

ÉCHOGRAPHIE CÉRÉBRALE CHEZ LE PATIENT NEUROLÉSÉ

Thomas Geeraerts

Pôle Anesthésie-Réanimation, CHU de Toulouse, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier. Coordination d'Anesthésie, Place du Dr Baylac, 31059 Toulouse. Email : geeraerts.t@chu-toulouse.fr

INTRODUCTION

L'échographie cérébrale est de plus en plus utilisée en neuro-réanimation. Cette technologie non invasive, associée à une faible exposition aux radiations, est disponible au lit du patient. Grâce aux récents progrès technologiques, il a été démontré que l'échographie cérébrale était capable de visualiser la plupart des structures intracrâniennes [1]. En complément du Doppler transcrânien, une échographie cérébrale peut être réalisée pour estimer le risque d'hypertension intracrânienne grâce à l'échographie oculaire avec mesure du diamètre de la gaine du nerf optique, mais également pour estimer la taille d'un hématome intracrânien ou une hydrocéphalie. La déviation de la ligne médiane peut également être estimée par l'échographie cérébrale.

1. MESURE DU DIAMÈTRE DE LA GAINE DU NERF OPTIQUE PAR ÉCHOGRAPHIE OCULAIRE

En 1806, Tenon a décrit que la gaine du nerf optique était en continuité avec la dure-mère. Le liquide céphalo-rachidien (LCR) circule dans cet espace, de la partie postérieure à la partie antérieure, et il est soumis aux mêmes changements de pression que les compartiments intracrâniens [2, 3]. La partie rétrobulbaire de la gaine du nerf optique est distensible. Le diamètre de la gaine du nerf optique (ou optic nerve sheath diameter (ONSD) en anglais) peut augmenter avec la pression. En 1997, Hansen et Helmke ont montré pour la première fois chez l'homme que, après une injection intrathécale lombaire de Ringer, la dilatation des enveloppes du nerf optique était en relation étroite avec la pression du LCR [4]. Cette relation a été confirmée par d'autres études utilisant des ultrasons [5, 6] ou l'imagerie par résonance magnétique [7-9]. En 2011, deux méta-analyses ont conclu à une excellente corrélation entre la pression intracrânienne invasive et l'ONSD [10, 11]. La valeur exacte de l'ONSD susceptible

de prédire une PIC supérieure à 20 mmHg reste encore l'objet de discussion. Toutes les études sauf une ont révélé une limite entre 5,2 et 5,9 mm permettant de prédire une PIC supérieure à 20 mmHg [12]. En utilisant le seuil de 5,9 mm, la sensibilité était de 95 % et la spécificité de 79 % [10].

Une sonde superficielle haute fréquence d'au moins 7,5 MHz doit être utilisée. La profondeur doit être réglée à 4 cm et le diamètre de la gaine du nerf optique doit être mesuré 3 mm en arrière de la rétine dans l'axe de nerf (figure 1). Une épaisse couche de gel est appliquée sur la paupière supérieure qui reste fermée et la sonde est placée sur la zone latérale de l'œil fermé. Il a été montré que l'ONSD mesuré dans le plan transversal est toujours plus grand que celle dans le plan sagittal [13].

Nous proposons d'utiliser l'ONSD comme un outil de triage permettant d'évaluer les patients présentant un risque d'hypertension intracrânienne afin de les orienter au plus vite vers les structures adaptées et d'adapter le traitement le plus précocement possible.

1. ÉCHOGRAPHIE CÉRÉBRALE INTRACRÂNIENNE

1.1. IMAGERIE DE L'ACCIDENT VASCULAIRE CÉRÉBRAL

En 1993, Becker et al. ont décrit les performances de l'échographie transcrânienne en mode duplex pour distinguer un infarctus cérébral d'un hématome intracrânien chez 48 patients [14]. Les hématomes sont hyperéchogènes et le cerveau ischémique est hypoéchogène. Sur les 28 patients présentant un hématome intracrânien, les résultats de la tomodensitométrie ont été confirmés par échographie chez 24 patients. La principale cause d'échec était une mauvaise fenêtre acoustique. Une hémorragie intraventriculaire a été correctement constatée chez tous les patients présentant une bonne fenêtre acoustique.

Maurer et al. ont comparé l'échographie cérébrale et le scanner pour diagnostiquer l'étiologie de l'accident vasculaire cérébral chez 151 patients admis pour déficit neurologique aigu dans le cadre d'une étude prospective simple en aveugle [15]. Une mauvaise fenêtre acoustique a été observée chez 18 patients. Le diagnostic correct échographique d'hématome intracrânienne (par rapport au résultat du scanner) a été fait chez 126 patients, avec une sensibilité et une spécificité de 94 % et 95 % respectivement. L'évaluation du volume de l'hématome à la phase aiguë (moins de 3 heures après l'apparition des signes), lorsque l'évaluation par échographie était possible grâce à une fenêtre acoustique correcte, présente des performances acceptables (faisabilité, reproductibilité) [16]. Cependant, le volume du cerveau ischémique n'est pas mesurable avec précision par l'échographie cérébrale.

2.2 IMAGERIE DU COMPARTIMENT LIQUIDIEN INTRACRÂNIEN

Une excellente corrélation entre l'échographie et le scanner pour la mesure de la taille du troisième ventricule ($r = 0,95$) et de la corne frontale du ventricule latéral ($r = 0,92$) a été décrite [17]. Dans cette étude, l'échographie a été réalisée chez des patients présentant une hydrocéphalie connue de causes diverses,

comme l'hémorragie sous-arachnoïdienne, l'hydrocéphalie à pression normale, ou des tumeurs cérébrales. La performance de la mesure échographique de la taille du ventricule a été confirmée par plusieurs autres études [18, 19]. La mise en place d'un drainage ventriculaire externe sous échographie s'est également avérée possible avec des performances comparables à une mise en place sous neuronavigation guidée par le scanner.

1.2. DÉVIATION DE LA LIGNE MÉDIANE

Le déviation de la ligne médiane est un des signes de gravité habituel au scanner et nécessite un diagnostic et un traitement urgents [20, 21]. Seidel et al. ont décrit en 1996 une méthode simple pour déterminer la déviation de la ligne médiane par échographie en mesurant la distance entre le crâne et le troisième ventricule des deux côtés chez des patients ayant présenté un AVC ischémique (figure 2) [22]. La mesure de la déviation de la ligne médiane en échographie est bien corrélée avec la tomodensitométrie [23-26] et constitue un facteur prédictif précoce du devenir chez un patient présentant un infarctus cérébral [27, 28]. Récemment, une très bonne corrélation entre l'échographie et le scanner pour l'évaluation de la déviation de la ligne médiane a été confirmé chez les patients de neuro-réanimation [29].

CONCLUSION

L'échographie cérébrale est un outil prometteur pour détecter des situations à risque vital chez le patient neurolésé comme l'hypertension intracrânienne, la survenue d'un hématome intracrânien, d'une hydrocéphalie ou la déviation de la ligne médiane. La principale limite est le pourcentage relativement important de patients présentant une mauvaise fenêtre acoustique (5 à 10 %). L'utilisation de l'échographie cérébrale dans la prise en charge des patients neurolésés, en particulier avant de pouvoir disposer d'un scanner cérébral, pourrait permettre d'adapter précocement les traitements chez les patients les plus graves.



Figure 1: Échographie oculaire avec mesure du diamètre de la gaine du nerf optique.

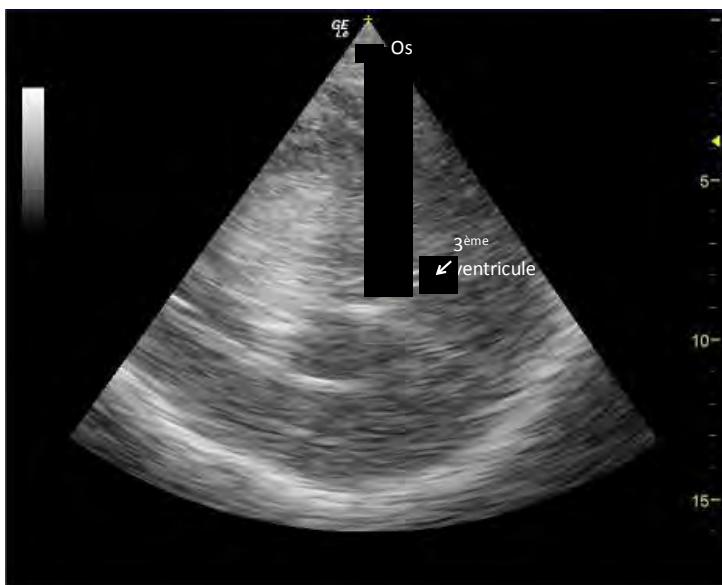


Figure 2 : Échographie cérébrale pour l'évaluation de la déviation de la ligne médiane en mesurant la distance entre le crâne et le troisième ventricule. Cette mesure doit être effectuée des deux côtés afin d'estimer la déviation de la ligne médiane qui est égale à la différence entre ces mesures / 2.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] Bogdahn U, Becker G, Winkler J, Greiner K, Perez J, Meurers B. Transcranial color-coded real-time sonography in adults. *Stroke* 1990;21(12):1680-8.
- [2] Liu D, Kahn M. Measurement and relationship of subarachnoid pressure of the optic nerve to intracranial pressures in fresh cadavers. *Am J Ophthalmol* 1993;116(5):548-56.
- [3] Hansen HC, Helmke K. The subarachnoid space surrounding the optic nerves. An ultrasound study of the optic nerve sheath. *Surg Radiol Anat* 1996;18(4):323-8.
- [4] Hansen HC, Helmke K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: ultrasound findings during intrathecal infusion tests. *J Neurosurg* 1997;87(1):34-40.
- [5] Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. *Acad Emerg Med* 2003;10(4):376-81.
- [6] Geeraerts T, Launey Y, Martin L, Pottecher J, Vigue B, Duranteau J, et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. *Intensive Care Med* 2007;33(10):1704-11.
- [7] Geeraerts T, Newcombe VF, Coles JP, Abate MG, Perkes IE, Hutchinson PJ, et al. Use of T2-weighted magnetic resonance imaging of the optic nerve sheath to detect raised intracranial pressure. *Crit Care* 2008;12(5):R114.
- [8] Rohr AC, Riedel C, Fruehauf MC, van Baalen A, Bartsch T, Hedderich J, et al. MR imaging findings in patients with secondary intracranial hypertension. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32(6):1021-9.
- [9] Kimberly HH, Noble VE. Using MRI of the optic nerve sheath to detect elevated intracranial pressure. *Crit Care* 2008;12(5):181.
- [10] Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B. Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med* 2011.

- [11] Moretti R, Pizzi B. Ultrasonography of the optic nerve in neurocritically ill patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 2011.
- [12] Rajajee V, Vanaman M, Fletcher JJ, Jacobs TL. Optic Nerve Ultrasound for the Detection of Raised Intracranial Pressure. *Neurocrit Care* 2011.
- [13] Blehar DJ, Gaspari RJ, Montoya A, Calderon R. Correlation of visual axis and coronal axis measurements of the optic nerve sheath diameter. *J Ultrasound Med* 2008;27(3):407-11.
- [14] Becker G, Winkler J, Hofmann E, Bogdahn U. Differentiation between ischemic and hemorrhagic stroke by transcranial color-coded real-time sonography. *J Neuroimaging* 1993;3(1):41-7.
- [15] Maurer M, Shambal S, Berg D, Woydt M, Hofmann E, Georgiadis D, et al. Differentiation between intracerebral hemorrhage and ischemic stroke by transcranial color-coded duplex-sonography. *Stroke* 1998;29(12):2563-7.
- [16] Perez ES, Delgado-Mederos R, Rubiera M, Delgado P, Ribo M, Maisterra O, et al. Transcranial duplex sonography for monitoring hyperacute intracerebral hemorrhage. *Stroke* 2009;40(3):987-90.
- [17] Becker G, Bogdahn U, Strassburg HM, Lindner A, Hassel W, Meixensberger J, et al. Identification of ventricular enlargement and estimation of intracranial pressure by transcranial color-coded real-time sonography. *J Neuroimaging* 1994;4(1):17-22.
- [18] Seidel G, Kaps M, Gerriets T, Hutzemann A. Evaluation of the ventricular system in adults by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging* 1995;5(2):105-8.
- [19] Kiphuth IC, Huttner HB, Struffert T, Schwab S, Kohrmann M. Sonographic monitoring of ventricle enlargement in posthemorrhagic hydrocephalus. *Neurology* 2011;76(10):858-62.
- [20] Becker DP, Miller JD, Ward JD, Greenberg RP, Young HF, Sakalas R. The outcome from severe head injury with early diagnosis and intensive management. *J Neurosurg* 1977;47(4):491-502.
- [21] Vollmer. Age and outcome following traumatic coma: why do older patients fare worse? *J Neurosurgery* 1991;75:12.
- [22] Seidel G, Gerriets T, Kaps M, Missler U. Dislocation of the third ventricle due to space-occupying stroke evaluated by transcranial duplex sonography. *J Neuroimaging* 1996;6(4):227-30.
- [23] Stoltz E, Gerriets T, Fiss I, Babacan SS, Seidel G, Kaps M. Comparison of transcranial color-coded duplex sonography and cranial CT measurements for determining third ventricle midline shift in space-occupying stroke. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999;20(8):1567-71.
- [24] Bertram M, Khoja W, Ringleb P, Schwab S. Transcranial colour-coded sonography for the bedside evaluation of mass effect after stroke. *Eur J Neurol* 2000;7(6):639-46.
- [25] Tang SC, Huang SJ, Jeng JS, Yip PK. Third ventricle midline shift due to spontaneous supratentorial intracerebral hemorrhage evaluated by transcranial color-coded sonography. *J Ultrasound Med* 2006;25(2):203-9.
- [26] Horstmann S, Koziol JA, Martinez-Torres F, Nagel S, Gardner H, Wagner S. Sonographic monitoring of mass effect in stroke patients treated with hypothermia. Correlation with intracranial pressure and matrix metalloproteinase 2 and 9 expression. *J Neurol Sci* 2009;276(1-2):75-8.
- [27] Gerriets T, Stoltz E, Modrau B, Fiss I, Seidel G, Kaps M. Sonographic monitoring of midline shift in hemispheric infarctions. *Neurology* 1999;52(1):45-9.
- [28] Gerriets T, Stoltz E, Konig S, Babacan S, Fiss I, Jauss M, et al. Sonographic monitoring of midline shift in space-occupying stroke: an early outcome predictor. *Stroke* 2001;32(2):442-7.
- [29] Motuel J, Biette I, Srairi M, Mrozek S, Kurrek MM, Chaynes P, et al. Assessment of brain midline shift using sonography in neurosurgical ICU patients. *Crit Care* 2014;18(6):676.