

Méthodologie

Il semble que peu de méthodes soient actuellement compétitives de la mesure du rapport des pressions à la cheville et au bras dans la prédiction du développement éventuel de l'athérosclérose chez le sujet asymptomatique. La mesure de pression à la cheville en valeur absolue doit être abandonnée au profit de la mesure en valeur relative par rapport à la pression humérale (index de pression systolique). En effet, Carter et Lezak ont montré que dans une population de sujets dont l'AOMI avait été confirmée, 38 % d'entre eux avaient une pression systolique à la cheville normale, tandis que seulement 6 % d'entre eux avaient un index de pression normal (Carter et Lezak, 1971).

Localisation de la mesure de pression

Le plus couramment, la pression est mesurée au niveau de la cheville, juste au-dessus des malléoles, et parfois aux orteils. Le niveau où la pression est mesurée est déterminé par le site de la partie proximale de la manchette pneumatique (Yao et coll., 1969; Carter, 1992).

Cependant, la pression peut être mesurée à plusieurs autres niveaux des membres inférieurs: haut de cuisse, bas de cuisse, en-dessous du genou et en plein corps du mollet. Très répandues aux USA et dans les pays anglo-saxons à la suite des travaux de Fronek (1987) et de la commercialisation d'un système facilement utilisable par les laboratoires vasculaires, ces mesures multi-étagées ne sont quasiment pas utilisées en France. Ceci est dû à la longueur de l'examen et aux sources d'erreurs assez importantes, même si l'on utilise un jeu de manchettes adéquat (Barnes, 1991; Hodgson et Sumner, 1988).

Appareillage

Le capteur qui enregistre la chute de pression au gonflage de la manchette et la réapparition d'un flux à son dégonflage est, en règle générale, placé au même endroit que la manchette, quel que soit le niveau où est celle-ci est située. Ce capteur est le plus souvent:

- une sonde Doppler en ce qui concerne les artères tibiale postérieure, pédieuse, voire péronière
- une sonde de pléthysmographie à l'orteil (cellule photoélectrique, jauge de mercure) utilisée soit en recueil d'une onde pulsatile (la plus simple) soit en recueil d'un débit artériel (pléthysmographie avec occlusion veineuse, ce dernier procédé étant plus long et plus coûteux) (Carter et Lezak, 1971)
- une jauge d'impédance, une sonde de thermométrie, une sonde de mesure de pression transcutanée en oxygène, une sonde laser-Doppler, une capillaroscopie, voire la simple appréciation visuelle de la recoloration cutanée (technique du “*flush*” telle qu'elle est utilisée en pédiatrie)

Technique de mesure

L'examen est pratiqué chez le sujet placé en décubitus, quel que soit le site de mesure, après un temps de repos de l'ordre de 15 minutes dans une pièce où la température ambiante est de $22 \pm 1^\circ\text{C}$. Il est important d'installer toutes les manchettes (bras, chevilles, voire orteils), avant de commencer les mesures. Lorsqu'un manomètre à colonne de mercure est utilisé, il doit être placé de manière à limiter l'erreur de parallaxe à la lecture. En outre, il est conseillé d'utiliser des manchettes couplées et le même manomètre pour toutes les mesures. Le dégonflage de la manchette doit être suffisamment lent pour éviter de grossières erreurs de mesure. Des systèmes spécialement conçus permettent le contrôle du dégonflage des manchettes, une lecture digitale de la pression, la mémorisation des mesures...

La manchette, de 12 à 15 cm de large, doit être correctement appliquée autour de la cheville, juste au-dessus des malléoles. La pose du brassard à l'avant-bras doit également être correctement effectuée (Hodgson et Sumner, 1988).

La pression à la cheville est mesurée au niveau de l'artère tibiale postérieure et/ou au niveau de l'artère pédieuse des deux jambes. Les mesures sont répétées deux ou trois fois. Après en avoir fait la moyenne pour chaque jambe, seule la plus élevée des valeurs est prise en considération (Yao et coll., 1969).¹¹ est également possible de mesurer la pression au niveau des

deux artères de la jambe et de retenir la moyenne des pressions identiques à ± 10 à 15 % près. La pression est mesurée à l'aide d'une sonde Doppler de 8 ou 10 MHz (sauf en cas d'œdème ou de peau épaisse, les sondes de 4 ou 5 MHz doivent être réservées à l'examen de vaisseaux plus profonds) (Yao et coll., 1969; Carter et Lezak, 1971; Stoffers et coll., 1991). L'utilisation d'un Doppler directionnel n'est pas nécessaire, sauf en cas d'enregistrement du signal Doppler de vitesse; un simple Doppler de poche convient.

La pression systolique humérale est mesurée au niveau des deux membres supérieurs. Seule la valeur plus élevée est retenue (Baker et Dix, 1981). Il est également possible de prendre en compte la moyenne des pressions systoliques droite et gauche si l'on a pris la précaution de s'assurer de l'absence de sténose sous-clavière par examen Doppler, ce qui devrait être la règle. La pression humérale peut être évaluée par méthode auscultatoire ou par technique Doppler (Yao et coll., 1969; Carter et Lezak, 1971). Une étude pilote prospective a montré que la sensibilité et la spécificité de la mesure par stéthoscope étaient respectivement de 86 % et 75 %, par rapport à l'examen Doppler (Barrelier et coll., 1989). Il semble toutefois préférable d'utiliser la sonde Doppler pour toutes les mesures. Après gonflage à pression supra-systolique, la manchette est dégonflée lentement, la réapparition du signal Doppler indiquant la pression systolique (Yao et coll., 1969).

Reproductibilité

Il existe une très bonne corrélation entre les mesures de pression à la cheville par voie intra-artérielle et par voie externe (Doppler), ainsi qu'entre les mesures par sonde Doppler et par pléthysmographie (Bollinger et coll., 1975).

La valeur normale de l'index est de $1,10 \pm 0,10$. Les seuils de normalité sont de 0,90 et 1,30 (0,95 pour Carter, 1992). Cependant, l'index de pression systolique cheville/bras ne doit pas être considéré comme une constante, mais comme une variable biologique fluctuant dans une certaine fourchette de valeur (Baker et Dix, 1981). Le coefficient de variation de la mesure de pression à la cheville est en moyenne de 6 à 8 %, quelle que soit l'artère étudiée. Le coefficient de variation de la mesure de pression humérale est de l'ordre de 5 %.

La déviation standard de la mesure de l'index est en moyenne de 0,06 à 0,11, tant en intra- qu'en inter-observateurs (Yao et Strandness, 1981; Baker et Dix, 1981). Stoffers et coll. (1991) ont déterminé les coefficients de variation de la mesure de l'index (tableau 10-I). Entre deux examens, une variation d'index inférieure ou égale à 15 % n'est pas significative et une variation supérieure ou égale à 30 % est très significative (Becker et coll., 1985).

Tableau 10-1 -Reproductibilité de la mesure de l'index de pression cheville/bras (Stoffers et coll., 1991)

Types de variation	Coefficient de variation (°/°)
Lice au patient (commune aux deux chevilles)	9
Différence de variation entre les deux chevilles	3,3
Attribuée à l'examineur	4,4
Attribuée au patient et à l'examineur	6,2
Liées à la mesure	8,4
Erreur inter-observateur	11,4

Limites

Selon les séries, 9 à 20 % des membres inférieurs présentant une ou des sténoses de 25 à 50 % (en termes de réduction de diamètre) sur l'axe aortes jambier ont pourtant un index ≥ 1 (Yao et coll., 1969; Fronck et coll., 1978). Pour contourner ce problème, il convient d'effectuer:

- une mesure des pressions étagées (anormales dans 60 à 80 % des cas où l'index est ≥ 1) (Fronck et coll., 1978).
- un enregistrement des signaux Doppler à la cheville.
- la réalisation d'un test de marche simple (marche de trois minutes sur terrain plat) ou standardisé sur tapis roulant (épreuve de Strandness). La fiabilité de la mesure d'une chute de pression après effort supérieure ou égale à 20 mmHg atteint 80 %, permettant de déceler une sténose supérieure ou égale à 25 % (en termes de rétrécissement du diamètre de l'artère) (Nicholson et coll., 1993).

En cas de pouls distaux normaux et d'index ≥ 1 au repos et après effort, la probabilité d'existence d'une claudication d'origine artérielle n'est plus que de 1 à 3 % (Yao et Nicolaïdes, 1981).

Causes d'erreur de mesure

Outre la variabilité inhérente aux paramètres biologiques, les causes d'erreur sont :

- La rigidité ou la médiocalcose des artères jambières, apparaissant essentiellement chez les sujets diabétiques (15 % au premier bilan, 30 % après 15 années d'évolution apparente), mais aussi chez les patients insuffisants

rénaux chroniques dialysés, ainsi que chez les sujets âgés (Fronek et coll., 1978).

- Les œdèmes importants de la cheville (ischémie sévère et toutes autres causes d'œdème) et les lipodystrophies majeures.
- Les sténoses proximales isolées avec bonne compliance artérielle d'aval (situation classique en cas de sténose iliaque primitive isolée du sujet jeune) (Yao et coll., 1969; Fronek et coll., 1978).
- Les lésions non ou peu sténosantes, hémodynamiquement non significatives.
- Les sténoses situées en dehors de l'axe aorte-cheville (sténoses hypogastriques, fémorales profondes, jambières isolées) ou au niveau des artères du pied.

Cependant, les erreurs les plus fréquentes restent probablement le non-respect d'un strict protocole de mesure: manchettes mal posées ou dégonflées trop rapidement, températures ambiante et cutanée trop basses ou trop élevées. Une instabilité cardiovasculaire, une arythmie complète, ou des sténoses sous-clavières méconnues chez le patient peuvent également contribuer à fausser la mesure de l'index.

La mesure de pression au niveau de la cheville à l'aide d'une sonde Doppler est la plus couramment pratiquée, mais la mesure de pression digitale ne doit pas être négligée, surtout en cas de rigidité ou de médiacalcoses des artères jambières (Hodgson et Sumner, 1988) (qui épargnent, en règle générale, les artères digitales). Les précautions d'usage sont les mêmes que pour la mesure de l'index cheville/bras. Les manchettes doivent avoir une largeur de 20 à 30 mm et sont appliquées sur le gros orteil. Il n'existe pas de variation de pression entre les différents orteils chez un sujet sain, mais, en routine, la mesure est souvent effectuée au niveau du gros orteil, car elle y est plus facile (Carter et Lezak, 1971; Hirai, 1976). La mesure est faite soit en utilisant la technique du "flush", soit par pléthysmographie, après avoir pris soin de chasser le sang de l'orteil avant le gonflage de la manchette (Carter et Lezak, 1971). Les valeurs normales sont comprises entre 1,00 et 0,80 avec un seuil inférieur à 0,55-0,65 (Barnes, 1991; Hodgson et Sumner, 1988). L'erreur de mesure est de l'ordre de 15 mmHg pour la pression digitale et de 7 à 10% pour la mesure de l'index (Carter et Lezak, 1971). L'erreur sur la mesure de l'index orteil/bras varie légèrement avec le niveau de pression digitale - coefficient de variation = 14 % entre 0 et 40 mmHg, 7 % entre 50 et 90 mmHg, 3 % entre 100 et 150 mmHg (Fagrell, 1973). L'index digital n'est pas significativement différent entre sujets jeunes et sujets âgés, entre sujets normoglycémiques et patients diabétiques, entre sujets normotendus et patients hypertendus. Il prend en compte d'éventuelles lésions au niveau du pied, d'où l'avantage de le prendre en considération plutôt que de mesurer l'index cheville/bras. Les principales sources d'erreur de mesure sont la vasoconstriction cutanée et l'absence de vidange de l'orteil avant le gonflage de la manchette.

BIBLIOGRAPHIE

- BAKER JD, DLX DE. Variability of Doppler ankle pressures with arterial occlusive disease, an evaluation of ankle index and brachial-ankle pressure gradient. *Surgery* 1981, **89**: 1341-37
- BARNES RW. Noninvasive diagnostic assessment of peripheral vascular disease. *Circulation* 1991; **83** (suppl 1): I-20-I-27
- BARRELLIER T, VISSEAUX I, VIEL JF, HAUTTEMENT JL, LEROY D. Place du stéthoscope dans le dépistage de l'artériopathie par la mesure des pressions systoliques à la cheville. *Presse Méd* 1989; **18**: 1342-1343
- BAXTER GM, POLAK JF. Lower limb colour flow imaging: a comparison with ankle: brachial measurements and angiography. *Clinical radiology* 1993, **47**: 91-95
- BECKER F, BRENOT R, PERRIN M. L'indice de pression systolique à la cheville, " balise " de surveillance à terme d'une artériopathie des membres inférieurs. *J Mal Vasc* 1985, **10** Suppl A: 37-42
- BOLLINGER A, BARRAS JP, MAHLER F. Measurement of foot artery blood pressure by micro manometry in normal subjects and in patients with arterial occlusive disease. *Circulation* 1975, **53**: 506-512
- CARTER SA, LEZAK JD. Digital systolic pressures in the lower limb in arterial disease. *Circulation* 1971, **73**: 905-914
- CARTER SA. Ankle and toe systolic pressures comparison of value and limitations in arterial occlusive disease. *Int. Angiology* 1992, **11**: 289-295
- FAGRELL B. Vital capillary microscopy. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* 1973, **31** Suppl.133
- FRONEK A, COEL M, BERNSTEIN E. The importance of combined multisegmental pressure and Doppler flow velocity studies in the diagnosis of peripheral arterial occlusive disease. *Surgery* 1978, **84**: 840-847
- HIRAI M, NIELSEN SL, LASSEN NA. Blood pressure measurement of all five fingers by strain gauge plethysmography. *Scand. J. Clin. Invest.* 1976, **36**: 627-632
- HODGSON KJ, SUMNER DS. Noninvasive assessment of lower extremity arterial disease. *Ann Vasc Surg* 1988; **2**: 174-184
- NICHOLSON ML, BYRNE RL, STEELE GA, CALLUM KG. Predictive value of bruits and Doppler pressure measurements in detecting lower limb arterial stenosis. *Eur J Vasc Surg* 1993, **7**: 59-62
- STOFEERS J, KAISER V, SCHOUTEN H, KNOTTNEUS A. Peripheral arterial occlusive diseases in general practice: the reproductibility of the ankle-arm systolic pressure ratio. *Scand J Prim Health Care* 1991, **9**: 109-114
- STRANDNESS DE. Duplex scanning for diagnosis of peripheral arterial disease. *Herz* 1988, **13**: 372-377

YAO ST, NICOLAIDES AN. Transcutaneous Doppler ultrasound in the management of lower limb ischaemia. In AN NICOLAIDES & JST YAO (Eds.). Investigation of *vascular disorders*, Churchill Livingstone 1981, pages 249-273

YAO ST, HOBBS JT, IRVINE WT. Ankle systolic pressure measurements in arterial disease affecting the lower extremities. *Br J Surg* 1969, **56**: 676-679