

# O desafio da mensuração da bainha do nervo óptico: uma revisão da literatura

*The challenge of measuring the optic nerve sheath:  
a literature review*

PATRÍCIA LOPES GASPAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Dr. José Frota, Fortaleza, CE, Brasil.

## RESUMO

A hipertensão intracraniana está relacionada a taxas mais altas de mortalidade, e sua correta identificação pode ser definidora de prognóstico. O uso do ultrassom da bainha do nervo óptico tem sido feito para manejo precoce dessa condição, mas apresenta divergências na literatura acerca de sua padronização. As faixas utilizadas como ponto de corte da dilatação da bainha do nervo óptico são heterogêneas, de acordo com a patologia, características do paciente e tempo de mensuração. Por meio desta revisão de literatura, verificamos que muitos falsos resultados podem ser obtidos por medidas diferentes, sendo o ultrassom do nervo óptico uma ferramenta a ser utilizada por profissionais experientes, para garantir melhor acurácia do método e maior fidedignidade às terapias empíricas, a partir das mensurações.

**Descritores:** Nervo óptico; Hipertensão intracraniana; Ultrassom

## ABSTRACT

Intracranial hypertension is related to higher mortality rates and its correct identification can determine prognosis. Optic nerve sheath measurement with ultrasound is used in the early management of this condition, but there are differences in the literature regarding its standardization. We observe that the ranges used as the cutoff point for optic nerve sheath dilation are heterogeneous according to the pathology, patient characteristics, and time of measurement. Through this literature review, we have observed that many false results can be obtained by different measures, with optic nerve ultrasound being a tool to be used by experienced professionals to ensure better accuracy of the method and greater reliability of empirical therapies based on its measurement.

**Keywords:** Optic nerve; Intracranial hypertension; Ultrasonics

## INTRODUÇÃO

A hipertensão intracraniana (HIC) pode ser causada por condições neurológicas e não neurológicas e está associada a piores desfechos e a maiores taxas de mortalidade.<sup>1</sup> A identificação do paciente com essa condição é definidora de prognóstico, e seu manejo altera a história natural da doença.

A suspeita da HIC é feita pelo quadro clínico do paciente. O paciente pode se apresentar com cefaleia, rebaixamento do nível de consciência e vômitos. Os sinais incluem alterações do VI par craniano, papiledema, equimose periorbitária espontânea e a tríade de Cushing: bradicardia, depressão respiratória e

**Recebido:** 30/11/2022

**Aceito:** 23/1/2023

### Autor correspondente:

Patrícia Lopes Gaspar  
E-mail: patricialopesg90@gmail.com

**Fonte de financiamento:** não houve.

**Conflito de interesses:** não houve.

### Como citar:

Gaspar PL. O desafio da mensuração da bainha do nervo óptico: uma revisão da literatura. JBMEDE. 2022;2(3):e22020.

Patrícia Lopes Gaspar  <https://orcid.org/0000-0003-4602-430X>

DOI: 10.54143/jbmede.v2i4.99

2763- 776X © 2022 Associação Brasileira de Medicina de Emergência (ABRAMEDE). This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original article is properly cited (CC BY).



hipertensão. Os exames de imagem podem mostrar sinais que sugerem HIC, como apagamento de sulcos, redução dos ventrículos cerebrais e desvio de linha média. No entanto, a realização de exames de imagem tem como desvantagem a necessidade de transportar o paciente até o setor de tomografia ou ressonância. A monitorização padrão-ouro da pressão intracraniana (PIC), inclusive nos pacientes vítimas de trauma, é feita de maneira mais acurada por meio de um cateter intracerebral. Esse procedimento nem sempre é factível em ambiente de pronto-socorro, pois traz consigo muitos riscos inerentes a sua inserção, como infecções e sangramentos, além do alto custo para sua realização.<sup>2</sup>

Na HIC, a pressão é transmitida para o espaço subaracnóideo, conseqüentemente dilatando a bainha do nervo óptico (uma continuação da camada meníngea que recobre o nervo óptico), devido ao acúmulo de fluido cerebrospinal nas fibras do nervo, podendo inclusive apresentar expansões em seu diâmetro em tempo real de acordo com mudanças na PIC.<sup>2-4</sup> Essa propriedade é detectável pelo ultrassom, que apresenta correlação indireta com a HIC. É uma forma útil para se determinar a HIC à beira leito de maneira rápida, não invasiva e com baixo custo.<sup>1,5-7</sup>

A definição do valor normal do diâmetro da bainha ou ponto de corte para HIC é um grande desafio que vem sendo estudado há anos, tanto em indivíduos saudáveis adultos quanto em animais. Essa dificuldade se deve tanto pelos dispositivos ultrassonográficos nem sempre fornecerem uma boa qualidade de imagem quanto pelos desafios da qualidade técnica de janelamento e mensuração das estruturas, principalmente por se tratar de medidas pequenas. Outro fator que pode atrapalhar a mensuração é o efeito *blooming*, que acontece quando o ganho da tela gera imagens com falsas interpretações acerca dos limites de uma estrutura – no caso, da bainha do nervo óptico. Esse efeito tem levado à baixa objetividade e à menor efetividade do método, mas pode ser corrigido com ajustes corretos do brilho da tela.<sup>1</sup>

As distinções encontradas entre as várias referências sobre os valores de normalidade do diâmetro da bainha se devem à diferentes populações estudadas, além das limitações dos aparelhos utilizados para realizar o procedimento, incluindo o posicionamento do transdutor no globo ocular.<sup>2</sup> A identificação de HIC pelo ultrassom à beira do leito pode levar a medidas medicamentosas e, até mesmo, cirúrgicas invasivas, expondo o paciente ao risco de um tratamento empírico, sendo necessário que o uso da ferramenta traga boa acurácia, com alta sensibilidade e, principalmente,

alta especificidade. Um dos pontos que podem contribuir para resultados menos acurados é a inexperiência do examinador ou o treinamento limitado em realizar o exame, sendo importante frisar que um único valor como ponto de corte não possibilita determinar a HIC.<sup>5</sup> Considera-se que cerca de 17 a 25 exames são necessários para considerar o examinador proficiente na técnica.

Outro fator que limita a acurácia do método é a realização do exame com o paciente de olhos fechados, pois não é possível definir o posicionamento correto da mirada enquanto o transdutor examina o globo ocular. Por esse motivo, as medidas podem não ser precisas em algumas situações, como é o caso da mirada extrema, em que o corte do nervo óptico se dá de forma oblíqua, tornando a mensuração super ou subestimada. Essa dificuldade poderia ser resolvida realizando o exame com os olhos abertos por meio de anestésicos tópicos e garantindo o correto posicionamento do transdutor na região central do olho do paciente, alinhado com a mirada centralizada. No entanto, essa maneira de realizar o exame encontra diversas limitações, como a manipulação do anestésico ocular tópico até a disponibilidade deste no momento do exame.<sup>1</sup>

Nesta revisão de tema, analisamos a literatura dos últimos 4 anos acerca da mensuração da bainha do nervo óptico e suas repercussões.

## TÉCNICA

A realização do ultrassom do nervo óptico é uma técnica não invasiva, que não expõe o paciente a uma radiação tomográfica, além de ser mais barata e segura, podendo ser realizada à beira do leito, sem necessidade de transferência para outro setor de imagem.<sup>1,5</sup>

O padrão-ouro para realizar o exame é por meio de um transdutor linear de alta frequência, a fim de garantir imagens de melhor resolução. É sugerido um máximo de 10MHz para evitar danos aos olhos do paciente. Além disso, para segurança do paciente e para evitar lesões termo mecânicas, devemos ajustar o índice mecânico para valores  $\leq 0,23$  e o índice térmico  $\leq 1^\circ\text{C}$ . Ambos os ajustes estão disponíveis nas configurações da maioria dos aparelhos não portáteis. Na prática, a seleção do *preset* ocular no aparelho realiza esses ajustes. A profundidade da imagem sugerida é de 40 a 45mm, que é distância suficiente para visualizar o globo ocular e as estruturas próximas ao nervo óptico. A posição ideal para realização do exame é a supina, e o examinador pode se posicionar na lateral do leito. O gel utilizado pode causar irritações oculares, sendo indicada,

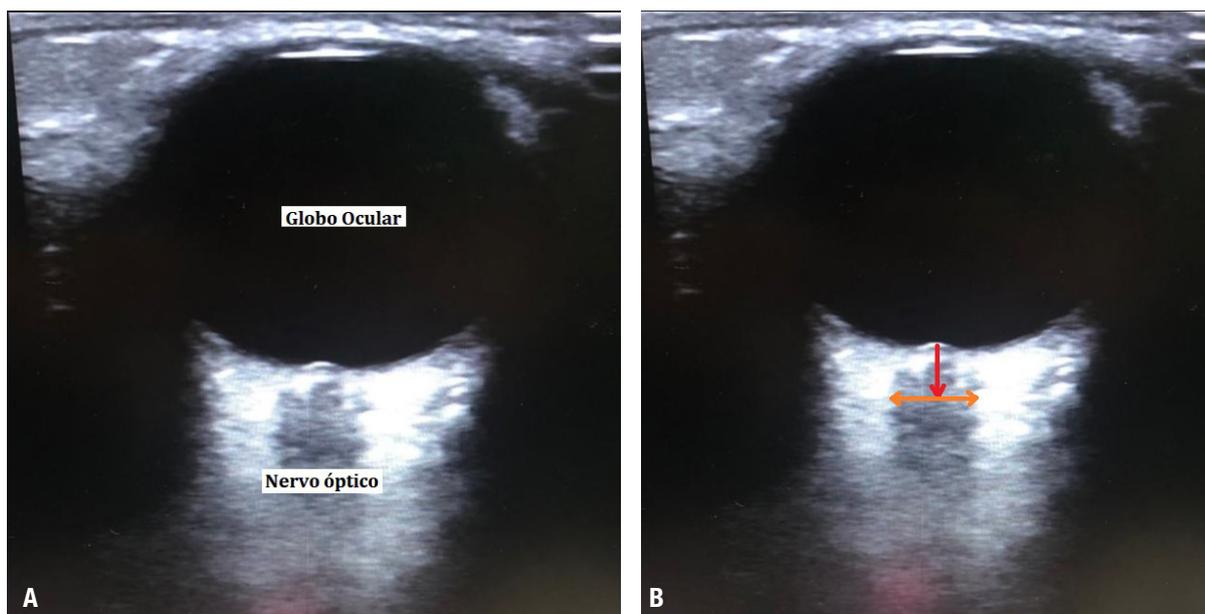
caso haja disponível, a aplicação de um filme adesivo ou Tegaderm® para cobrir o olho fechado, para que não haja contato do gel com o globo ocular. Deve-se tomar cuidado para não permitir bolhas na aplicação do filme adesivo, pois elas impedem a ultrassonografia. O filme adesivo protege o olho do paciente da irritação pelo gel e causa mínima degradação da imagem. A aquisição de imagens deve ser feita tanto por um corte transversal como por um corte longitudinal, pois o nervo óptico tem formato cilíndrico, e a dilatação de seu diâmetro pode ser excêntrica.<sup>3,6,8</sup>

A estrutura da imagem é composta de um globo ocular anecoico de formato circular seguido de um cilindro hipoeico posteriormente a ele, chamado de nervo óptico (**Figura 1A**). Em suas laterais, bilateralmente, estão situadas as camadas pia-máter, espaço subaracnóideo, camada aracnoide e dura-máter. A imagem obtida deve ser capaz de encontrar a entrada do nervo óptico no globo ocular, posicionada de preferência no centro da tela do ultrassom. A partir dela, a mensuração da bainha é feita em dois momentos: inicialmente, é realizada uma medida partindo da base do globo ocular até a distância de 3mm posteriormente, entrando na região do nervo óptico (cilindro hipoeico), designado como o local de máxima expansão proximal em casos de HIC; a segunda medida é um corte perpendicular a partir do primeiro ponto, em que será

delimitado o diâmetro da bainha, utilizando o cursor de medidas nas bordas externas das linhas hiperecoicas, que se localizam no interior do nervo óptico<sup>2,6,7</sup> (**Figura 1B**).

Encontramos na literatura diferentes definições do ponto de partida ideal para mensuração da bainha, sendo estas: a linha imaginária da retina (que não é normalmente visualizada na imagem); a lâmina cribosa; e o topo do cilindro hipoeico, representado pelo nervo óptico. A lâmina cribosa inclusive pode gerar artefatos de imagem no interior do nervo óptico, que podem levar a falsas medidas do diâmetro da bainha.<sup>2,3,5</sup>

Uma das maneiras para tornar mais fidedigna a medida do diâmetro da bainha é utilizar a artéria central da retina (ACR) e a veia central da retina como bases para guiar o marcador no momento de fazer as medidas. Antes de realizar a mensuração, é indicado iniciar o exame com o modo Doppler colorido, para identificar o trajeto dos vasos e se estão centralizados com o nervo óptico. A partir de então, deve-se utilizar o fluxo arterial como guia para fazer a medida de 3mm posteriores ao globo ocular.<sup>3,8</sup> O cálculo do diâmetro pode ser feito usando três ou mais mensurações da bainha nas visualizações transversal e longitudinal e, a partir delas, calcular uma média de valores, a fim de definir uma medida mais fidedigna e reduzir o viés do examinador dependente.<sup>3</sup>



Fonte: elaborada pela autora.

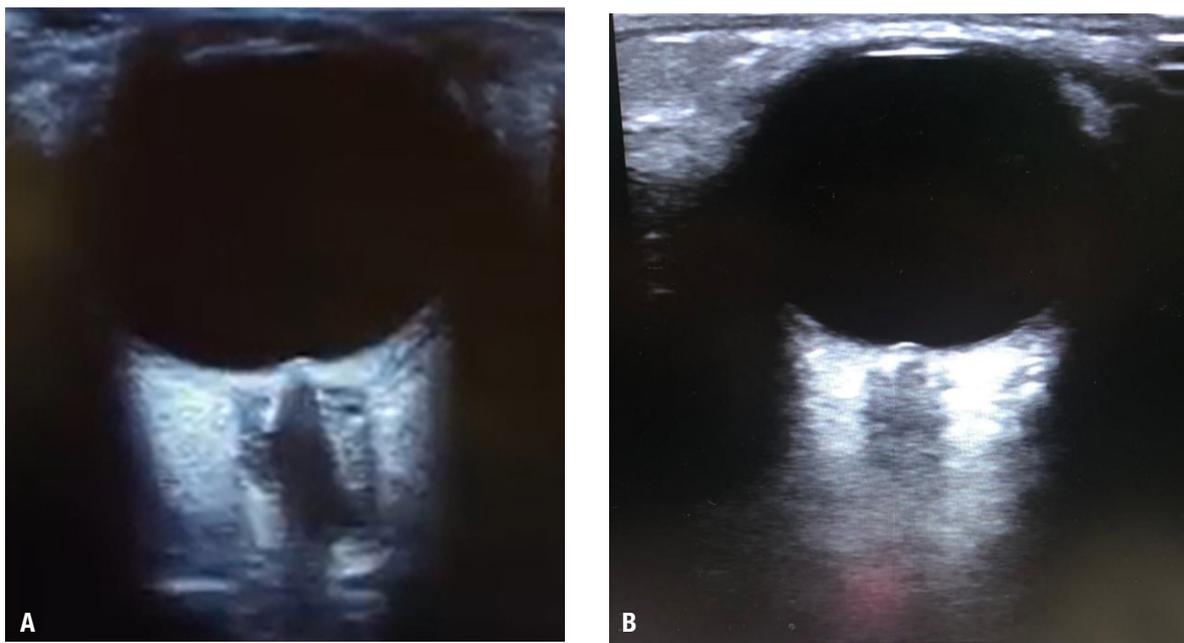
**Figura 1. (A)** Imagem representando as principais estruturas que devem ser insonadas para iniciar as medidas da bainha do nervo óptico: o globo ocular, cilindro anecoico (preto) seguido de uma faixa hipoeicoa (cinza), onde fica localizado o nervo óptico, **(B)** Orientação de como realizar as medidas para identificação da bainha do nervo óptico: uma medida vertical de 3mm partindo da base do globo ocular, seguida de uma medida transversal de uma ponta a outra, representando a bainha do nervo óptico.

Anualmente, surgem diversas recomendações de como fazer a medida correta e mais precisa, mas ainda não há um consenso sobre como fazer e quais os valores mais fidedignos. Um protocolo chamado CLOSED utiliza a seguinte técnica: *color Doppler* (relativo ao uso da função Doppler colorido do aparelho para identificar os vasos retinianos centrais e, a partir deles, guiar o local de mensuração da linha de 3mm posterior à base do globo ocular, diminuindo os erros na direção do cursor, que podem ocorrer por tortuosidade do nervo); *low power examination* (exame de baixa potência para evitar lesões retinianas, com ajustes de índices adequados para o procedimento); *optic disk clarity* (referente à visualização correta do disco óptico, a fim de que haja um marco seguro para a saída dos 3mm posteriores ao globo ocular); *safety – short examination duration* (pois o exame pode ser feito à beira do leito e de forma segura para o paciente); *elevated frequency* (o transdutor utilizado deve ser o linear, de alta frequência, que gera imagens de melhor resolução); *dual measurements* (duplas mensurações, tanto na visualização transversal quanto longitudinal).<sup>8</sup>

A partir da imagem obtida do nervo óptico – leia-se o cilindro hipoeicoico –, existem dois grupos de achados: imagens com linhas hipereicoicas no interior da imagem hipoeicoica do nervo ou imagens sem a visualização dessas linhas, somente com a estrutura central hipoeicoica, chamadas de categoria A e B, respectivamente<sup>2</sup> (**Figura 2**).

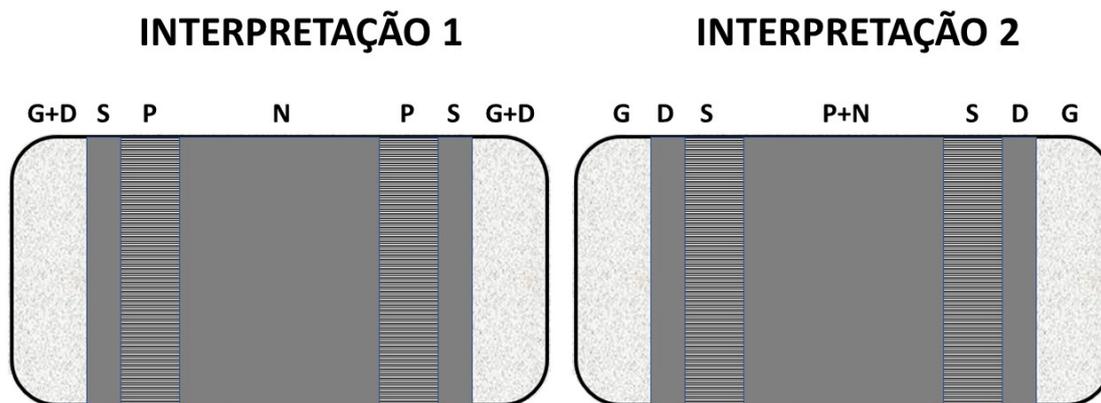
Muitas medidas trazem erros de interpretação e, conseqüentemente, erros diagnósticos, ao mensurar de maneira incorreta as estruturas encontradas na imagem. O nervo óptico já é bem definido como a estrutura hipoeicoica central, cilíndrica. As demais estruturas laterais, definidas como pia-máter, espaço subaracnóideo e dura-máter, possuem definições mais heterogêneas.<sup>2</sup> Existem duas maneiras de fazer essa mensuração, de acordo com diferentes autores (**Figura 3**). Uma interpretação considera que a pia-máter e a dura-máter não refletem ondas sonoras, sendo a pia-máter uma fusão com o nervo óptico escuro no centro, enquanto o espaço subaracnóideo e a gordura retrobulbar se apresentam como estruturas hiperecogênicas, mais claras. Nesse caso, a dura-máter seria uma faixa escura entre as duas imagens hiperecoicas (o espaço subaracnóideo e a gordura retrobulbar). A outra maneira de interpretar considera que o espaço subaracnóideo não levaria à formação de imagem hiperecoica, e as camadas pia-máter, dura-máter e gordura retrobulbar se apresentariam todas como faixas hiperecogênicas. Nesse caso, a camada pia-máter seria a banda hiperecoica bilateralmente presente na região escura, enquanto o espaço subaracnóideo se apresentaria como espaço hipoeicoico entre a pia-máter e a gordura retrobulbar.<sup>2</sup>

Enquanto persistem algumas dúvidas, cada serviço deve adotar um protocolo para medida do diâmetro da bainha do nervo óptico, de forma que todas as medidas do serviço sejam comparáveis na evolução de um mesmo paciente e entre diferentes pacientes.



Fonte: elaborada pela autora.

**Figura 2.** (A) Categoria A, com linhas hipereicoicas no interior do cilindro hipoeicoico. (B) Categoria B, com um unico cilindro hipoeicoico sem linhas hipereicoicas em seu interior.



Fonte: Stevens et al.<sup>2</sup>

G: gordura retrobulbar; D: dura-máter; S: espaço subaracnóideo; P: pia-máter; N: nervo óptico.

**Figura 3.** Duas diferentes interpretações encontradas na literatura sobre as imagens ultrassonográficas, com as seguintes estruturas: gordura retrobulbar; dura-máter; espaço subaracnóideo; pia-máter e nervo óptico.

## LIMIAR DE MEDIDAS E CORRELAÇÕES CLÍNICAS

O valor normal do diâmetro da bainha do nervo óptico ainda não pode ser definido precisamente. O valor máximo da normalidade é uma faixa, ainda não existindo um único valor específico e bem definido. Essa faixa se encontra entre os valores 5 e 6mm, na prática clínica, podendo se estender até 6,2 como ponto de corte.<sup>5</sup> Encontramos, quando comparadas as medidas invasivas e não invasivas, uma faixa mais curta de variação da bainha, com ponto de corte de 5,5 e 6,1mm, respectivamente – sendo este último um dado mais confiável como valor limítrofe para HIC.<sup>7</sup>

Os diversos estudos foram realizados em múltiplas patologias, como trauma craniocéfálico, hemorragia subaracnóidea (HSA) e hemorragia intracraniana. Comparando as técnicas longitudinal e transversal de avaliação do nervo óptico, observa-se que, em indivíduos saudáveis, a mensuração longitudinal mostra menos variabilidade entre os olhos quando comparada com a medida transversal, possivelmente devido à presença de menos artefatos, mas que, nos pacientes com HIC, a medida transversal mostrou melhor acurácia nos valores do diâmetro da bainha. Nesse estudo, o provável fator confundidor é o tempo médio de 82 minutos entre a mensuração da PIC pelos dois métodos (ultrassonográfico não invasivo e invasivo por meio do cateter intracraniano), podendo ter contribuído para os resultados conflitantes. Além disso, mesmo após a normalização da PIC, existe a teoria de que a bainha perdure dilatada, fato que deve ser levado em consideração na interpretação da evolução da HIC.<sup>5</sup>

A variação de valores do diâmetro da bainha acontece não só com a população heterogênea, mas também com a idade. Em crianças, esse valor pode variar de acordo com a patência da fontanela anterior e pela patologia que está acometendo o paciente. Nas crianças menores de 1 ano, os valores de nervo óptico não são confiáveis, pois a bainha do nervo cresce até essa idade.<sup>3</sup> Os valores limites considerados normais encontrados por alguns autores foram 5,0mm em adultos, 4,5mm em crianças de 1 a 15 anos e 4,0mm em menores de 1 ano de idade. A medida da bainha em pacientes pediátricos se torna mais fiel em pacientes com HIC a partir dos 10 anos de idade, devido aos fatores de crescimento da bainha ao longo dos anos.<sup>9</sup> Já outro autor cita que, em pacientes idosos >65 anos, a medida da bainha apresentava valor de normalidade maior quando comparado com pacientes mais jovens.<sup>10</sup>

A definição da HIC não é homogênea na literatura. Definições da HIC usando a PIC variam de limiar mínimo entre 20 e 30cmH<sub>2</sub>O. Como algumas referências usam mmHg para relatar os valores, lembrar que cada 1mmHg corresponde a 1,36cmH<sub>2</sub>O.<sup>4</sup> Sabendo-se que essa variação da definição de HIC existe, os diâmetros de bainha de nervo óptico que se correlacionam à HIC também variam.

Alguns estudos citam o ponto de corte para HIC a depender da gravidade da patologia, como, por exemplo, 6,1mm para lesões cerebrais graves, 4,2mm para lesões moderadas e 3,6mm em um grupo controle. Outro estudo correlaciona os valores ultrassonográficos do diâmetro da bainha com a medida de PIC medida por cateter invasivo, sendo os valores <4,4mm

para PIC  $<20\text{cmH}_2\text{O}$  e  $>5,4\text{mm}$  em pacientes com PIC  $>20\text{cmH}_2\text{O}$ .<sup>11</sup>

Existe também, na literatura, a descrição de um valor de corte da bainha do nervo óptico que pode ajudar a diferenciar os acidentes vasculares cerebrais (AVC), com os valores de  $5,5\text{mm}\pm 0,4$  e  $6,1\text{mm}\pm 0,7$  para isquêmicos e hemorrágicos, respectivamente, justificado pelo fato de o AVC isquêmico apresentar HIC mais tardia. Outra associação descrita é com o infarto maligno de artéria cerebral média (ACM), em que o ponto de corte descrito como normal foi até de  $5,6\text{mm}$ , no respectivo estudo, podendo ser usado como auxiliar na tomada de decisão.<sup>10</sup> Além disso, o retorno da bainha para valores normais é tardio e variável após o paciente ter sido portador da condição de aumento pressórico intracraniano. Essa variação nos valores acontece devido à heterogeneidade da experiência do operador no ultrassom à beira do leito, além de amostras variáveis nos estudos e de os métodos de estudo duplo-cego não serem bem desenhados.<sup>5</sup>

Um estudo feito com pacientes com HSA comparou os valores da bainha obtidos pelo ultrassom e pela ressonância, mostrando resultados com relativa semelhança entre eles. No entanto, não conseguiu comprovar a relação direta do diâmetro da bainha do nervo óptico com HIC, quando comparadas com as medidas obtidas pelos cateteres intraventriculares em pacientes com HSA.<sup>6,12</sup>

Em suma, apesar de não haver um valor crítico definido conhecendo-se a faixa de valores associados a patologias na literatura, podemos dizer que, em adultos, valores  $<4,5$  ou  $5,0\text{mm}$  provavelmente estão normais, enquanto  $>6,0$  ou  $6,5\text{mm}$  claramente são patológicos, ficando a faixa intermediária como uma zona cinzenta indeterminada na qual se deve basear mais na clínica do paciente

Uma das estruturas que pode auxiliar no diagnóstico é a identificação da elevação do disco óptico para detectar HIC (**Figura 4**). Neste estudo, se essa elevação for  $>0,4\text{mm}$ , ela tem alta especificidade e boa sensibilidade para prever HIC com PIC  $>22\text{mmHg}$ , mas ainda são necessárias mais publicações sobre o tema. Um dos fatores limitantes dessa visualização são as drusas benignas, estruturas hiperecoicas que correspondem ao depósito de material proteico, as quais podem confundir o examinador na hora de determinar a elevação do disco óptico.<sup>3,5</sup> O maior limitante ao uso do papiledema nas patologias agudas no pronto-socorro é que sua instalação pode ser um achado muito tardio de horas a dias em adultos podendo chegar a semanas em crianças, além da possibilidade de confusão diagnóstica com pseudopapiledema.<sup>9</sup>



Fonte: elaborada pela autora.

**Figura 4.** Na base do globo ocular (círculo), o representativo do disco óptico discretamente elevado. Sua correlação com papiledema depende de quantos milímetros de elevação ele possui em relação à retina.

Finalmente, o diâmetro da bainha do nervo óptico não se mostrou útil para monitorização das medidas de controle da HIC. Estudo sobre a mensuração de HIC por meio da avaliação ultrassonográfica da bainha do nervo óptico em pacientes submetidos à hemicraniectomia não mostrou bom resultado, possivelmente pela lesão cerebral primária e a própria craniectomia, não sendo uma medida confiável para estimar a presença de HIC nesses pacientes. Mostrou, porém, possuir valor prognóstico para pacientes com resultados desfavoráveis após o procedimento de hemicraniectomia.<sup>13</sup>

Não há evidência que demonstrem benefício em empregar um manejo para HIC a partir dos achados ultrassonográficos. No entanto, a história e o quadro clínico sugestivos de HIC justificam a implementação de medidas para a HIC, e a comprovação pelo método ultrassonográfico aumenta a confiança dessa conduta.

## CONCLUSÃO

O uso do ultrassom *point-of-care* tem se estabelecido em múltiplas situações em emergência, incluindo a avaliação de pressão intracraniana por meio do ultrassom de nervo óptico e a mensuração do diâmetro da bainha do nervo. Porém, apesar de surgirem frequentemente novos estudos na área, ainda não há um ponto de corte bem estabelecido acerca de qual medida confere uma confirmação diagnóstica. O que se pode fazer

na atualidade é utilizar a ferramenta como método de triagem para hipertensão intracraniana, o que deve ser feito por profissionais experientes e, de preferência, com três ou mais medidas em duas incidências, para melhor acurácia do método, a fim de garantir mais fidedignidade às terapias empíricas realizadas a partir das medidas obtidas com o ultrassom.

## REFERÊNCIAS

1. Vitiello L, De Bernardo M, Capasso L, Cornetta P, Rosa N. Optic nerve ultrasound evaluation in animals and normal subjects. *Front Med.* 2022;8(5).
2. Stevens RR, Gommer ED, Aries MJ, Ertl M, Mess WH, Huberts W, et al. Optic nerve sheath diameter assessment by neurosonology: A review of methodologic discrepancies. *J Neuroimaging.* 2021;31(5):814-25.
3. Lin JJ, Chen AE, Lin EE, Hsia SH, Chiang MC, Lin KL. Point-of-care ultrasound of optic nerve sheath diameter to detect intracranial pressure in neurocritically ill children - A narrative review. *Biomed J.* 2020;43(3):231-9.
4. Robba C, Santori G, Czosnyka M, Corradi F, Bragazzi N, Padayachy L, et al. Optic nerve sheath diameter measured sonographically as non-invasive estimator of intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. *Intensive Care Med.* 2018;44(8):1284-94.
5. Agrawal D, Raghavendran K, Zhao L, Rajajee V. A prospective study of optic nerve ultrasound for the detection of elevated intracranial pressure in severe traumatic brain injury. *Crit Care Med.* 2020 Dec;48(12):e1278-e1285.
6. Zoerle T, Caccioppola A, D'Angelo E, Carbonara M, Conte G, Avignone S, et al. Optic nerve sheath diameter is not related to intracranial pressure in subarachnoid hemorrhage patients. *Neurocrit Care.* 2020;33(2):491-8.
7. Altayar AS, Abouelela AZ, Abdelshafey EE, Mohammed KS, Hassan AA, Khattab MA, et al. Optic nerve sheath diameter by ultrasound is a good screening tool for high intracranial pressure in traumatic brain injury. *Ir J Med Sci.* 2021;190(1):387-93.
8. Aspide R, Bertolini G, Albin Riccioli L, Mazzatenta D, Palandri G, Biasucci DG. A proposal for a new protocol for sonographic assessment of the optic nerve sheath diameter: The CLOSED Protocol. *Neurocrit Care.* 2020;32(1):327-32.
9. Fontanel L, Pensiero S, Ronfani L, Rosolen V, Barbi E. Optic nerve sheath diameter ultrasound: optic nerve growth curve and its application to detect intracranial hypertension in children. *Am J Ophthalmol.* 2019;208:421-8.
10. Güzeldağ S, Yılmaz G, Tuna M, Altuntaş M, Özdemir M. Measuring the optic nerve sheath diameter with ultrasound in acute middle cerebral artery stroke patients. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2021;30(2):105523.
11. Yüzbaşıoğlu Y, Yüzbaşıoğlu S, Coşkun S, İçme F, Öz T, Kunt R, et al. Bedside measurement of the optic nerve sheath diameter with ultrasound in cerebrovascular disorders. *Turk J Med Sci.* 2018;48(1):93-9.
12. Agrawal A, Cheng R, Tang J, Madhok DY. Comparison of two techniques to measure optic nerve sheath diameter in patients at risk for increased intracranial pressure. *Crit Care Med.* 2019;47(6):e495-e501.
13. Gao Y, Li Q, Wu C, Liu S, Zhang M. Diagnostic and prognostic value of the optic nerve sheath diameter with respect to the intracranial pressure and neurological outcome of patients following hemispherectomy. *BMC Neurol.* 2018;18(1):199.