	9,6	627 (Hosp., Ext.)	1,9 (1,0–3,2)
Perrier et al. (1999)	Clin, Ddi, USI, Scinti, Angio	23,4	321 (Ext.)	0,9 (0,2–2,7)
Wells et al. (2001)	Clin, Ddi, Scinti, USI répétée, Angio	8,7	849 (Ext.)	0,6 (0,2–1,4)
Kruij et al. (2002)	Clin, Ddi, USI, Angio	22	234 (Hosp., Ext.)	0,5 (0,1–3,0)
Musset et al. (2002)	Clin-USI-HCT, Scinti, Angio	34,6	507 (Hosp., Ext.)	1,8 (0,8–3,3)
Leclercq et al. (2003)	Clin, Ddi, Thorax/Scinti, USI, Angio	29	202 (Hosp., Ext.)	0,0 (0,0–2,8)
van Strijen et al. (2003)	HCT, USI	25,3	376 (Hosp., Ext.)	0,8 (0,2–2,3)
Perrier et al. (2004)	Clin, Ddi, USI, HCT, Angio	23	965 (Ext.)	1,0 (0,5–2,1)
ten Wolde et al. (2004)	Clin, Ddi, Scinti, USI	20	631 (Hosp., Ext.)	1,3 (0,6–2,8)
Anderson et al. (2005)	Clin, Ddi, HCT, USI, Angio	10	858 (Ext.)	0,2 (0,1–0,8)
Elias et al. (2005)	Clin-Ddi-USc, HCT	40,1	274 (Ext.)	0,6 (0,1–3,4)
Ghanima et al. (2005)	Ddi, Clin, HCT	24	432 (Ext.)	0,6 (0,2–2,2)
Perrier et al. (2005)	Clin, Ddi, HCT, USI, Angio	26	756 (Ext.)	1,0 (0,4–2,2)
Van Belle et al. (2006)	Clin, Ddi, HCT	20	3306 (Hosp., Ext.)	0,9 (0,6–1,4)
Anderson et al. (2007)	Clin, Ddi, Scinti, USI répété Clin, Ddi, HCT, USI répété	14	712 (Hosp., Ext.)	1,0 (0,5–2,1)
		19	694 (Hosp., Ext.)	0,4 (0,1–1,3)
Righini et al. (2008)	Clin, Ddi, USI, HCT Clin, Ddi, HCT	21	855 (Ext.)	0,3 (0,1–1,1)
		21	838 (Ext.)	0,3 (0,1–1,2)

Scinti : scintigraphie, IPG : pléthysmographie d'impédance, Clin : clinique, Ddi : D-dimères, US : ultrasons, USI : exploration limitée par ultrasons, USc : exploration complète par ultrasons, HCT : scanner hélicoidal, Angio : angiographie pulmonaire, Hosp : patients hospitalisés, Ext : patients externes. Dans les stratégies, les tests en série sont séparés par une virgule, les tests en parallèle par un trait. Risque MTEV : risque de MTEV chez les patients ayant une stratégie négative en l'absence de traitement anticoagulant. IC : intervalle de confiance.

Au niveau de la cuisse, la fémorale est étudiée par compression à mi-cuisse ou de préférence par balayage avec compressions étagées sur toute la hauteur de la cuisse.

Dans le creux poplité sont étudiées la veine poplité, la jonction saphénopoplité et la terminaison des veines gastrocnémiennes médiales.

Autres territoires

L'exploration des veines des membres supérieurs est le sujet d'un autre standard-qualité. Il en est de même pour la recherche d'une thrombose veineuse sur malformation vasculaire.

L'exploration des veines dans d'autres territoires (veines utérines et veines ovariennes, veines rénales, veines sus-hépatiques, veines mésentériques, veine porte et veines cérébrales) n'est pas abordée dans ce standard-qualité.

Compte rendu d'examen

Le compte rendu d'examen doit comporter l'ensemble des renseignements administratifs et médicaux. Il doit renseigner sur la faisabilité et les résultats de l'exploration ainsi que sur sa contribution au diagnostic et à la prise en charge thérapeutique.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

526 **Partie 3.** Standards de qualité des explorations vasculaires

Les renseignements administratifs

Les renseignements administratifs nécessaires concernent les éléments suivants :

- prescripteur ;
- opérateur : nom/qualification/coordonnées/signature ;
- matériel : type d'équipement/année de mise en place ;
- patient : état civil (nom, prénom, date de naissance, nom de jeune fille).

Les renseignements médicaux

Seront notés les renseignements suivants :

- motifs de la demande conformes aux recommandations de bonne pratique :
 - suspicion clinique de TVP/EP (scores de probabilité en annexe, résultats des D-dimères),
 - suspicion de TVS, de récurrence,
 - dépistage, suivi évolutif ;
- symptômes et signes cliniques ;
- facteurs de risques de MTEV : transitoires et/ou permanents (contexte de survenue) ;
- antécédents médicaux et chirurgicaux en rapport ;
- antécédents de MTEV personnels et familiaux ;
- poids et taille ;
- traitement en cours (en particulier traitements anti-thrombotiques /antiagrégants plaquettaires ou traitements thrombogènes).

Description des résultats de l'examen écho-Doppler et de ses limites éventuelles

Le compte rendu d'examen renseigne sur les éléments suivants :

- la faisabilité (lister les axes non explorés, et en préciser la raison) ;
- la présence ou non d'une thrombose (diamètre antéro-post au maximum de chaque axe) ;
- ses caractéristiques (échogénicité) ;
- son pôle supérieur (mobilité éventuelle) ;
- l'existence de séquelles de thrombose échographiques (synéchies, épaissement pariétaux, diminution de calibre) ou hémodynamiques (reflux et suppléances).

Ces renseignements sont détaillés pour l'étage ilio cave et pour chaque membre inférieur, axe par axe.

Les diagnostics alternatifs ou fortuits doivent être signalés (kystes poplités, hématome, anévrisme, adénopathie, rupture ou déchirure musculotendineuse, compression extrinsèque par une formation tumorale...)

Ce compte rendu gagne à être présenté sur un schéma (Figure 15.1).

Synthèse diagnostique

Le compte rendu doit comporter une conclusion synthétique et contributive orientant la suite de la prise en charge diagnostique si nécessaire, étiologique et thérapeutique

Iconographie

Le compte rendu doit être accompagné d'une documentation illustrant les thromboses (thrombus en mode B, en coupe transversale avec les mensurations du diamètre antéro-postérieur après compression), ainsi que les pathologies fortuites découvertes :

- pour les thromboses proximales, un cliché en poplité ou en fémoral (au niveau de la thrombose la plus proximale) ;
- pour les thromboses distales, le cliché d'au moins une des thromboses.

Cette iconographie peut être réduite si les résultats sont présentés sur un schéma avec les mensurations des thromboses et la représentation des pathologies fortuites.

Assurance qualité

Critères de qualité

Les critères de qualité d'un examen de niveau 3 exigent qu'il soit réalisé par un médecin connaissant parfaitement les SQ et réalisant au minimum 100 examens de ce niveau par an en intégrant les résultats de cette exploration dans une prise en charge globale de cette pathologie notamment sur le plan diagnostique, thérapeutique (anticoagulant et compression élastique), étiologique et de suivi.

Le groupe de travail a estimé à la différence des autres SQ de la SFMV [1] qu'il n'était pas envisageable de décrire un examen de niveau 2. Seul un examen de niveau 3 permet d'éliminer formellement le diagnostic de thrombose veineuse profonde des membres inférieurs. Pour le niveau 1, examen qui pourrait être délégué, il ne se conçoit que dans une stratégie validée sous la responsabilité d'un délégué qui en connaît les limites. Ce médecin doit être capable de réaliser l'examen de référence de niveau 3 si nécessaire.

Formation et pratique

Une formation initiale à la pratique des techniques ultrasonores appliquée aux troncs veineux profonds est requise, de même qu'un volume d'activité supérieure à 100 examens par an sur un champ balayant tous les cas cliniques.

Procédures générales d'évaluations

Une évaluation des résultats d'examen écho-Doppler doit être réalisée à chaque fois que possible. L'absence de données d'examens radiologiques complémentaires de référence (phlébographie) doit conduire à une évaluation à 3 et 6 mois de la sécurité d'utilisation de l'exploration par US dans ce type d'indications (en vérifiant l'absence de récurrence clinique et de mortalité par maladie thromboembolique veineuse).

Autoévaluation de la qualité de l'examen écho-Doppler réalisé chez un patient donné

Les motifs d'un examen de niveau 1, simplifié ou ciblé, plus limité que l'examen de référence, doivent être notifiés.

Les vaisseaux ou segments de membres non évalués doivent être notifiés.

Les limitations et causes d'erreur doivent être reconnues et notifiées.

Annexes

Annexe 1 : anatomie

Terminologie

La terminologie anatomique (Tableau 15.2) a récemment été modifiée [87, 88].

Veines distales-veines proximales

La terminologie en matière de MTEV distingue les TVP membres inférieurs en TVP distales et TVP proximales d'incidences très différentes quant aux risques d'embolie pulmonaire et de syndrome post-thrombotique.

- Les TVP distales concernent exclusivement les veines jambières (tibiales postérieures, fibulaires, tibiales antérieures) et/ou les veines musculaires du mollet (gastrocnémiennes, soléaires). Elles laissent libre le collecteur veineux poplitée.
- Les TVP proximales concernent la veine poplitée ou toute veine profonde proximale par rapport à la veine poplitée, avec ou sans TVP distale.

Le tronc veineux tibiopéronier appartient théoriquement aux veines distales, toutefois par convention, la thrombose du tronc tibiopéronier peut être assimilée à une TV proximale.

Veine cave inférieure et veines iliaques

La veine cave inférieure en situation anatomique normale (latéral-aortique droite) admet le flux issu des deux veines iliaques communes, également des veines digestives, rénales, lombaires. La situation anatomique particulière de la veine iliaque primitive gauche entre l'artère iliaque primitive droite et le promontoire expliquerait la prédominance des thromboses veineuses gauches.

Veine fémorale-veine fémorale superficielle

Le terme « *veine fémorale superficielle* » ne doit plus être employé car il est confondant (cette veine appartient au réseau des veines profondes), et surtout source d'erreur d'interprétation [89]. Le terme n'existe pas dans la terminologie anatomique officielle. Le terme correct est « *veine fémorale* ».

Fosse poplitée, veines poplitée et fémorale : variations anatomiques

L'anatomie veineuse du creux poplitée est complexe.

- L'abouchement de la petite veine saphène dans la veine poplitée est inconstant ou à hauteur variable (la classique crosse de petite saphène en poplitée rétro-articulaire n'est guère présente qu'une fois sur deux).
- L'abouchement des veines gastrocnémiennes dans la veine poplitée est également variable. Le plus souvent un tronc commun des veines gastrocnémiennes s'abouche

dans la veine poplitée haute en amont de la jonction saphénopoplitée. Ce tronc commun peut porter la crosse de petite saphène. Lorsque l'abouchement se fait au niveau de la puissante valvule poplitée, il peut en résulter un profil échographique apte à faire discuter un anévrysme de la veine poplitée.

- Les variations dans la hauteur à laquelle se forme le tronc tibiopéronier, la poursuite de la duplication des veines fibulaires et tibiales postérieures en duplication du tronc tibiopéronier, l'abouchement plus ou moins proximal des veines tibiales antérieures, les différentes combinaisons possibles et quelques vraies duplications de la veine poplitée amènent une fois sur deux à la présence de plusieurs « veines poplitées » dans la fosse poplitée. D'après Quinlan [90] :

- les veines fibulaires se drainent :
 - en confluence poplitée classique dans 59 % des cas (54-63 %),
 - dans les veines tibiales postérieures dans 32 % des cas (29-35 %),
 - dans les veines tibiales antérieures dans 8 % des cas (6-10 %);
- la veine poplitée est :
 - unique dans 56 % des cas (52-59 %),
 - double dans 42 % des cas (38-45 %),
 - triple dans 2 % des cas (1-3 %),
 - il existe une vraie duplication dans 5 % des cas (4-7 %).

La veine poplitée se poursuit normalement en veine fémorale dans le canal de Hunter, mais elle se connecte aussi volontiers avec la veine fémorale profonde, parfois même elle se poursuit à plein canal avec la veine fémorale profonde (disposition embryonnaire).

La veine fémorale est partiellement ou totalement dupliquée dans 20 à 50 % des cas selon les séries; elle est même parfois tripliquée.

Veines poplitées et fémorales sont dans une gaine commune avec leur artère homologue. La veine poplitée se situe normalement en arrière et en dedans de l'AP. La veine fémorale tend à s'enrouler autour de l'artère fémorale (postérieure à l'AF au Hunter, interne à l'AF au triangle de Scarpa).

L'ensemble de ces données anatomiques explique que des thromboses veineuses poplitée ou fémorale puissent rester muettes hors EP ou syndrome général, et rend compte des aléas de l'examen ultrasonique à ce niveau qui doivent être pondérés par une méthodologie rigoureuse, et un raisonnement pragmatique.

Veines du mollet

Les veines profondes, fibulaires et tibiales postérieures, satellites de l'artère sont en règle disposées par paires, de part et d'autre de l'artère, mais peuvent être au nombre de trois voire quatre.

Les veines musculaires gastrocnémiennes sont également satellites de l'artère, au moins dans leur segment proximal, et s'abouchent en poplitée haute (cf. paragraphe Fosse poplitée).

Les veines musculaires soléaires sont en nombre très variable, et se drainent indifféremment dans les veines fibulaires ou dans les veines tibiales postérieures; elles sont peu ou pas valvulées.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

528 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

Annexe 2 : évaluation de la probabilité clinique, scores de probabilité clinique prétest

Les signes cliniques seuls de la MTEV ne sont pas suffisants et sont peu sensibles et peu spécifiques. Le jugement clinique amène à formuler une hypothèse diagnostique comme peu probable, probable ou très probable.

L'estimation de la probabilité clinique (probabilité *a priori* ou prétest) permet de quantifier le risque de MTEV et repose autant sur le contexte de survenue de la thrombose que sur les symptômes et les signes cliniques.

La probabilité diagnostique de TVP ou d'EP (probabilité *a posteriori* ou post-test) dépend à la fois de la probabilité clinique et de la performance du test diagnostique exprimé par le rapport de vraisemblance qui tient compte à la fois de la sensibilité et de la spécificité du test utilisé.

Des scores de probabilité cliniques ont été établis pour le diagnostic de la TVP et de l'EP.

Pour la TVP, le score le plus utilisé est le score de Wells. La prévalence de la thrombose est de 5 % pour le risque faible, de 17 % pour le risque intermédiaire et de 53 % pour le risque élevé [91].

Pour l'EP, plusieurs scores ont été rapportés dans une revue systématique de la littérature [92]. Le GT retient 2 scores le score de Wells à 3 niveaux [93] et le score de Genève révisé [94] en raison de leur qualité et de leur bonne performance. Pour le score de Wells 3 niveaux, la prévalence de l'embolie pulmonaire est de 5,7 % pour le risque faible, de 23,2 % pour le risque intermédiaire et de 49,3 % pour le risque élevé [92]. Pour le score de Genève révisé, la prévalence est de 9 % pour le risque faible, de 26,2 % pour le risque intermédiaire et de 75,7 % pour le risque élevé [92].

Ces résultats suggèrent que les scores cliniques doivent être intégrés dans une stratégie diagnostique. Le plus souvent, c'est le dosage des D-Dimères qui est utilisé en seconde intention. Les règles de prédiction clinique doivent s'intégrer dans une démarche diagnostique adaptée au plateau technique (expertise, disponibilité du matériel d'exploration...) et au patient.

Il est à signaler que ces scores cliniques sont appliqués habituellement chez le patient externe mais un score spécifique a été validé chez les patients hospitalisés pour la suspicion de TVP des MI [95].

L'estimation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde selon le score de Wells initial est comme suit :

- score ≤ 0 : probabilité faible;
- score 1 – 2 : probabilité intermédiaire;
- score ≥ 3 : probabilité forte.

L'estimation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde selon le score de Wells modifié [17] est comme suit :

- score ≤ 1 : probabilité faible;
- score ≥ 2 : probabilité forte.

Chez les patients symptomatiques aux deux membres inférieurs, c'est le côté le plus atteint qui est considéré.

La méthode de Wells est celle qui a été la plus validée.

La règle de prédiction clinique de Constans comportant 6 items est plus simple, facilement mémorisable et semble avoir un pouvoir de discrimination identique à celle de Wells [96].

L'estimation de la probabilité clinique de thrombose veineuse profonde est comme suit :

- score ≤ 0 : probabilité faible;
- score 1–2 : probabilité intermédiaire;
- score ≥ 3 : probabilité forte.

L'estimation de la probabilité clinique d'embolie pulmonaire selon la règle de prédiction initiale est comme suit :

- score 0–1 : probabilité faible;
- score 2–6 : probabilité moyenne;
- score ≥ 7 : probabilité forte.

L'estimation de la probabilité clinique d'embolie pulmonaire selon la règle de prédiction modifiée est comme suit :

- score ≤ 4 : probabilité faible;
- score ≥ 5 : probabilité forte.

L'estimation de la probabilité clinique selon le score de Genève révisé est comme suit :

- score 0–3 : probabilité faible;
- score 4–10 : probabilité intermédiaire;
- score ≥ 11 : probabilité forte.

Annexe 3 : valeur des explorations pour la confirmation ou l'exclusion du diagnostic de TVP des MI

L'efficacité diagnostique des ultrasons comparée avec la phlébographie (efficacité théorique) est excellente pour la détection des thromboses veineuses proximales avec une sensibilité et une spécificité toutes deux nettement supérieures à 95 % [8–11]. La sensibilité pour la détection des thromboses veineuses distales serait plus faible de l'ordre de 73 % selon une revue et méta analyse des résultats de la littérature [9, 10]. Des résultats plus favorables à l'exploration des veines distales montrent une sensibilité de 91 % [3]. Les résultats devraient être encore meilleurs avec l'amélioration de la qualité des appareils d'échographie.

L'efficacité diagnostique comparée avec l'évolution clinique (efficacité pratique) chez les patients ayant une suspicion clinique de thrombose veineuse (Tableau 15.8) est jugée sur le risque de survenue d'événements thromboemboliques cliniques confirmés par des méthodes objectives, en règle générale sur 3 mois d'évolution. Ceci est évalué chez les patients n'ayant pas de signes de thrombose veineuse à l'échographie initiale et en l'absence de tout traitement anticoagulant (sécurité d'utilisation). Ce risque est faible et acceptable dans la plupart des études quelle que soit la stratégie adoptée, qu'il s'agisse d'une stratégie d'exploration limitée ou d'une stratégie d'exploration complète comme signalé plus haut. Pour qu'elle soit efficace, une exploration limitée nécessite soit d'être répétée afin de détecter une éventuelle extension aux veines proximales d'une TVP distale non recherchée initialement, soit d'être intégrée dans une stratégie comportant à la fois une évaluation de la probabilité clinique de thrombose veineuse et un dosage éventuel des D-dimères.

Chez les patients externes, l'intégration des D-dimères réduit de 20 à 30 % le recours à l'imagerie et ainsi le coût de la prise en charge. Lorsque la probabilité clinique est forte, il est inutile de faire un dosage des D-dimères, un résultat négatif ne permettant pas d'exclure formellement le diagnostic car la probabilité de MTEV reste élevée (16 %).

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 15. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler

L'augmentation des D-dimères est aussi peu spécifique d'eux-mêmes que soit la probabilité clinique.

Chez les patients hospitalisés, la rentabilité des D-dimères est très faible et le recours direct à l'imagerie par ultrasons est souhaitable.

Annexe 4 : valeur des explorations pour la confirmation ou l'exclusion du diagnostic d'EP

L'efficacité clinique des différentes stratégies utilisées pour le diagnostic d'exclusion de l'embolie pulmonaire (citées dans le texte) montre un risque d'événements cliniques très faible et acceptable au cours du suivi en l'absence de traitement anticoagulant chez les patients ayant le diagnostic d'embolie pulmonaire exclu initialement.

La probabilité clinique est estimée selon des scores cliniques de prédiction du risque validé.

La stratégie est à adapter en fonction du contexte clinique et des disponibilités et compétences locales. Ainsi, les étapes D-dimères et/ou ultrasons pourraient être omises. Le scanner hélicoïdal pourrait être remplacé par la scintigraphie de ventilation perfusion en cas de contre-indication à l'injection d'iode.

L'absence d'imagerie pulmonaire en cas de TVP ne se conçoit que si la TVP est proximale.

Annexe 5 : évaluation par ultrasons des lésions post-thrombotiques

Obstruction veineuse

Obstruction complète

L'examen ED permet d'évaluer le niveau anatomique avec la limite supérieure de l'obstruction, son étendue, le diamètre maximum en compression (l'incompressibilité est ici totale, il n'y a pas de flux enregistrable au Doppler pulsé ni de remplissage couleur), l'échogénicité du matériel obstructif (hypoéchogène, isoéchogène ou hyperéchogène, présence de calcifications), sa distribution (homogène, hétérogène) et la description anatomique de la suppléance.

Obstruction incomplète

L'exploration ED permet d'évaluer le niveau anatomique de l'obstruction partielle, son importance en échographie et en Doppler couleur et pulsé (incompressibilité partielle et diamètre résiduel maximal à l'écho-compression, remplissage couleur). Il permet de décrire les séquelles pariétales (épaississement pariétal, échogénicité et homogénéité/hétérogénéité des lésions).

Reflux

Le reflux est recherché sur un patient debout ou assis, soit au décours d'une chasse musculaire d'amont (en distal du site exploré), soit pendant une manœuvre de Valsalva ou lors d'une compression d'aval (en proximal du site exploré). Le reflux est pathologique si sa durée est >0,5 sec [68] ou >1 sec [98]

Collatéralité

La collatéralité est définie par un flux continu en Doppler avec peu ou pas de modulations respiratoires au niveau d'un réseau superficiel systématisé ou non (développé à l'occasion de la thrombose). Le flux peut être centripète.

L'ED permet de visualiser et de « cartographier » la collatéralité (veine grande saphène, veines latérothoraciques et sus-pubiennes), d'étudier les veines profondes (poplitée, fémorale...) et de rechercher un reflux du réseau veineux profond vers le réseau veineux superficiel à travers de perforantes incontinentes).

L'utilisation d'une sonde barrette de fréquence élevée (voire sonde crayon Doppler continu 8 ou 10 MHz) est spécifique à l'examen de la suppléance.

RÉFÉRENCES

- [1] Becker F, et al. Quality standards for ultrasound assessment (CW-Doppler, Duplex US) of the lower limb arteries in vascular medicine. Report of the French Society for Vascular Medicine. *J Mal Vasc* 2011; 36(6) : 364-85.
- [2] Lensing AW, et al. Detection of deep-vein thrombosis by real-time B-mode ultrasonography. *N Engl J Med* 1989; 320(6) : 342-5.
- [3] Elias A, et al. Value of real time B mode ultrasound imaging in the diagnosis of deep vein thrombosis of the lower limbs. *Int Angiol* 1987; 6(2) : 175-82.
- [4] Dauzat MM, et al. Real-time B-mode ultrasonography for better specificity in the noninvasive diagnosis of deep venous thrombosis. *J Ultrasound Med* 1986; 5(11) : 625-31.
- [5] Elias A, et al. A single complete ultrasound investigation of the venous network for the diagnostic management of patients with a clinically suspected first episode of deep venous thrombosis of the lower limbs. *Thromb Haemost* 2003; 89(2) : 221-7.
- [6] Barrellier MT, et al. Duplex ultrasonography in the diagnosis of deep vein thrombosis of the legs. Agreement between two operators. *J Mal Vasc* 1992; 17(3) : 196-201.
- [7] Elias A, et al. Extended lower limb venous ultrasound for the diagnosis of proximal and distal vein thrombosis in asymptomatic patients after total hip replacement. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2004; 27(4) : 438-44.
- [8] Becker DM, Philbrick JT, Abbot PL. Real-time ultrasonography for the diagnosis of lower extremity deep venous thrombosis. The wave of the future? *Arch Intern Med* 1989; 149(8) : 1731-4.
- [9] Kearon C, Ginsberg JS, Hirsh J. The role of venous ultrasonography in the diagnosis of suspected deep venous thrombosis and pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 1998; 129(12) : 1044-9.
- [10] Kearon C, et al. Noninvasive diagnosis of deep venous thrombosis. McMaster Diagnostic Imaging Practice Guidelines Initiative. *Ann Intern Med* 1998; 128(8) : 663-77.
- [11] Goodacre S, et al. Systematic review and meta-analysis of the diagnostic accuracy of ultrasonography for deep vein thrombosis. *BMC Med Imaging* 2005; 5 : 6.
- [12] Elias A, Elias M. Exploration par ultrasons des veines des membres inférieurs. EMC Elsevier Masson, Paris Radiologie et imagerie médicale-cardio-vasculaire-thoracique-cervicale 2011; 32-225 A15.
- [13] Sluzewski M, et al. Influence of negative ultrasound findings on the management of in- and outpatients with suspected deep-vein thrombosis. *Eur J Radiol* 1991; 13(3) : 174-7.
- [14] Heijboer H, et al. A comparison of real-time compression ultrasonography with impedance plethysmography for the diagnosis of deep-vein thrombosis in symptomatic outpatients. *N Engl J Med* 1993; 329(19) : 1365-9.
- [15] Cogo A, et al. Compression ultrasonography for diagnostic management of patients with clinically suspected deep vein thrombosis : prospective cohort study. *BMJ* 1998; 316(7124) : 17-20.
- [16] Birdwell BG, et al. The clinical validity of normal compression ultrasonography in outpatients suspected of having deep venous thrombosis. *Ann Intern Med* 1998; 128(1) : 1-7.
- [17] Wells PS, et al. Value of assessment of pretest probability of deep-vein thrombosis in clinical management. *Lancet* 1997; 350(9094) : 1795-8.
- [18] Bernardi E, et al. D-dimer testing as an adjunct to ultrasonography in patients with clinically suspected deep vein thrombosis : prospective cohort study. The Multicentre Italian D-dimer Ultrasound Study Investigators Group. *BMJ* 1998; 317(7165) : 1037-40.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

530 Partie 3. Standards de qualité des explorations vasculaires

- [19] Perrier A, et al. Non-invasive diagnosis of venous thromboembolism in outpatients. *Lancet* 1999; 353(9148) : 190-5.
- [20] Kraaijenhagen RA, et al. Simplification of the diagnostic management of suspected deep vein thrombosis. *Arch Intern Med* 2002; 162(8) : 907-11.
- [21] Anderson DR, et al. Combined use of clinical assessment and d-dimer to improve the management of patients presenting to the emergency department with suspected deep vein thrombosis (the EDITED Study). *J Thromb Haemost* 2003; 1(4) : 645-51.
- [22] Schutgens REG, et al. Combination of a normal D-dimer concentration and a non-high pretest clinical probability score is a safe strategy to exclude deep venous thrombosis. *Circulation* 2003; 107(4) : 593-7.
- [23] Wells PS, et al. Evaluation of D-dimer in the diagnosis of suspected deep-vein thrombosis. *N Engl J Med* 2003; 349(13) : 1227-35.
- [24] Bernardi E, et al. Serial 2-point ultrasonography plus D-dimer vs whole-leg color-coded Doppler ultrasonography for diagnosing suspected symptomatic deep vein thrombosis : a randomized controlled trial. *JAMA* 2008; 300(14) : 1653-9.
- [25] Schellong SM, et al. Complete compression ultrasonography of the leg veins as a single test for the diagnosis of deep vein thrombosis. *Thromb Haemost* 2003; 89(2) : 228-34.
- [26] Stevens SM, et al. Withholding anticoagulation after a negative result on duplex ultrasonography for suspected symptomatic deep venous thrombosis. *Ann Intern Med* 2004; 140(12) : 985-91.
- [27] Subramaniam RM, et al. Deep venous thrombosis : withholding anticoagulation therapy after negative complete lower limb US findings. *Radiology* 2005; 237(1) : 348-52.
- [28] Sevestre MA, et al. Accuracy of complete compression ultrasound in ruling out suspected deep venous thrombosis in the ambulatory setting. A prospective cohort study. *Thromb Haemost* 2009; 102(1) : 166-72.
- [29] Johnson SA, et al. Risk of deep vein thrombosis following a single negative whole-leg compression ultrasound : a systematic review and meta-analysis. *JAMA* 2010; 303(5) : 438-45.
- [30] Stevens SM, et al. Withholding Anticoagulation Following a Single Negative Whole-Leg Ultrasound in Patients at High Pretest Probability for Deep Vein Thrombosis. *Clin Appl Thromb Hemost* 2012; .
- [31] Sevestre MA, et al. Outcomes for inpatients with normal findings on whole-leg ultrasonography : a prospective study. *Am J Med* 2010; 123(2) : 158-65.
- [32] Perrier A, et al. Diagnosis of pulmonary embolism by a decision analysis-based strategy including clinical probability, D-dimer levels, and ultrasonography : a management study. *Arch Intern Med* 1996; 156(5) : 531-6.
- [33] Christiansen F. Diagnostic imaging of acute pulmonary embolism. *Acta Radiol Suppl* 1997; 410 : 1-33.
- [34] Turkstra F, et al. Diagnostic utility of ultrasonography of leg veins in patients suspected of having pulmonary embolism. *Ann Intern Med* 1997; 126(10) : 775-81.
- [35] Mac Gillavry MR, et al. Compression ultrasonography of the leg veins in patients with clinically suspected pulmonary embolism : is a more extensive assessment of compressibility useful? *Thromb Haemost* 2000; 84(6) : 973-6.
- [36] Righini M, et al. Diagnosis of pulmonary embolism by multidetector CT alone or combined with venous ultrasonography of the leg : a randomised non-inferiority trial. *Lancet* 2008; 371(9621) : 1343-52.
- [37] Elias A, et al. Diagnostic performance of complete lower limb venous ultrasound in patients with clinically suspected acute pulmonary embolism. *Thromb Haemost* 2004; 91(1) : 187-95.
- [38] Righini M, et al. Complete venous ultrasound in outpatients with suspected pulmonary embolism. *J Thromb Haemost* 2009; 7(3) : 406-12.
- [39] Moores LK, et al. Meta-analysis : outcomes in patients with suspected pulmonary embolism managed with computed tomographic pulmonary angiography. *Ann Intern Med* 2004; 141(11) : 866-74.
- [40] Quiroz R, et al. Clinical validity of a negative computed tomography scan in patients with suspected pulmonary embolism : a systematic review. *JAMA* 2003; 293(16) : 2012-7.
- [41] Anderson DR, et al. Use of spiral computed tomography contrast angiography and ultrasonography to exclude the diagnosis of pulmonary embolism in the emergency department. *J Emerg Med* 2005; 29(4) : 399-404.
- [42] Stein PD, et al. Multidetector computed tomography for acute pulmonary embolism. *N Engl J Med* 2006; 354(22) : 2317-27.
- [43] Hull RD, et al. A noninvasive strategy for the treatment of patients with suspected pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 1994; 154(3) : 289-97.
- [44] Wells PS, et al. Excluding pulmonary embolism at the bedside without diagnostic imaging : management of patients with suspected pulmonary embolism presenting to the emergency department by using a simple clinical model and d-dimer. *Ann Intern Med* 2001; 135(2) : 98-107.
- [45] Kruip MJHA, et al. Use of a clinical decision rule in combination with D-dimer concentration in diagnostic workup of patients with suspected pulmonary embolism : a prospective management study. *Arch Intern Med* 2002; 162(14) : 1631-5.
- [46] Musset D, et al. Diagnostic strategy for patients with suspected pulmonary embolism : a prospective multicentre outcome study. *Lancet* 2002; 360(9349) : 1914-20.
- [47] Leclercq MG, et al. Ruling out clinically suspected pulmonary embolism by assessment of clinical probability and D-dimer levels : a management study. *Thromb Haemost* 2003; 89(1) : 97-103.
- [48] van Strijen MJ, et al. Single-detector helical computed tomography as the primary diagnostic test in suspected pulmonary embolism : a multicenter clinical management study of 510 patients. *Ann Intern Med* 2003; 138(4) : 307-14.
- [49] Perrier A, et al. Diagnosing pulmonary embolism in outpatients with clinical assessment, D-dimer measurement, venous ultrasound, and helical computed tomography : a multicenter management study. *Am J Med* 2004; 116(5) : 291-9.
- [50] Ten Wolde M, et al. Non-invasive diagnostic work-up of patients with clinically suspected pulmonary embolism : results of a management study. *J Thromb Haemost* 2004; 2(7) : 1110-7.
- [51] Elias A, et al. Diagnostic management of pulmonary embolism using clinical assessment, plasma D-dimer assay, complete lower limb venous ultrasound and helical computed tomography of pulmonary arteries A multicentre clinical outcome study. *Thromb Haemost* 2005; 93(5) : 982-8.
- [52] Ghanima W, et al. Management of suspected pulmonary embolism (PE) by D-dimer and multi-slice computed tomography in outpatients : an outcome study. *J Thromb Haemost* 2005; 3(9) : 1926-32.
- [53] Perrier A, et al. Multidetector-row computed tomography in suspected pulmonary embolism. *N Engl J Med* 2005; 352(17) : 1760-8.
- [54] van Belle A, et al. Effectiveness of managing suspected pulmonary embolism using an algorithm combining clinical probability, D-dimer testing, and computed tomography. *JAMA* 2006; 295(2) : 172-9.
- [55] Anderson DR, et al. Computed tomographic pulmonary angiography vs ventilation-perfusion lung scanning in patients with suspected pulmonary embolism : a randomized controlled trial. *JAMA* 2007; 298(23) : 2743-53.
- [56] Baud JM, et al. Short- and medium-term duplex sonography follow-up of deep venous thrombosis of the lower limbs. *J Clin Ultrasound* 1998; 26(1) : 7-13.
- [57] Pacouret G, et al. Free-floating thrombus and embolic risk in patients with angiographically confirmed proximal deep venous thrombosis. A prospective study. *Arch Intern Med* 1997; 157(3) : 305-8.
- [58] Decousus H, et al. Superficial venous thrombosis and venous thromboembolism : a large, prospective epidemiologic study. *Ann Intern Med* 2010; 152(4) : 218-24.
- [59] Galanaud JP, et al. Predictive factors for concurrent deep-vein thrombosis and symptomatic venous thromboembolic recurrence in case of superficial venous thrombosis. The OPTIMEV study. *Thromb Haemost* 2011; 105(1) : 31-9.
- [60] Decousus H, et al. Fondaparinux for the treatment of superficial-vein thrombosis in the legs. *N Engl J Med* 2010; 363(13) : 1222-32.
- [61] Prandoni P, et al. A simple ultrasound approach for detection of recurrent proximal-vein thrombosis. *Circulation* 1993; 88(4 Pt 1) : 1730-5.
- [62] Prandoni P, et al. The diagnostic value of compression ultrasonography in patients with suspected recurrent deep vein thrombosis. *Thromb Haemost* 2002; 88(3) : 402-6.
- [63] Linkins LA, et al. Interobserver agreement on ultrasound measurements of residual vein diameter, thrombus echogenicity and Doppler venous flow in patients with previous venous thrombosis. *Thromb Res* 2006; 117(3) : 241-7.
- [64] Linkins LA, et al. Change in thrombus length on venous ultrasound and recurrent deep vein thrombosis. *Arch Intern Med* 2004; 164(16) : 1793-6.
- [65] Hassen S, et al. High percentage of non-diagnostic compression ultrasonography results and the diagnosis of ipsilateral recurrent proximal deep vein thrombosis : a rebuttal. *J Thromb Haemost* 2011; 9(2) : 414-6 author reply 417-8.
- [66] Tan M, Bornais C, Rodger M. Interobserver reliability of compression ultrasound for residual thrombosis after first unprovoked deep vein thrombosis. *J Thromb Haemost* 2012; 10(9) : 1775-82.
- [67] Hamadah A, et al. Baseline imaging after therapy for unprovoked venous thromboembolism : a randomized controlled comparison of baseline imaging for diagnosis of suspected recurrence. *J Thromb Haemost* 2011; 9(12) : 2406-10.

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

Chapitre 15. Standards de qualité pour la pratique de l'écho-Doppler 531

- [68] Coleridge-Smith P, et al. Duplex ultrasound investigation of the veins in chronic venous disease of the lower limbs—UIP consensus document. Part I. Basic principles. *Eur J Vasc Endovasc Surg* 2006; 31(1) : 83–92.
- [69] Prandoni P, et al. The long-term clinical course of acute deep venous thrombosis. *Ann Intern Med* 1996; 125(1) : 1–7.
- [70] Tick LW, et al. Risk factors for post-thrombotic syndrome in patients with a first deep venous thrombosis. *J Thromb Haemost* 2008; 6(12) : 2075–81.
- [71] Mohr DN, et al. The venous stasis syndrome after deep venous thrombosis or pulmonary embolism : a population-based study. *Mayo Clin Proc* 2000; 75(12) : 1249–56.
- [72] Stain M, et al. The post-thrombotic syndrome : risk factors and impact on the course of thrombotic disease. *J Thromb Haemost* 2005; 3(12) : 2671–6.
- [73] Prandoni P, et al. Residual thrombosis on ultrasonography to guide the duration of anticoagulation in patients with deep venous thrombosis : a randomized trial. *Ann Intern Med* 2009; 150(9) : 577–85.
- [74] Hull RD, et al. Quantitative assessment of thrombus burden predicts the outcome of treatment for venous thrombosis : a systematic review. *Am J Med* 2005; 118(5) : 456–64.
- [75] Prandoni P, et al. Residual venous thrombosis as a predictive factor of recurrent venous thromboembolism. *Ann Intern Med* 2002; 137(12) : 955–60.
- [76] Le Gal G, et al. Residual vein obstruction as a predictor for recurrent thromboembolic events after a first unprovoked episode : data from the REVERSE cohort study. *J Thromb Haemost* 2011; 9(6) : 1126–32.
- [77] Kearon C, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease : Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed. : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141(2 Suppl) : e419S–94S.
- [78] Geerts WH, et al. Prevention of venous thromboembolism : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines (8th ed.). *Chest* 2008; 133(6 Suppl) : 381S–453S.
- [79] Falck-Ytter Y, et al. Prevention of VTE in orthopedic surgery patients : Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed. : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141(2 Suppl) : e278S–325S.
- [80] Kahn SR, et al. Prevention of VTE in nonsurgical patients : Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed. : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141(2 Suppl) : e195S–226S.
- [81] Gould MK, et al. Prevention of VTE in nonorthopedic surgical patients : Antithrombotic Therapy and Prevention of Thrombosis, 9th ed. : American College of Chest Physicians Evidence-Based Clinical Practice Guidelines. *Chest* 2012; 141(2 Suppl) : e227S–77S.
- [82] Barrellier MT, et al. Short versus extended thromboprophylaxis after total knee arthroplasty : a randomized comparison. *Thromb Res* 2010; 126(4) : e298–304.
- [83] Markel A, et al. Pattern and distribution of thrombi in acute venous thrombosis. *Arch Surg* 1992; 127(3) : 305–9.
- [84] Kerr TM, et al. Analysis of 1084 consecutive lower extremities involved with acute venous thrombosis diagnosed by duplex scanning. *Surgery* 1990; 108(3) : 520–7.
- [85] Mattos MA, et al. Prevalence and distribution of calf vein thrombosis in patients with symptomatic deep venous thrombosis : a color-flow duplex study. *J Vasc Surg* 1996; 24(5) : 738–44.
- [86] Singh K, et al. Early follow-up and treatment recommendations for isolated calf deep venous thrombosis. *J Vasc Surg* 2012; 55(1) : 136–40.
- [87] Perrin M. New anatomic nomenclature for lower limb veins : new terms in French. *J Mal Vasc* 2003; 28(4) : 219–21.
- [88] Caggiati A, et al. Nomenclature of the veins of the lower limbs : an international interdisciplinary consensus statement. *J Vasc Surg* 2002; 36(2) : 416–22.
- [89] Bundens WP, et al. The superficial femoral vein. A potentially lethal misnomer. *JAMA* 1995; 274(16) : 1296–8.
- [90] Quinlan DJ, et al. Variations in lower limb venous anatomy : implications for US diagnosis of deep vein thrombosis. *Radiology* 2003; 228(2) : 443–8.
- [91] Wells PS, et al. Does this patient have deep vein thrombosis? *JAMA* 2006; 295(2) : 199–207.
- [92] Ceriani E, et al. Clinical prediction rules for pulmonary embolism : a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Haemost* 2010; 8(5) : 957–70.
- [93] Wells PS, et al. Derivation of a simple clinical model to categorize patients probability of pulmonary embolism : increasing the models utility with the SimpliRED D-dimer. *Thromb Haemost* 2000; 83(3) : 416–20.
- [94] Le Gal G, et al. Prediction of pulmonary embolism in the emergency department : the revised Geneva score. *Ann Intern Med* 2006; 144(3) : 165–71.
- [95] Constans J, et al. Clinical prediction of lower limb deep vein thrombosis in symptomatic hospitalized patients. *Thromb Haemost* 2001; 86(4) : 985–90.
- [96] Constans J, et al. Comparison of four clinical prediction scores for the diagnosis of lower limb deep venous thrombosis in outpatients. *Am J Med* 2003; 115(6) : 436–40.
- [97] Wells PS. Integrated strategies for the diagnosis of venous thromboembolism. *J Thromb Haemost* 2007; 5(Suppl. 1) : 41–50.
- [98] Labropoulos N, et al. Definition of venous reflux in lower-extremity veins. *J Vasc Surg* 2003; 38(4) : 793–8.



HAUTE AUTORITÉ DE SANTÉ



COOPERATION ENTRE PROFESSIONNELS DE SANTÉ

1

CHU de Nîmes - Protocole de coopération entre médecins vasculaires et manipulateurs en électroradiologie médicale (MERM) pour l'acquisition des images et signaux, et la réalisation des mesures, lors des examens d'exploration vasculaire non-vulnérante

ANNEXE 6 : Formation aux Techniques Non-Vulnérantes d'Exploration Vasculaire autres que l'ultrasonographie

La formation théorique est dispensée par l'équipe hospitalo-universitaire de Physiologie et Médecine Vasculaire. Elle est destinée aux manipulateurs d'électroradiologie médicale validant le diplôme inter-universitaire national d'échographie d'acquisition (DIUAE). Elle n'est pas nécessaire pour les personnels validant le diplôme d'assistant en exploration vasculaire (DUAEV) car intégrée au cursus correspondant.

La formation pratique est effectuée pour la partie initiale dans un secteur d'exploration vasculaire de CHU, pour la seconde partie (tutorat) dans un secteur d'exploration vasculaire universitaire ou non, sous la responsabilité d'un médecin vasculaire.

Formation Théorique :

Les objectifs de formation théorique sont :

- Connaître les notions essentielles d'anatomie et de physiologie de l'appareil cardiovasculaire.
- Connaître les rudiments de physiopathologie correspondant aux principales indications cliniques de ces explorations, ainsi que les réponses attendues.
- Connaître le principe des principales techniques d'exploration fonctionnelle vasculaire, telles que la pléthysmographie (photo- ou pneumo-pléthysmographie, notamment), le laser Doppler, la mesure trans-cutanée de pression partielle d'oxygène, la volumétrie de membre, l'enregistrement de l'onde de pouls.
- Savoir utiliser ces techniques, notamment, pour la mesure de pression artérielle distale (au doigt, à l'orteil), l'évaluation de la pulsatilité, la détection et la quantification de l'ischémie cutanée, la mesure de la vitesse de propagation de l'onde de pouls.
- Connaître les valeurs normales ainsi que les limites et les écueils de ces techniques ; savoir en identifier les principaux artefacts et causes d'erreur.
- -Savoir réaliser un rapport technique de ces explorations.

La formation théorique est validée par un test écrit comportant au moins 20 QCM, et corrigée par un formateur (médecin vasculaire de CHU).

Formation Pratique :

- La formation pratique initiale doit comporter, pour chacune des techniques, au moins 10 examens réalisés par le délégué sous supervision directe du délégant, dans un secteur d'exploration vasculaire de CHU.
- Lorsque ces 10 premiers examens ont été réalisés, la formation pratique se poursuit par tutorat pour la réalisation d'au moins 20 examens supplémentaires par technique, avec contrôle systématique par le délégant de la réalisation correcte de l'examen avant sa conclusion (vérification du respect des conditions de mesure, du bon positionnement des capteurs ou dispositifs de mesure, de la détermination correcte des paramètres d'acquisition, de la qualité des enregistrements...). Est archivée une copie de chaque rapport technique, sur laquelle le tuteur mentionne soit la réalisation correcte (OK) soit la nécessité de réitérer une ou plusieurs mesures, en spécifiant la raison (ex : refaire mesure TcPO2 à l'avant-pied car électrode placée sur un trajet veineux).
- La formation pratique est validée lorsque délégué peut produire 20 copies de rapports techniques consécutifs portant la mention « OK » signée par le délégant.