

C. Franceschi

L'hémodynamique veineuse cérébro-spinale (HVCS) dépend des mêmes paramètres que la circulation veineuse systémique, à savoir les diverses pressions intraveineuses (PIV) et extraveineuses (PEV) qui modulent le facteur clé du drainage qu'est la pression transmurale (PTM) ainsi que la compliance pariétale qui, autorisant d'importantes variations de volume veineux, permet d'amortir les variations de pression (capacitance ou effet réservoir). Elle s'en singularise par des valeurs spécifiques de ces paramètres et de leur régulation.

Une bonne connaissance de l'HVCS est nécessaire à la compréhension, au diagnostic ainsi qu'au traitement de l'insuffisance veineuse cérébro-spinale.

Paramètres de l'HVCS

Pression intraveineuse (PIV)

La PIV est la somme de la pression hydrostatique (PH) et de la pression résiduelle (PR). La PH au bas d'une colonne veineuse est proportionnelle à la force de gravité g et à la hauteur de la colonne de sang susjacente h selon la formule $PH = \rho gh$; ρ étant une constante et g étant pratiquement

constante, elle varie seulement en fonction de h , c'est-à-dire de la posture par rapport à la verticale. La PR est le résultat de la pression artérielle systémique PA diminuée de sa perte de charge ΔP dans les résistances microcirculatoires RMC. Étant égale à $PA - \Delta P$, elle varie selon PA et RMC au gré des variations de la vasomotricité microcirculatoire. La pression latérale (PL) est la pression appliquée à la face interne des parois veineuses tronculaires et microcirculatoires. Elle est égale à la PH augmentée de la composante statique PRS de la PR. $PL = PH + PRS$. Conformément à la loi de Bernoulli où $P = C_{te} = \rho gh + PRS + \frac{1}{2} mv^2$ (m = masse, v = vitesse), pour une PR donnée, la composante PRS augmente quand la vitesse circulatoire v diminue et vice versa. Comme ces vitesses se réduisent en proportion des résistances à l'écoulement d'aval, on comprendra que les obstacles « hémodynamiquement significatifs » augmenteront la PL par le biais d'une élévation de la PRS au détriment de la pression dynamique ($\frac{1}{2} mv^2$) qui baisse d'autant. Il faut savoir que ces réductions de vitesse par obstacle d'aval augmentent la PRS non seulement par la baisse de la vitesse veineuse tronculaire mais aussi microcirculatoire, ce qui a pour effet de réduire la perte de charge à son tour responsable de l'augmentation de la PR, conformément à la loi de Poiseuille ($\Delta P = 8 l v / \pi r^4$). Ainsi, les obstacles à l'écoulement ont, en proportion de leur importance (significativité) hémodynamique, tendance à rapprocher la PIV de la PA.

Pression extravasculaire (PEV)

La PEV est la somme des pressions qui s'exercent contre la face externe des parois veineuses tronculaires et microcirculatoires. Elle est la somme des pressions tissulaires (PT) environnantes et de la pression atmosphérique.

Pression transmurale (PTM)

La PTM est la composante des PIV et PEV qui s'opposent. Elle est la valeur clé dont dépendent les calibres/volumes tronculaires veineux ainsi que le drainage tissulaire conformément à la loi de Starling capillaire qui régit les échanges

liquidiens au niveau microcirculatoire.

Compliance

La compliance C est la capacité qu'ont les parois à se distendre d'une valeur Δl sous l'effet de la PTM selon un module de Young C non linéaire défini par la l'équation : $C = PTM/\Delta l$ (Δl = variation de calibre). Ainsi, les troncs veineux se dilatent en proportion non linéaire de la PTM, conformément aux caractéristiques de leur module de Young, généralement en forme de S étiré selon l'axe y Δl , la PTM étant représentée par l'axe des x .

Effet réservoir

L'effet réservoir hydrodynamique permet d'amortir/réduire les variations de pression par des variations conséquentes de volume des veines, grâce à la compliance de leurs parois. Il permet ainsi de grandes variations de volume du lit veineux sans grandes variations de la PIV, ce qui a pour effet non seulement de maintenir une réserve de sang disponible selon les variations des nécessités de la fonction cardiaque, mais aussi de protéger la microcirculation et le drainage tissulaire des variations de PIV, notamment lors des changements de postures corporelles et des variations de pressions intrathoraciques (toux, effort, etc.).

Particularités de l'hémodynamique veineuse cérébro-spinale

La PIV des veines cérébro-spinales varie essentiellement selon la PH (posture) et la PRS (obstacles transitoires ou permanents à l'écoulement), la PR variant peu en raison des plus faibles variations de la PA et des RMC cervico-spinales qui sont physiologiquement basses. La PEV intracrânienne et intravertébrale est dominée par la pression tissulaire ner-

veuse et la pression du liquide céphalo-rachidien, la pression atmosphérique ne pouvant s'y appliquer en raison de la rigidité des os qui entourent ces tissus. En revanche, les veines cervicales extrarachidiennes que sont les veines jugulaires internes et, à un moindre degré, les veines azygos sont soumises à la pression atmosphérique et à la pression variable selon les positions et les mouvements de la tête et du cou des tissus non nerveux environnants, notamment musculaires, qui peuvent souvent aboutir à des occlusions extrinsèques posturales.

La PTM variera donc physiologiquement et pour l'essentiel selon la PH (postures par rapport à la verticale), les variations de la pression intrathoracique (résistance à l'écoulement).

L'effet réservoir est assuré par la richesse plus grande du lit veineux dont le volume peut atteindre le double de celui du lit artériel, plus particulièrement au niveau des jugulaires dont les variations de calibre peuvent être considérables et amortir notablement les variations de la PIV.

Ces variations de PIV, PEV et PTM sont aussi responsables des voies de drainage préférentielles notamment en fonction de la posture. En position debout ou assise, la PH est négative, de l'ordre de -10 à -15 mmHg au niveau intracrânien le plus élevé pour croître en descendant vers la veine cave supérieure où elle est proche de zéro. La boîte crânienne et le rachis isolent de la Path, les veines qu'ils contiennent, ce qui réduit d'autant la PEV et les empêche de se collaber. Ce n'est pas le cas des veines extracrâniennes et extravertébrales qui sont aplaties par la Path. C'est l'une des raisons probables du débit de drainage prédominant dans les veines vertébrales et intrarachidiennes par rapport aux jugulaires dans cette posture. À l'inverse, en PH haute, à savoir près du zéro, la pression atmosphérique est compensée et les jugulaires se dilatent tout en augmentant leur débit. Ainsi, le drainage prédomine dans les veines jugulaires en position déclive car la PH les maintient dilatées. Inversement, il prédomine dans les veines vertébrales et intrarachidiennes en position debout/assis grâce à leur environnement qui les protège de l'action de la pression atmosphérique.

Physiopathologie hémodynamique

Les perturbations du retour veineux qui augmentent la PR sont pour l'essentiel liées à des obstacles qu'ils soient intrinsèques ou extrinsèques, permanents ou intermittents mais toujours non suffisamment compensés par des voies de suppléance. Ces obstacles sont le plus souvent correctement compensés par des axes collatéraux comme le montrent par exemple les hypoplasies congénitales banales de l'une des deux jugulaires internes ou encore des veines vertébrales. Mais on peut s'attendre à rencontrer aussi des souffrances du tissu cérébro-spinal quand ces compensations sont insuffisantes, comme dans l'hypothèse de l'insuffisance vei-

neuse chronique cérébro-spinale ou CCSVI avancée par P. Zamboni pour rendre compte de tout ou partie des lésions de la sclérose en plaques.

Références

???

