UNIVERSIDADE CESUMAR UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA

ULTRASSONOGRAFIA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO PARA TRIAGEM DE PACIENTES COM SUSPEITA DE HIPERTENSÃO INTRACRANIANA

JOÃO PEDRO GRUBERT DE CAMPOS
RENAN TEIXEIRA ROSA

MARINGÁ – PR
2020

João Pedro Grubert de Campos e Renan Teixeira Rosa

ULTRASSONOGRAFIA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO PARA TRIAGEM DE PACIENTES COM SUSPEITA DE HIPERTENSÃO INTRACRANIANA

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Medicina da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Medicina, sob a orientação do Prof. Dr. Edvaldo Vieira de Campos.

MARINGÁ – PR

2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOÃO PEDRO GRUBERT DE CAMPOS E RENAN TEIXERA ROSA

ULTRASSONOGRAFIA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO PARA TRIAGEM DE PACIENTES COM SUSPEITA DE HIPERTENSÃO INTRACRANIANA

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Medicina da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Medicina, sob a orientação do Prof. Dr. Edvaldo Vieira de Campos.

Aprovado em: 20 de Outubro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

_____

Dr. Edvaldo Vieira De Campos – UNICESUMAR

_____

Me. Vitor Hugo Enumo de Souza - UNICESUMAR

ULTRASSONOGRAFIA DO DIÂMETRO DA BAINHA DO NERVO ÓPTICO PARA TRIAGEM DE PACIENTES COM SUSPEITA DE HIPERTENSÃO INTRACRANIANA

João Pedro Grubert de Campos

Renan Teixeira Rosa

Edvaldo Vieira de Campos

RESUMO

A hipertensão intracraniana (HIC) é uma condição clínica grave que pode levar a óbito ou causar sequelas neurológicas irreversíveis. Métodos que são considerados padrão-ouro para detecção da elevação da pressão intracraniana (PIC) são de natureza invasiva e com riscos relacionados ao procedimento em si. Nesse contexto, métodos não invasivos têm atraído interesse, como a ultrassonografia do diâmetro da bainha do nervo óptico (DBNO), pois esta pode ser realizada à beira do leito, é segura e possui baixo custo operacional. Dessa maneira, esse artigo tem como objetivo avaliar, na literatura médica, se esse método possui acurácia para detecção da HIC frente a diferentes patologias. O levantamento bibliográfico foi realizado nos bancos de dados MEDLINE/PUBMED, LILACS e SCIELO, com as palavras-chave e suas combinações nas línguas inglesa e portuguesa: brain injury, intracranial pressure, ultrasonography, optic nerve sheath diameter, optic nerve. Concluiu-se que o aumento do DBNO apresenta correlação com o aumento da PIC quando utilizada frente a diferentes etiologias. Entretanto, são necessários mais estudos para se padronizar um valor para o ponto de corte do DBNO que tenha conexão com o desfecho clínico e quais populações de pacientes neurocríticos poderiam se beneficiar com a maior acurácia do método.

Palavras-chave: Pressão intracraniana; Ultrassonografia; Nervo óptico.

ULTRASONOGRAPHY OF THE OPTIC NERVE SHEATH DIAMETER FOR SCREENING PATIENTS WITH SUSPECTED INTRACRANIAL HYPERTENSION

João Pedro Grubert de Campos

Renan Teixeira Rosa

Edvaldo Vieira de Campos

ABSTRACT

Intracranial hypertesion is a severe clinical condition, a result of several pathological situations, which can lead to death or cause significative neurological damage. Methods that are considered the gold standard to detect increase in the intracranial pressure (ICP) are invasive and with risk on the procedure itself. In this context, neuroscience has developed non-invasive methods to diagnose the increase of ICP and a notable option for diagnosis has been the ultrasonography of the optical nerve sheath (ONSD). Notably, this method is conducted at bedside, it does not use radiation and it operates at low cost.Therefore, this article aims to evaluate the medical literature concerning this method, and its accuracy in detecting the intracranial hypertension present in several pathological situations. Literature review was carried out in the MEDLINE / PUBMED, LILACS and SCIELO databases with the keywords and their combinations in English and Portuguese: brain injury, intracranial pressure, ultrasonography, optic nerve sheath diameter, optic nerve. It was concluded that the increase on ONSD correlates with the increase in ICP due to different etiologies. However, further studies are needed to standardize a value for the cutoff point of ONSD that is connected to the clinical outcome as well as which populations of neurocritical patients could benefit from the greater accuracy of the method.

Keywords: Intracranial pressure; Ultrasonography; Optical nerve

1 INTRODUÇÃO

O metabolismo humano visa a manutenção da homeostasia por mecanismos compensatórios e interconectados. Situações patológicas que provoquem alterações nesse equilíbrio podem trazer sérios desarranjos ao funcionamento do organismo, podendo acarretar, até mesmo, em morte (NELIGAN; BARANOV, 2013).

Um parâmetro importante para a homeostasia corporal é a manutenção de valores adequados da pressão intracraniana (PIC). A PIC pode ser definida como a pressão sob a qual os elementos intracranianos são mantidos dentro do crânio e apresenta uma variação fisiológica de 5 a 15 mmHg. Essa pressão é o resultado do equilíbrio a que estão submetidos meninges, tecido encefálico, sangue arterial e venoso e o líquido cerebrospinal (LCS). Nesse sentido, a elevação da PIC decorre de patologias que produzem alteração no equilíbrio existente entre o conteúdo da caixa craniana e o seu volume interno. Entre as situações mais comuns, encontram-se trauma cranioencefálico (TCE) grave, acidente vascular encefálico isquêmico (AVE i) ou hemorrágico (AVE h) de grandes proporções, hemorragia subaracnóidea (HSA) e hipóxia pós-parada cardiorrespiratória (PCR). Estas situações clínicas combinadas à elevação da PIC se configuram em quadro de neuroemergência. Associam-se a essas condições clínicas grande mortalidade e sequelas neurológicas graves (STOCCHETTI; MASS, 2014). Por conseguinte, faz-se necessária a detecção precoce do quadro de elevação da PIC para otimizar o tratamento e diminuir a mortalidade e sequelas neurológicas.

As primeiras descrições na literatura da técnica de aferição da PIC datam do início de 1950, mas a disseminação da técnica de medida da PIC foi a partir dos anos de 1960. Esta pode ser realizada por métodos invasivos como cateteres intraventricular, intraparenquimatoso, subaracnóideo ou extradural (EVENSEN; EIDE, 2020). Apesar do padrão-ouro para monitorização da PIC ser por método invasivo, essa técnica apresenta limitações e riscos aos pacientes, tais como infecções e hemorragias. Por isso, cada vez mais tem-se buscado métodos alternativos de monitorização da PIC de forma não invasiva, como ultrassonografia do diâmetro da bainha do nervo óptico (DBNO), doppler transcraniano, tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (ROBBA et al., 2016).

À vista disso, o presente objetiva realizar uma revisão da literatura científica sobre a técnica de monitorização da pressão intracraniana pelo método DBNO, avaliando sua acurácia e limitações para a detecção da elevação da PIC frente às diversas etiologias em pacientes neurocríticos.

2 METODOLOGIA

O presente artigo é uma revisão narrativa, na qual o levantamento bibliográfico foi realizado nos bancos de dados MEDLINE/PUBMED, LILACS e SCIELO com as palavras-chave e suas combinações nas línguas inglesa e portuguesa: brain injury, intracranial pressure, ultrasonography, optic nerve sheath diameter, optic nerve. Os critérios de seleção dos artigos foram: artigos publicados em inglês, português, espanhol e alemão; artigos na íntegra que abordassem a temática. Foram excluídos artigos que não apresentavam correlação com o tema do trabalho.

Inicialmente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, a fim de estabelecer a inclusão ou exclusão no estudo com base nos critérios. Quando a leitura não possibilitou a distinção, foi realizada a leitura na íntegra. Para tanto, a confecção do trabalho conta com 44 artigos.

3 DISCUSSÃO

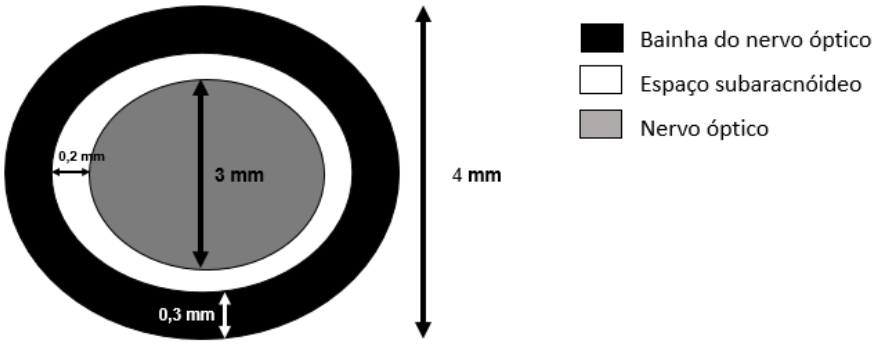
3.1 ANATOMIA

O encéfalo se encontra dentro de uma caixa óssea inelástica, definida como crânio, que no adulto é fechada, sendo três os componentes internos que determinam a pressão intracraniana: o componente parenquimatoso encefálico, o vascular (sangue arterial e venoso) e o liquórico. Considerando que o volume do crânio é constante, o aumento do conteúdo em qualquer um desses componentes pode causar a hipertensão intracraniana (HIC) (COLLI, 1990).

O nervo óptico (NO) é derivado do sistema nervoso central (SNC) e, dessa forma, é envolvido pelas meninges encefálicas e pelo LCS que circula no espaço subaracnóideo. Dessa forma, possui anatomicamente quatro porções: bulbar, orbital, intracanicular e intracraniana (CANNONI; HADDAD; CARLOS, 2014). O NO apresenta comprimento aproximado de 40 mm e diâmetro aproximado de 3 mm. Quando associado à sua bainha, esse diâmetro pode chegar a 4 mm. A bainha, por si, compreende diâmetro médio de 0,4 mm (variando de 0,3 a 0,4 mm) e o espaço subaracnóideo dispõe de espessura de 0,1 mm (variando de 0,1 a 0,2 mm), localizando-se entre a bainha e o nervo óptico (Figura 1). O diâmetro do NO reduz progressivamente da parte anterior para posterior, e o inverso ocorre com o diâmetro da bainha de mielina do NO, que é uma extensão da dura-máter e possui um espaço

subaracnóideo com uma pequena quantidade de LCR. Esse fato permite que a PIC seja transmitida para tal região do globo ocular. A circulação do líquido cérebro cerebrospinal ocorre no sentido posterior para anterior e seu retorno está ligado à movimentação ocular, que consegue realizar uma força de retorno. Essa circulação depende de vários fatores, tais como a produção do líquido pelos plexos coroides presentes nos ventrículos, sua reabsorção, postura, movimentos do indivíduo, pulsação arterial, respiração, entre outros fatores (LIU; KAHN, 1993).

Figura 1 - Corte transversal representativo do complexo da bainha do nervo óptico



Fonte: Adaptado de Soldatos et al. (2009).

3.2 ULTRASSONOGRAFIA

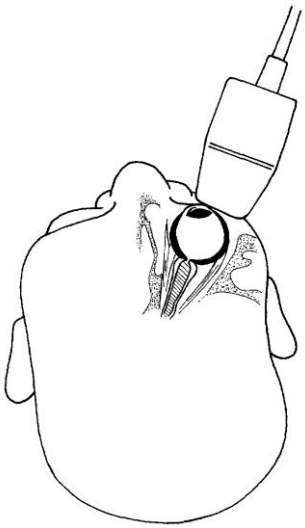
A ultrassonografia (USG) tem sido utilizada por médicos há mais de meio século como uma forma eficiente de auxílio para diagnósticos clínicos e para guiar procedimentos (PAPALINI, 2018; DAMIANI; DAMIANI, 2019). A partir de 1950, a USG passou a ser utilizada como método de imagens e continua evoluindo, principalmente na tecnologia dos transdutores, os quais são responsáveis pela geração e detecção de feixes sonoros (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

A USG tem se mostrado atrativa devido à ausência de efeitos danosos da radiação ionizante, baixo custo operacional, facilidade de operação, capacidade de obtenção de imagens satisfatórias e análise de fluxo sanguíneo em tempo real. Entretanto, existe a limitação técnica por ser um exame diagnóstico operador dependente (PAPALÉO; SOUZA, 2019).

Dentro de suas diversas utilidades, a USG tem se mostrado de grande valia na avaliação da elevação da PIC, com a aferição do DBNO em comparação aos outros métodos diagnósticos (ROBBA et al., 2018). A técnica consiste em posicionar um transdutor de alta

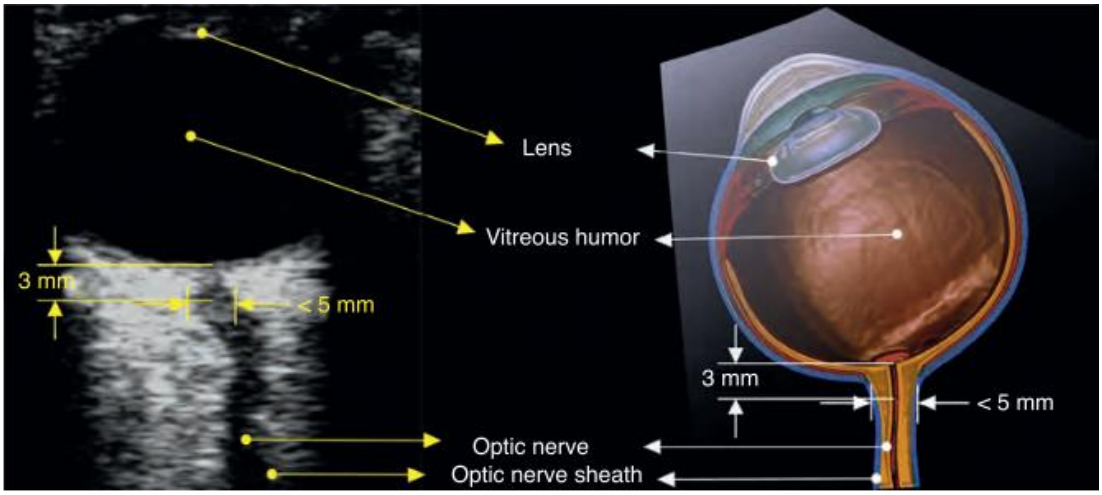
frequência (7 -10 MHz) sobre a pálpebra fechada do paciente, na posição axial, com aplicação abundante de gel (Figura 2). A imagem apresentada deve conter o NO centralizado na tela, juntamente com o globo ocular. Medir a 3 mm posteriormente à retina e traçar uma linha perpendicular entre as bordas externas hiperecogênicas do espaço subaracnóideo (Figuras 3 e 4). Deve-se realizar três medidas e calcular a média para reduzir a variação do resultado (AGRAWAL et al., 2019; DAMIANI; DAMIANI, 2019; LOCHNER et al., 2019; OCHOA-PÉREZ; CARDOZO-OCAMPO, 2015). A aferição do DBNO deve ser padronizada nesse local, pois como mostrou Hansen e Helmke (1996), a característica anatômica da porção anterior do NO apresenta maior flexibilidade e isso proporciona uma melhor sensibilidade na detecção de alterações no seu diâmetro. Ressalta-se que, até o momento, não foram encontradas divergências entre as medidas ao comparar os olhos.

Figura 2 - Desenho esquemático do procedimento ultrassonográfico.



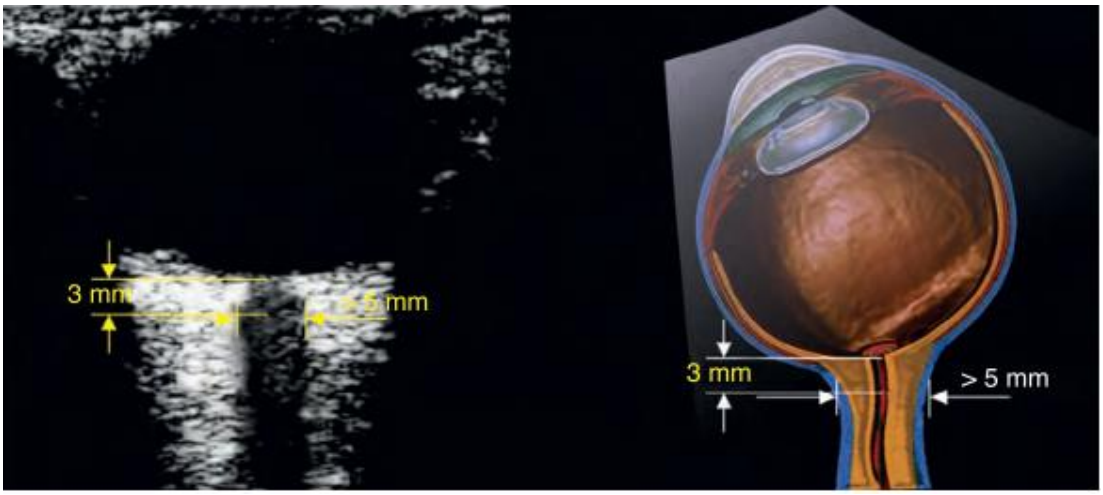
Fonte: Helmke e Hansen (1996).

Figura 3 - Vista da bainha do nervo óptico. Diâmetro normal



Fonte: Ochoa-Pérez e Cardozo-Ocampo (2015).

Figura 4 - Vista da bainha do nervo óptico. Aumento do diâmetro



Fonte: Ochoa-Pérez e Cardozo-Ocampo (2015).

Por ser uma técnica operador dependente, há necessidade de treinamento dos profissionais responsáveis para que seja padronizada e, com isso, reduza divergências nas aferições. A curva de aprendizado para profissionais já experientes em ultrassonografia é de 10 pacientes, já para profissionais iniciantes é de até 25 procedimentos ultrassonográficos (TAYAL et al., 2007).

Em adultos saudáveis, o ponto de corte do DBNO considerado normal tem divergências na literatura. Um estudo contendo 519 chineses, maiores de 18 anos, sem histórico de distúrbios neurológicos e doenças oculares foi relatado como o DBNO médio de 5,1 mm (CHEN et al., 2015). Em Bangladesh, a média encontrada foi de 4,41 mm (MAUDE et al., 2013), enquanto em um estudo italiano, o valor médio encontrado foi de 5,4 mm (LOCHNER et al., 2019). Em pacientes com mais de 65 anos, Avci et al. (2019) constatou um

DBNO que não apresenta variações ao comparar os olhos, nem quanto à idade das pessoas analisadas. Já para crianças menores de 1 ano, saudáveis e sem doenças neurológicas, foi encontrado DBNO na faixa de 2,1 a 4 mm, já entre 1 a 15 anos, 2,4 mm a 4,3 mm (BALLANTYNE et al., 1999).

3.3 TRAUMATISMO CRANIOENCEFÁLICO

O traumatismo cranioencefálico (TCE) é classificado conforme sua gravidade, sendo leve, moderado ou grave, e tem alta relevância epidemiológica no mundo, estimando-se a taxa de incidência de casos em 349 por 100.000 pessoas ao ano (NGUYEN et al., 2016). Pode ser causado por lesões primárias do trauma ou secundárias, devido a alterações citotóxicas ou vasogênicas cerebrais (GREVE; ZINK, 2009). A PIC pode se elevar em casos mais graves e provocar a diminuição da perfusão cerebral, ocasionando isquemia do tecido encefálico e sequelas neurodegenerativas ou até mesmo o óbito. Geralmente, durante o atendimento inicial à vítima de TCE moderado a grave, preconiza-se a realização TC de crânio para análise das lesões nas estruturas cerebrais e, de acordo com os achados tomográficos, é possível inferir que o paciente tenha uma elevação da PIC. No entanto, com o a USG do DBNO consegue-se depreender a elevação da PIC com maior acurácia do que com a TC de crânio (LEE; KIM; YUN, 2020).

Considera-se que o padrão ouro para a monitorização da PIC deve ser o método invasivo, mas sabe-se que não são todos os centros de atendimento ao trauma que têm a estrutura e a disponibilidade de um neurocirurgião para implante de cateter de monitorização de PIC. Por isso, a utilização da USG com aferição do DBNO pode ser de grande valia para uma avaliação inicial e possível encaminhamento para algum centro especializado ao atendimento de pacientes com TCE. No entanto, recomenda-se que deve ser utilizado apenas e exclusivamente para o diagnóstico inicial dos pacientes pós TCE (GEERAERTS et al., 2007; MARTIN et al., 2019).

Para Geeraets et al. (2007), o valor de corte do DBNO para detecção da elevação PIC (valor de PIC maior que 20 mmHg) dentro das primeiras 48 horas para pacientes sem lesão ocular foi de 5,7 mm, com sensibilidade e valor preditivo negativo de 100%. Em contrapartida, para Martin et. al (2019) o valor de corte foi de 5,6 mm com sensibilidade e valor preditivo negativo (VPN) de 100%.

3.4 ENCEFALOPATIA HIPÓXIA-ISQUÊMICA

O processo fisiopatológico da lesão cerebral em pacientes pós PCR é complexo e resultante de diversos mecanismos citotóxicos para o cérebro, trazendo como consequência significativa morbimortalidade aos pacientes acometidos. Devido à alteração da homeostasia cerebral em pacientes que passaram por ressuscitação cardiopulmonar (RCP) por tempo prolongado, podemos encontrar a elevação da PIC nesses pacientes, fazendo-se necessária a monitorização rápida e contínua desse parâmetro, a fim de conseguir um tratamento mais eficaz e um melhor prognóstico (NOLAN et al., 2008).

A monitorização invasiva com cateter de PIC é o que apresenta o valor mais preciso para essa avaliação. Porém, devido à necessidade frequente de terapia anticoagulante ou antiplaquetária realizada após a RCP, esse método é pouco utilizado. Em estudo observacional prospectivo, Cardim et al. (2019) procurou comparar a avaliação da PIC invasiva a métodos não invasivo (USG com DBNO, ultrassonografia Doppler transcraniana, pressão do bulbo venoso jugular), encontrando o DBNO como melhor método para avaliação da elevação da PIC, com excelente acurácia e valor de corte de 5,95 mm para o DBNO para previsão de hipertensão intracraniana (HIC).

Na tentativa de se encontrar nas primeiras 24 horas após RCP um valor para o DBNO que indique um prognóstico desfavorável em pacientes com encefalopatia hipóxia-isquêmica pós PCR, foi realizado um estudo observacional prospectivo utilizando o DBNO como parâmetro. O valor encontrado como ponto de corte como preditor de pior prognóstico foi de 5,75 mm, com especificidade 100% e valor preditivo positivo (VPP) de 100% (ERTL et al., 2018).

3.5 ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO

Cerca de 15 milhões de pessoas sofrem AVE por ano no mundo e aproximadamente 5 milhões das mesmas permanecem com sequelas irreversíveis. O AVE é caracterizado por um déficit neurológico súbito, causado pela falta de suprimento sanguíneo em determinada área do cérebro e pode ser dividido em AVE i que é causado por obstrução do aporte sanguíneo e o AVE h. Uma das possíveis consequências do AVE de grandes proporções é o desenvolvimento de HIC (GRYSIEWICZ; THOMAS; PANDEY, 2008).

Em pacientes com diagnóstico de AVC h, foi desenvolvido um estudo cujo objetivo era investigar se nas primeiras 6 horas da apresentação dos sintomas e com piora do sangramento ocorreria um alargamento da DBNO. Observou-se que um aumento do volume

do coágulo maior que 2,5 cm^3 foi compatível a um aumento de 0,66 mm no DBNO (SKOLOUDÍK et al., 2011).

Da mesma maneira, Moretti e Pizzi (2009) pesquisaram um valor do DBNO que tivesse correlação com PIC maior do que 20 mmHg em pacientes com diagnóstico de AVE h. O valor encontrado por estes pesquisadores foi de 5,2 mm. Entretanto, outro trabalho que também incluiu pacientes com o diagnóstico de AVE h (NALDI et al., 2019) encontrou o valor para DBNO em pacientes com sinais clínicos e tomográficos compatíveis com HIC de 5,6 mm.

3.6 HIDROCEFALIA

A hidrocefalia é uma patologia que pode ocorrer tanto em crianças quanto em adultos. É caracterizada por um acúmulo de LCR nos ventrículos devido à obstrução em alguma via de passagem (hidrocefalia obstrutiva) ou por um desequilíbrio entre a velocidade de produção do LCR e a capacidade de absorção (hidrocefalia comunicante) (ZHANG et al.; 2017). Em um grupo de pacientes pediátricos com hidrocefalia e que não apresentavam sinais clínicos de HIC, foi observado um DBNO médio de 3,5 mm contra 5,4 mm para pacientes com sinais clínicos de HIC. Nesse estudo, o grupo de pacientes controle que não tinha o diagnóstico de hidrocefalia apresentava um DBNO médio de 3,1 mm (BRZEZINSKA; SCHUMACHER, 2002).

Em outra amostra de pacientes pediátricos, encontrou-se (NEWMAN et al., 2002)um DBNO médio de 2,9 mm nos pacientes que possuíam *shunt* ventriculoperitoneal funcionante contra uma média de 5,6 mm em pacientes com HIC (NEWMAN et al., 2002). Concluindo que esse método de monitoramento não invasivo pode ser uma forma útil para a identificação de HIC em pacientes com hidrocefalia. Corroborando com esses achados, Bhandari et al. (2019) comparou o DBNO de pacientes antes e após a cirurgia de *shunt* ventriculoperitoneal, obtendo valores de 5,8 mm (± 0,63 mm) no pré-operatório e de 4,52 mm (± 0,72 mm) ($p<0,001$) no pós-operatório, o que sugeriu que a USG do DBNO pode ser uma maneira eficaz e segura para se detectar o correto funcionamento do *shunt* ventriculoperitoneal.

3.7 FALÊNCIA HEPÁTICA AGUDA

A insuficiência hepática aguda (IHA) tem como uma de suas consequências o aumento da PIC secundário ao edema cerebral. Além disso, é acompanhada de coagulopatia que aumenta significativamente os riscos do monitoramento invasivo da PIC (RAJAJEE et al., 2018). Nesse contexto, um grupo de pacientes pediátricos com diagnóstico de IHA foi monitorizado com USG e encontrou-se um DBNO médio de 5,4 mm (4,9 – 5,7 mm) em pacientes com IHA e com sinais clínicos de HIC em comparação a 4,2 mm (4,1 – 5,3 mm) nos pacientes sem sinais clínicos de HIC. Aliado a isso, verificou-se nos pacientes com IHA e com DBNO acima de 5,1 mm a associação a um mau prognóstico (DAS et al., 2020).

Apesar dos achados promissores relacionados ao DBNO em pacientes com IHA, não existe consenso na literatura sobre a acurácia na identificação da elevação da PIC e se esse valor pode ser um fator relacionado ao prognóstico. Considerando ainda pacientes com IHA, estudo recente não encontrou diferenças significativas entre as medidas do DBNO quanto aos pacientes que sobreviveram e os que foram ao óbito. Além disso, nesse estudo não houve acurácia do DBNO para detectar HIC (RAJAJEE et al., 2018).

Para concluir, em recente revisão sistemática sobre monitorização de encefalopatia hepática em crianças com IHA(HUNT; TASKER; DEEP, 2019), concluiu-se que a USG do DBNO não possui acurácia para ser utilizada no monitoramento da PIC e também não há evidências científicas suficientes para qualquer outro método de monitoramento não invasivo (HUNT; TASKER; DEEP, 2019).

3.8 MORTE ENCEFÁLICA

Pacientes que evoluem com elevação significativa e persistente da PIC podem evoluir para morte encefálica (ME). Situação esta definida como uma interrupção irreversível de todas as funções cerebrais, apresentando ausência a estímulos dolorosos, dos reflexos do tronco encefálico e apneia (TOPCUOGLU et al., 2015). Em pacientes com grave dano a homeostase encefálica e com possibilidade de evolução para ME, a monitorização do DBNO apresenta-se como um campo muito promissor.

Dessa forma, Yazar (2019), em estudo com pacientes que se apresentavam em estado de coma e com possibilidade de diagnóstico de ME, a monitorização do DBNO mostrou que pacientes em coma têm elevação do DBNO quando comparados ao grupo controle, já os pacientes com diagnóstico confirmado de ME têm um valor mais elevado quando comparados aos pacientes que estão em coma. Os valores encontrados para DBNO para o grupo controle

foram de 5,0 mm, para pacientes em coma 6,9 mm e para os que se encontravam em ME os valores encontrados foram de 7,5 mm, ou seja, diferenças estatisticamente significativas.

Em outro estudo que incluiu pacientes neurocríticos com chance de evolução para ME, medidas do DBNO foram feitas antes e após o diagnóstico de ME. Foram encontrados valores para DBNO maiores do que 6,8 mm em pacientes com diagnóstico confirmado de ME (TOSCANO et al., 2017). Da mesma maneira, o estudo de Topcuoglu et al. (2015) incluiu pacientes com suspeita de ME, encontrou-se nos pacientes confirmados ME valores de DBNO maiores que 7,1 mm.

4 CONCLUSÃO

Acredita-se que a USG do DBNO possui grande potencial para ser incluída na rotina de triagem dos pacientes com suspeita de HIC, pois é um método não invasivo, com alta disponibilidade, sem emissão de radiação ionizante e com reduzida curva de aprendizagem, possuindo poucas limitações para seu uso.

Tendo em vista as evidências observadas, é possível concluir que o aumento do DBNO apresenta correlação com o aumento da PIC quando utilizada frente a diferentes etiologias. Entretanto, são necessários mais estudos para padronizar um valor para o ponto de corte do DBNO que tenha conexão com o desfecho clínico e para entender quais populações de pacientes neurocríticos poderiam se beneficiar com a maior acurácia do método

REFERÊNCIAS

AGRAWAL, A. et al. Comparison of two techniques to measure optic nerve sheath diameter in patients at risk for increased intracranial pressuare**. HHS Public Access**, v. 47, n. 6, p. 1–14, 2019. https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003742.Comparison

AVCI, M. et al. The measurement of elderly volunteers' optic nerve sheath diameters by ocular ultrasonography. **Medicina (Kaunas)**, v. *55*, n. 8, p. 413, 2019. https://doi.org/10.3390/medicina55080413

BALLANTYNE, J. et al. Transorbital optic nerve sheath ultrasonography in normal children. **Clinical Radiology**, v. 54, n.11, p. 740–742, 1999. https://doi.org/10.1016/S0009-9260(99)91176-5

BHANDARI, D. et al. Measurement of changes in optic nerve sheath diameter using ultrasound and computed tomography scan before and after the ventriculoperitoneal shunt surgery in patients with hydrocephalus - A prospective observational trial. **British Journal of Neurosurgery**, v. 33, n. 2, p. 125–130, 2019.

https://doi.org/10.1080/02688697.2019.1576856

BRZEZINSKA, R.; SCHUMACHER, R. Diagnosis of elevated intracranial pressure in children with shunt under special consideration of transglobe sonography of the optic nerve. **Ultraschall in der Medizin**, v. 23, n. 5, p. 325-332, 2002. https://doi.org/10.1055/s-2002-35050

CANNONI, L. F.; HADDAD, L.; CARLOS, J. Lesões traumáticas do nervo óptico. **Arquivos Brasileiros de Neurocirugia**, v. 33, n. 1, p. 63–72, 2014.

CARDIM, D. et al. A comparison of non-invasive versus invasive measures of intracranial pressure in hypoxic ischaemic brain injury after cardiac arrest. **Resuscitation**, v. 137, p. 221–228, 2019. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2019.01.002

CHEN, H. et al. Ultrasound measurement of optic nerve diameter and optic nerve sheath diameter in healthy Chinese adults. **BMC Neurology**, v. 15, n. 106, p. 2-6, 2015. https://doi.org/10.1186/s12883-015-0361-x

COLLI, B. O. Hipertensão intracraniana: fisiopatologia, diagnóstico e tratamento. **Jornal Brasileiro de Neurocirurgia**, v. 2, n. 1, p. 25-34, 1990. https://doi.org/10.22290/jbnc.v2i01.1587

DAMIANI, D.; DAMIANI, D.. Non-Invasive Intracranial Pressure Evaluation in an Emergency Room – Point-of-Care Ultrasonography. **Arquivos Brasileiros de Neurocirurgia: Brazilian Neurosurgery**, v. 38 n. 04, p. 279–283, 2019. https://doi.org/10.1055/s-0036-1594301

DAS, M. C. et al. Optic nerve sheath diameter in children with acute liver failure: A prospective observational pilot study. **Liver International**, v. 40, n. 2, p. 428–436, 2020. https://doi.org/10.1111/liv.14259

ERTL, M. et al. Transorbital Sonography for Early Prognostication of Hypoxic-Ischemic Encephalopathy After Cardiac Arrest. **Journal of Neuroimaging**, v. 28, n. 5, p. 542-548, 2018. https://doi.org/10.1111/jon.12528

EVENSEN, K. B.; EIDE, P. K. Measuring intracranial pressure by invasive, less invasive or non-invasive means: Limitations and avenues for improvement. **Fluids and Barriers of the CNS**, v. 17, n. 1, p. 34, 2020. https://doi.org/10.1186/s12987-020-00195-3

GEERAERTS, T. et al. Ultrasonography of the optic nerve sheath may be useful for detecting raised intracranial pressure after severe brain injury. **Intensive Care Medicine**, v. 33, n. 10, p. 1704–1711, 2007. https://doi.org/10.1007/s00134-007-0797-6

GREVE, M.; ZINK, B. Pathophysiology of traumatic brain injury. **Mount Sinai Journal of Medicine**, v. 76, n. 2, p. 97-104, 2009. https://doi.org/10.1002/msj.20104

GRYSIEWICZ, R. A.; THOMAS, K.; PANDEY, D. K. Epidemiology of Ischemic and Hemorrhagic Stroke: Incidence, Prevalence, Mortality, and Risk Factors. **Neurologic Clinics**, v. 26, n. 4, p. 871–895, 2008. https://doi.org/10.1016/j.ncl.2008.07.003

HANSEN, H. C.; HELMKE, K.. The subarachnoid space surrounding the optic nerves. An

ultrasound study of the optic nerve sheath. **Surgical and Radiologic Anatomy**, v. 18, n. 4, p. 323–328, 1996. https://doi.org/10.1007/BF01627611

HELMKE, K.; HANSEN, H. C. Fundamentals of transorbital sonographic: Evaluation of optic nerve sheath expansion under intracranial hypertension. II. Patient study. **Pediatric Radiology**, v. 26, n. 10, p. 706–710, 1996. https://doi.org/10.1007/BF01383384

HUNT, A.; TASKER, R. C.; DEEP, A. Neurocritical care monitoring of encephalopathic children with acute liver failure: A systematic review. **Pediatric Transplantation**, v. 23, n. 7, p. e13556, 2019. https://doi.org/10.1111/petr.13556

LEE, S. H.; KIM, H. S.; YUN, S. J. Optic nerve sheath diameter measurement for predicting raised intracranial pressure in adult patients with severe traumatic brain injury: A meta-analysis. **Journal of Critical Care**, v. 56, p. 182–187, 2020. https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.01.006

LIU, D.; KAHN, M. Measurement and Relationship of Subarachnoid Pressure of the Optic Nerve to Intracranial Pressures in Fresh Cadavers**. American Journal of Ophthalmology**, v. 116, n. 5, p. 548–556, 1993. https://doi.org/10.1016/S0002-9394(14)73195-2

LOCHNER, P. et al. Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians. **Neurological Sciences**, v. 40, n. 12, p. 2447-2457, 2019. https://doi.org/10.1007/s10072-019-04015-x

MARTIN, M. et al. Prediction of Early Intracranial Hypertension After Severe Traumatic Brain Injury: A Prospective Study. **World Neurosurgery**, v. 127, p. e1242–e1248, 2019. https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.04.121

MAUDE, R. R. et al. Transorbital sonographic evaluation of normal optic nerve sheath diameter in healthy volunteers in Bangladesh. **PLoS ONE**, v. 8, n. 12, p. e81013, 2013. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081013

MORETTI, R.; PIZZI, B. Optic nerve ultrasound for detection of intracranial hypertension in intracranial hemorrhage patients: Confirmation of previous findings in a different patient population. **Journal of Neurosurgical Anesthesiology**, v. 21, n. 1, p. 16–20, 2009. https://doi.org/10.1097/ANA.0b013e318185996a

NALDI, A. et al. Ultrasonography Monitoring of Optic Nerve Sheath Diameter and Retinal Vessels in Patients with Cerebral Hemorrhage. **Journal of Neuroimaging**, v. 29, n. 3, p. 394–399, 2019. https://doi.org/10.1111/jon.12604

NELIGAN, P. J.; BARANOV, D. Trauma and Aggressive Homeostasis Management. **Anesthesiology Clinics**, v. 31, n. 1, p. 21–39, 2013. https://doi.org/10.1016/j.anclin.2012.10.007

NEWMAN, W. D. et al. Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: A means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. **British Journal of Ophthalmology**, v. 86, n. 10, p. 1109–1113, 2002. http://dx.doi.org/10.1136/bjo.86.10.1109

NGUYEN, R. et al. The International Incidence of Traumatic Brain Injury: A Systematic

Review and Meta-Analysis. **Canadian Journal of Neurological Sciences**, v. 43, n. 6, p.774–785, 2016. https://doi.org/10.1017/cjn.2016.290

NOLAN, J. P. et al. Post-cardiac arrest syndrome: Epidemiology, pathophysiology, treatment, and prognostication. A Scientific Statement from the International Liaison Committee on Resuscitation; the American Heart Association Emergency Cardiovascular Care Committee; the Coun. **Resuscitation,** v. 79, n. 3, p. 350–379, 2008. https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2008.09.017

OCHOA-PÉREZ, L.; CARDOZO-OCAMPO, A. Ultrasound applications in the central nervous system for neuroanaesthesia and neurocritical care. **Colombian Journal of Anesthesiology,** v. 43, n. 4, p. 314–320, 2015. https://doi.org/10.1097/01819236-201543040-00009

PAPALÉO, R. M.; DE SOUZA, D. S. Ultrassonografia: Princípios Físicos e Controle da Qualidade. **Revista Brasileira de Física Médica**, v. 13, n. 1, p. 14-23, 2019. https://doi.org/10.29384/rbfm.2019.v13.n1.p14-23

PAPALINI, E. P. Nervo óptico: medida do diâmetro de sua bainha para detectar hipertensão intracraniana. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 77, n. 2, p. 68–71, 2018. https://doi.org/10.5935/0034-7280.20180014

RAJAJEE, V. et al. Noninvasive Intracranial Pressure Assessment in Acute Liver Failure. **Neurocritical Care,** v. 29, n. 2, p. 280–290, 2018. https://doi.org/10.1007/s12028-018-0540-x

ROBBA, C. et al. Non-invasive assessment of intracranial pressure. **Acta neurologica Scandinavica**, v. 134, n. 1, p. 4–21, 2016. https://doi.org/10.1111/ane.12527

ROBBA, C. et al. Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. **Intensive Care Medicine**, v. 44, n. 8, p. 1284–1294, 2018. https://doi.org/10.1007/s00134-018-5305-7

SOLDATOS, T. et al. Optic nerve sonography: a new window for the non-invasive evaluation of intracranial pressure in brain injury. **Emergency medicine journal**, v. 26, n. 9, p. 630–634, 2009. http://dx.doi.org/10.1136/emj.2008.058453

SKOLOUDÍK, D. et al. Distal enlargement of the optic nerve sheath in the hyperacute stage of intracerebral haemorrhage. **British Journal of Ophthalmology**, v. 95, n. 2, p. 217–221, 2011. http://dx.doi.org/10.1136/bjo.2009.172890

STOCCHETTI, N.; MAAS, A.I.R. Traumatic intracranial hypertension. **New England Journal of Medicine**, v. 370, n. 22, p. 2121,2130, 2014. https://doi.org/10.1056/NEJMra1208708

TAYAL, V. S. et al. Emergency Department Sonographic Measurement of Optic Nerve Sheath Diameter to Detect Findings of Increased Intracranial Pressure in Adult Head Injury Patients. **Annals of Emergency Medicine**, v. 49, n.4, p.508-514, 2007. https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2006.06.040

TOPCUOGLU, M. A. et al. Transorbital Ultrasonographic Measurement of Optic Nerve Sheath Diameter in Brain Death. **Journal of Neuroimaging**, v. 25, n. 6, p. 906–909, 2015. https://doi.org/10.1111/jon.12233

TOSCANO, M. et al. Optic Nerve Sheath Diameter Ultrasound Evaluation in Intensive Care Unit: Possible Role and Clinical Aspects in Neurological Critical Patients' Daily Monitoring. **BioMed Research International**, v. 2017, p. 1621428, 2017. https://doi.org/10.1155/2017/1621428

YAZAR, M. A. Bedside Ultrasonography of the Optic Nerve Sheath in Brain Death. **Transplantation Proceedings**, v. 51, n. 7, p. 2180–2182, 2019. https://doi.org/10.1016/j.transproceed.2019.01.151

ZHANG, X. et al. Invasive and noninvasive means of measuring intracranial pressure: a review. **Physiological measurement**, v. 38, n. 8, p. R143–R182, 2017. https://doi.org/10.1088/1361-6579/aa7256