*Chapitre 8*

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**L’ HÉMODYNAMIQUE DE L'INSUFFISANCE VEINEUSE : LES TECHNIQUES D’ÉVALUATION**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Claude Franceschi1 et Paolo Zamboni2

1Hôpitaux Saint Joseph et Pitié-Salpêtrière, Paris, France

2Université de Ferrara, Italie

Les explorations fonctionnelles mesurent les différents paramètres hémodynamiques du système veineux.

**1. LA MESURE DE LA PRESSION VEINEUSE**

1.1. Les Mesures Invasives de Pressions

 La mesure invasive de la pression veineuse distale est indépendante de l'orientation du cathéter intraveineux lorsque le sujet est immobile. Cela est du aux vitesses circulatoires trop faibles inaptes à créer une énergie dynamique suffisante et la pression totale est approximativement égale à la pression latérale (PL). Au contraire, lorsque le sujet est en mouvement, la vitesse circulatoire n'est plus négligeable, et la mesure doit tenir compte de l'angle de la sonde par rapport au flux (tubes de Pitot). Cependant, malgré certaines ***overlaps*** , la pression veineuse ambulatoire est largement considérée comme le gold standard de l'évaluation de la fonction veineuse [19, 23, 26, 58, 135,183].

1.2. Les Mesures Non Invasives de Pression

*1.2.1. Le Doppler et le Sphygmomanométrie*

La mesure de la pression veineuse est effectuée à la cheville avec un sphygmomanomètre. Bien que ce type d'évaluation soit incapable de fournir une valeur précise de la pression, il fournit une valeur indicative pour évaluer la présence de désordres veineux. Le sphygmomanomètre est gonflé à 120 mm Hg et dégonflé immédiatement. La pression veineuse est la valeur de pression lorsque le débit veineux tibial postérieur se fait entendre au Doppler. Le sphygmomanomètre doit être dégonflé immédiatement pour éviter toute surévaluation de pression veineuse. Cette pression est normalement inférieure à 30 mm Hg en position décubitus dorsal. Elle monte dans le cas d'un obstacle hémodynamique proximal au flux veineux. Une mesure comparative des deux chevilles prévient des confusions dues à des artefacts. Les Auteurs pensent que cette procédure peut fournir un paramètre supplémentaire, c’est à dire, le temps d'apparition du flux veineux après la déflation du sphygmomanomètre, est probablement reliée au temps de remplissage. Toutefois, l'importance de ce paramètre dans la pratique clinique n'a pas encore été évaluée [13].

*1.2.2. La Pression Veineuse Dérivée de l’Ultrasonographie (Pression de Zamboni)*

La relation entre le volume et la pression veineuse (compliance veineuse) est connue pour être linéaire après l'achèvement de la phase de remplissage, dans laquelle la veine est distendue par l'augmentation du volume sanguin. Toutefois, pendant la phase de remplissage, la relation volume/pression n'est pas linéaire. Il y a plutôt, une augmentation significative du volume avec peu de changement de pression. La relation volume/pression devient linéaire à partir de valeurs de pression autour de 20 mm Hg, c'est-à-dire proche de l'achèvement de la phase de remplissage.

En raison de la configuration anatomique et structurelle particulière des veines en rapport avec leur fonction, le diamètre de la veine reflète son volume. Cette hypothèse est confirmée par notre démonstration de la linéarité dans la veine saphène remplie, à partir d’une valeur de pression de 20 mm Hg, et aussi par la relation pression / diamètre de la VGS chez les patients affectés par l'insuffisance veineuse primaire. Cette observation nous a permis de décrire une nouvelle méthode échographique d’exploration. Nous avons expérimenté une méthode non invasive pour l'extrapolation des valeurs PVA de la saphène à partir d’une courbe diamètre/pression. Cela peut être obtenu en traçant une ligne droite du point initial de distension veineuse (20 mm Hg) ce qui se rapproche le mieux des deux valeurs de pression/diamètre déterminées de façon non invasive et mesurées efficacement dans des conditions hydrostatiques différentes (assis et debout).

 En pratique clinique, si le système veineux est capable de se vider avec l'exercice, nous pouvons documenter les réductions aussi bien du diamètre de la veine (évalué par les ultrasons) que le volume de la veine (exprimé par FVR), comme dans le test clinique de Perthes. Au contraire, si le système est incapable de se vider de façon satisfaisante en raison de la fonction altérée de la pompe musculaire ou d'une autre cause, nous ne pouvons documenter une réduction significative du diamètre et / ou du volume des veines (et, bien sûr, de la PVA car ces trois paramètres sont en relation linéaire après la phase de remplissage).
 La technique échographique est simple, non invasive et donc facilement reproductible, et se produit avec des équipements largement pour les investigations vasculaires.
 Les erreurs mineures dans l'évaluation de diamètre pourraient se produire en raison du fait que la sonde est tenue manuellement, donc la précision de la mesure par ultrasons est strictement opérateur dépendante. Toutefois, c’est une limitation générale des techniques d’ultrasons [258.259.260.262.284].

*1.2.3. L’Évaluation de l'Affaiblissement Cardiaque Postural Veineux Contrôlé, ou le Test d’Inclinaison du Penchement:*

 Le sujet est allongé sur une table inclinée près de la verticale afin de tester sa réaction vagale à la stase veineuse extrême des membres inférieurs ; il est en position debout complètement immobile, sans le soutien de la PVM. L'opérateur doit être prudent à ne pas susciter un syndrome vaso-vagal malin [5].

*1.2.4. Mesures du Volume de l’Œdème des Jambes (MVŒJ) :*

Elles évaluent les variations de l'œdème des membres inférieurs. De nombreux moyens de mesure ont été proposés: la volumétrie au mercure, la volumétrie infrarouge, l'écho- volumétrie et la volumétrie à l'eau, l'imagerie par résonance magnétique (IRM), impédancemétrie, et l’O-métrie des jambes. Le volume varie avec les causes de l'œdème [186.232].

*1.2.5. Plethhysmographie*

 ***1.2.5.1. Pléthysmographie calibrée au mercure:*** les variations de mesures du volume du membre, sont basées sur la circonférence du membre, sans préjuger de la valeur des pressions [89].

 ***1.2.5.2. Pléthysmographie à l'air:*** Variations des mesures de pression et de volume du mollet lors de tests de stress, et donc variations de la pression transmurale (PTM). Elle divise la fonction veineuse selon le changement de la posture et l'activation de la PVM, permettant la dérivation des quatre paramètres utiles [19,59]:
• Le volume total (VT), la quantité de sang se trouvant dans le réservoir veineux; pléthysmographie à l'air mesure le changement de volume (en ml d'air), produit par le passage du décubitus dorsal avec les jambes levées à 45 ° à la position debout;
• L'index de remplissage veineux (IRV), la variation de volume produite dans un membre dans un temps défini par le passage du décubitus dorsal à la position debout ; l’IRV est rattaché à la sévérité du reflux et est exprimé en ml air/sec;
• La fraction éjectée (FE), le taux de réduction du VT après un seul mouvement de la pointe des pieds, il reflète la systole musculaire du mollet, et
• La fraction du volume résiduel (FVR), le taux de réduction du VT obtenu après dix mouvements de la pointe des pieds; cet index est relié à la mesure de la pression veineuse ambulatoire .

Nous avons mesuré les changements de l'ensemble de ces paramètres après les procédures CHIVA (voir chapitre 12).

**2. LES MESURES DU FLUX**

2.1. *Angiographie,* ou Phlébographie Dynamique

 Elle peut évaluer la compétence ou l'incompétence de valves. Pourtant, le remplissage des veines dépend du point d'introduction du produit de contraste et sa dispersion qui peut être incomplète, en particulier si il se produit un effet "lavage" [143].

 2.2. Doppler

 C'est une technique anatomique et hémodynamique non invasive d'intérêt majeur dans les investigations veineuse. Elle a permis des progrès décisifs dans la compréhension de la physiopathologie hémodynamique veineuse et reste indispensable pour un diagnostic précis. Sa précision dépend de l'expertise de l'opérateur [61, 72, 151,159].

 *2.2.1. Les Flux Antérogrades :*

Les (*FA*) respectent la direction de l'ouverture des valves, comme enregistrés par le Doppler. Toutefois, la direction normale est insuffisante pour indiquer un flux normal, puisque le contenu du flux, l'origine et la vitesse doivent également être normaux. Les FA peuvent être enregistrés dans les shunts ouverts et fermés, selon les modèles spécifique de shunt, les tests ou manœuvres de stress impliquées.

 *2.2.2. Les Flux Rétrogrades :*

Les (FR) ont une direction opposée à l'ouverture des valves, comme enregistrés par Doppler. Cette direction du flux inversé est insuffisante pour indiquer un débit pathologique, et le contenu, l'origine, et la vitesse du flux doivent être pris en compte aussi. Tout comme pour le FA, le FR peut être enregistré dans les shunts ouverts et fermés, selon les modèles spécifique de shunt, les tests ou manœuvres de stress impliquées.

*2.2.3. Les Temps de Reflux :*

 Le (TR) doit être> 0,05 m / s pour être pathologique, car un petit reflux proto-diastolique est physiologique. Le TR dure aussi longtemps que le reflux, mais n'est pas nécessairement proportionnel à l'importance du reflux, car plus le trou valvulaire de fuite est petit, plus le TR est long ; cependant l'importance du temps de reflux est mineure. En outre, le TR n'est pas proportionnel à la classification clinique de la sévérité de la maladie. Enfin, il peut être différent selon la manœuvre utilisée pour provoquer le reflux. Par exemple, dans la VGS il est plus long en utilisant Wunstorf plutôt que la manœuvre de compression [150.151.162.172.184.188].

 *2.2.4. L’Index de Psatakis (IP) :* C'est un indice de reflux évalué dans les veines profondes lors de la compression- relaxation du mollet. IP = la vitesse surface du reflux diastolique / vitesse surface du flux systolique.

 Il prend en compte le volume du reflux, mais pas le flux et est considéré pathologique quand il est >0.40.
Les limites de la PI sont à peu près égales à celles du TR, pour les mêmes raisons expliquées ci-dessus. Par conséquent, l’IP varie selon le volume du reflux, mais pas du débit du reflux [102].

 *2.2.5. L’Index du Reflux Dynamique (IRD) :* Il prend en compte le taux du volume et de débit du reflux, afin d'éviter les limites du TR et de l’IP. IRD= [(vitesse moyenne du reflux diastolique) ². le temps du reflux diastolique] / [(vitesse moyenne du reflux systolique) ². le temps du flux diastolique]. Car l’IRD varie selon le débit du reflux, il exprime plus précisément que TR ou IP le degré ou la sévérité du reflux hémodynamique. Ainsi, pour le même volume de reflux diastolique, plus haut est le taux du débit du reflux diastolique, plus important est le volume du reflux entre deux étapes lors de la marche et vice versa. Lorsque, pour le même volume, le taux du débit de reflux diastolique est bas, et par conséquent le temps du reflux est long, la systole de l'étape suivante interrompt le reflux de sorte qu'il est d'une importance mineure lors de la marche [58184224].

 2.3. Plethysmographie Infrarouge (PIR)

 Elle mesure le temps de remplissage (TRR) du réseau veineux profond par le superficiel à travers les veines perforantes après la contraction du mollet (le mouvement de la PVM). Ce temps est proportionnel au volume du sang superficiel disponible et aux gradients de pression générés par la PVM. Pour cette raison, le TRR peut être faussement négatif en cas de l'affaiblissement de la PVM [19,265].

 2.4. Les Manœuvres d'Évaluation de la Compétence des Valves et des Shunts

 *2.4.1. La Manœuvre de Valsalva (MV) :* Elle s’agit de la phase systolique forcée de la pompe thoraco-abdominale (PTA) contre une expiration bloquée. Le malade cherche à expirer avec la glotte fermée tout en contractant les muscles thoraciques, le diaphragme et les muscles abdominaux tous à la fois. Simultanément, le flux veineux est bloqué et les veines abdominales sont compressées, en particulier la veine cave rétro-hépatique, de sorte que le gradient de pression est inversé. La transmission de ce gradient implique une onde de pression dans l’ensemble du réseau veineux des membres inférieurs et du bassin, arrêtant le flux dans les veines compétentes et entrainant un reflux seulement dans les veines incompétentes. La MV est dite négative quand elle bloque le flux, et positive quand elle induit un reflux. Comme indiqué plus haut, le reflux se produit au point de fuite, mais peut être antérograde, donc dans le sens physiologique, en partie ou dans la totalité de son parcours superficiel. Un exemple peut être vu dans les collatérales descendantes de la crosse de la veine grande saphène lorsque son débit antérograde est alimenté par un point de fuite pelvien pendant la MV. Pendant la relaxation de la MV, le flux normal est dirigé dans la direction normale (Figure 8.3a, b) [46, 48, 172,241].

  *2.4.2. La Compression Manuelle :* avec une compression proximale est utilisée pour évaluer la compétence des valves pendant la compression, alors que la compression distale est utilisée pour estimer la capacité des valves lors du relâchement. Pourtant, la compression manuelle, particulièrement lorsqu'elle est destinée à simuler les systole-diastole de la PVM, ne correspond pas exactement au comportement normal ou pathologique. En fait, les données du flux dépendent de la localisation, la durée, et de la force de compression manuelle [148.150.151]. En particulier, la durée et la vitesse du flux peuvent être sous-estimés, surtout lorsque la zone impliquée de PVM est différente de celle qui a été comprimée. En plus, la compression manuelle implique les veines superficielles, par opposition à la systole de la PVM, qui implique seulement les veines profondes. Enfin, la compression manuelle peut ne pas être réalisable en cas de grand mollet, raides, blessés ou douloureux.

 *2.4.3. Les Contractions Musculaires Volontaires :* (La marche, la position sur la pointe des pieds, etc.) et les réflexes proprioceptifs fournissent des données préférables à celles de la compression manuelle, car ces premiers sont physiologiques ou physiopathologiques.

 ***2.4.3.1. La manœuvre de Paraná :*** consiste à évaluer le flux induit par la PVM chez le sujet en position debout immobile par l’utilisation du réflexe proprioceptif. Une légère poussée manuelle au niveau de la taille déclenche une contraction isométrique des muscles des jambes qui active la PVM et permet ainsi l'enregistrement des données. Il induit la systole de la PVM au cours de l’impulsion et la diastole à leur libération. Grace à l'immobilité, c’est particulièrement intéressant pour l'examen échodoppler et est réalisable aussi longtemps que le patient peut être debout [102].

 ***2.4.3.2. La manœuvre de l’oscillation :*** consiste à simuler le premier moment de la pression plantaire durant la marche et se limite à cela. Les conditions d'examen sont semblables à celles de la manœuvre de Paraná [257].

 ***2.4.3.3. La manœuvre de la flexion de l’orteil :*** est effectuée volontairement par le sujet dans la même position que la manœuvre de Paraná avec à peu près le même sens [151.179].

 ***2.4.3.4. La dorsiflexion active du pied :*** la systole musculaire est volontairement provoquée par le sujet dans ce mouvement; la diastole musculaire correspond à la position de repos consécutive (la manœuvre de Wunstorf).
  ***2.4.3.5. La manœuvre du soulèvement sur la pointe des pieds :*** est effectué en position debout immobile. Elle est supposée détecter, dans les veines superficielles, des shunts ouverts vicariants (SOV) dus à des occlusions dynamiques et posturales des veines profondes.
  ***2.4.3.6. La marche***est possible, seulement avec des tests appropriés, tels que la pléthysmographie, mais non avec la angiographie ou le Doppler.

2.5. Les Manœuvres d’Evaluation pour l’Examen Clinique de la Maladie Veineuse Chronique des Membres Inférieurs

 *2.5.1. La Manœuvre de Trendelenburg :(MT)* Consiste, en l’application d’un garrot chez un patient en position debout selon les varices visibles. Si le garrot comprime au niveau ou immédiatement en dessous d'un point de fuite, la réapparition des varices visibles ne sera pas immédiate, mais retardée. Ceci est relié au fractionnement de la pression hydrostatique [14-17,238].

  *2.5.2. La Manœuvre de Perthes :(MP)* consiste également à appliquer un garrot à différents niveaux de la jambe, selon la localisation des varices visibles. Quand le sujet marche, les varices s'affaissent uniquement si les veines profondes sont normales. Comme la MT, ce test consiste à fractionner la colonne de pression hydrostatique et la déconnexion simultanée des shunts fermés superficiels. Pour cette raison, les varices s’affaissent quand le sujet marche, grâce à la ré-entrée dans une pompe valvulo-musculaire efficace (PVM). Les varices ne s’affaissent pas lorsque la PVM est compromise, surtout lors de l'insuffisance veineuse profonde. C'est aussi pourquoi le Doppler ne peut pas enregistrer un reflux dans les saphènes en cas d'insuffisance veineuse profonde majeure, alors que les saphènes sont variqueuses, dilatées avec des valves incompétentes [14-17].

