

## ARTYKUŁ POGLĄDOWY/REVIEW PAPER

Otrzymano/Submitted: 25.02.2014 • Poprawiono: 19.03.2014 • Zaakceptowano/Accepted: 22.03.2014

© Akademia Medycyny

# Podstawy teoretyczne badania ultrasonograficznego szerokości osłonki nerwu wzrokowego w celu rozpoznawania wzmożonego ciśnienia śródczaszkowego

## *Theoretical basis of the ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter to recognize elevated intracranial pressure*

**Zenon Truszewski**

Zakład Medycyny Ratunkowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny



### Streszczenie

Badanie ultrasonograficzne gałek ocznych wykorzystuje się przede wszystkim w praktyce okulistycznej. Inne zastosowanie to ocena szerokości osłonki nerwu wzrokowego do diagnostyki wzmożonego ciśnienia śródczaszkowego. Autor przedstawia historię badań dotyczących tego tematu, najważniejsze artykuły i wkład autorów w rozwoju metody. Następnie opisana jest szczegółowo technika badania, jej zalety i wady oraz zastosowanie głównie w diagnostyce pacjentów szpitalnych oddziałów ratunkowych. *Anestezjologia i Ratownictwo 2014; 8: 86-90.*

*Słowa kluczowe: szpitalny oddział ratunkowy, ultrasonografia, osłonka nerwu wzrokowego, ciśnienie śródczaszkowe*

### Abstract

The ultrasonography of the eyeballs is used mainly in ophthalmology. Another application is the evaluation of the optic nerve sheath diameter for the diagnosis of elevated intracranial pressure. The author presents the history of research on this topic, the most important articles and authors' contributions in the development of the method. Then the technique of examination is described in details, its advantages and disadvantages, and clinical application in the diagnosis of patients in emergency departments. *Anestezjologia i Ratownictwo 2014; 8: 86-90.*

*Keywords: emergency department, ultrasonography, optic nerve sheath, intracranial pressure*

### Wstęp

Osłonka nerwu wzrokowego jest strukturą anatomiczną, będącą przedłużeniem opony twardej, otaczającą nerw wzrokowy na całej jego długości od gałki ocznej do miejsca skrzyżowania. Jej długość wynosi przeciętnie 45 milimetrów a szerokość w zależności od miejsca pomiaru od 4 do 5 mm. Ponieważ istnieje ciągłość przestrzeni podpajęczynówkowej otaczającej mózg z okolicą podoślonkową wzrost

ciśnienia wewnątrzczaszkowego przenosi się w sposób bezpośredni na tę przestrzeń doprowadzając do jej poszerzenia, co można uwidocznic w badaniu ultrasonograficznym.

Pod koniec lat osiemdziesiątych i w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku pojawiły się pierwsze doniesienia potwierdzające zależność szerokości osłonki nerwu wzrokowego od ciśnienia płynu mózgowo-rdzeniowego (ICP). Były to opisy pojedynczych przypadków [1], badań na zwłokach

[2] lub na nielicznych grupach pacjentów. Mimo to określono już prawidłowe wymiary osłonki a także zauważono, że jej podatność na zmiany ciśnienia śródczaszkowego jest największa bezpośrednio za gałką oczną [3].

Pierwsza obszerna praca na temat wykorzystania badania USG do oceny szerokości osłonki nerwu wzrokowego ukazała się w roku 2002. Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS badali zmienność wyników w zależności od osoby wykonującej badanie. Na grupie 67 ochotników stwierdzono, że gdy badanie wykonywało troje lekarzy średnia różnica w ocenie szerokości osłonki wynosiła 0,2 mm co stanowiło 4% wartości prawidłowej [4]. W tym samym roku podano też wartości graniczne szerokości osłonki u dzieci. W pierwszym roku życia były to 4 mm, u dzieci starszych 4,5 mm [5].

W roku 2003 ukazały się wyniki kolejnego badania, w którym Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR podali, że u 14 osób u których w badaniu CT stwier-

dzono cechy podwyższonego ciśnienia śródczaszkowego średnica osłonki wynosiła średnio 6.27 mm, a u 21 osób bez zmian w badaniu tomograficznym średnio 4,42 mm. Różnica była znamienna statystycznie [6]. Znalazło to potwierdzenie w następnych latach, kiedy wykazano np., że średnica osłonki powyżej 5mm wskazuje z 90% prawdopodobieństwem na wzrost ciśnienia śródczaszkowego powyżej 20 cm H<sub>2</sub>O [7].

W roku 2009 w pracy oceniającej szerokość osłonki nerwu wzrokowego u 63 pacjentów z krwawieniem śródczaszkowym Moretti R, Pizzi B, Cassini F, Vivaldi N ustalili punkt odcięcia dla tego badania na poziomie 5,2 mm [8]. Dla zwiększenia czułości i swoistości badania obecnie wartość tę przyjmuje się na poziomie 6 mm.

Rok 2011 przyniósł pierwszą metaanalizę dotyczącą tematu. Dubourg J, Javouhey E, Geeraerts T, Messerer M, Kassai B wykazali na grupie 231 pacjentów, że czułość badania szerokości osłonki nerwu wzrokowego w rozpoznawaniu podwyższonego

Tabela I. Najważniejsze publikacje dotyczące pomiaru szerokości osłonki nerwu wzrokowego

Table I. The most important publications concerning the measurement of optic nerve sheath diameter

Lp.	Autorzy	Tytuł	Czasopismo	Rok wydania	Wnioski
1	Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS	Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults	Eur J Ultrasound	Oct 2002	Minimalne różnice w ocenie w zależności od osoby wykonującej badanie
2	Newman WD, Hollman AS, Dutton GN, Carach R.	Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus	Br J Ophthalmol	Oct 2002	Ustalenie wartości prawidłowych dla dzieci
3	Blaivas M, Theodoro D, Sierzenski PR	Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath	Acad Emerg Med	Apr 2003	Korelacja wyników badań USG z tomografią komputerową głowy
4	Moretti R, Pizzi B, Cassini F, Vivaldi N	Reliability of optic nerve ultrasound for the evaluation of patients with spontaneous intracranial hemorrhage.	Neurocritic care	Dec 2009	Ustalenie punktu odcięcia
5	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	Jul 2011	Metaanaliza, czułość 90%, specyficzność 85%
6	Potgieter DW, Kippin A, Ngu F, McKean C.	Can accurate ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter (a non-invasive measure of intracranial pressure) be taught to novice operators in a single training session?	Anesth Intensive Care	Jan 2011	Łatwa technika badania, szybki proces uczenia

ciśnienia śródczaszkowego wynosi 90%, a specyficzność 85%. We wnioskach autorzy stwierdzili, że badanie to charakteryzuje się odpowiednią wartością diagnostyczną dla wykrywania podwyższonego ICP [9].

W roku 2011 ukazał się artykuł potwierdzający łatwość uczenia się opisywanego pomiaru i przydatność nawet przy wykonywaniu przez osoby o niewielkim doświadczeniu. Potgieter DW, Kippin A, Ngu F, McKean C w ciągu 4 godzin warsztatów uczyli techniki tego badania 5 osób nieposiadających doświadczenia w wykonywaniu USG. Po tygodniu porównano wyniki badań wykonanych przez te osoby z badaniami wykonanymi przez lekarzy o dużym doświadczeniu. Okazało się, że wyniki nie różniły się w obu grupach [10].

## Wskazania

W szpitalnym oddziale ratunkowym badanie szerokości osłonki nerwu wzrokowego należy wykonać u pacjentów, u których podejrzewa się wzmożone ciśnienie wewnątrzczaszkowe:

- po urazach głowy,
- nieprzytomnych,
- z zaburzeniami świadomości,
- po utracie przytomności.

## Technika badania

Największa zmienność szerokości osłonki nerwu wzrokowego na skutek zwiększonego ciśnienia śródczaszkowego występuje w odległości 3 mm od granicy gałki ocznej. W tej odległości należy dokonywać pomiaru.

Do badania należy wykorzystywać ultrasonografy o bardzo wysokiej rozdzielczości. Można korzystać z różnych głowic. Dla osób o mniejszym doświadczeniu zaleca się głowicę *micro-convex*. Osoby o większym doświadczeniu mogą korzystać z głowicy liniowej o częstotliwości 7-14 MHz, po zastosowaniu której wizualizacja szczegółów jest lepsza. Jednak głowica ta jest większa i trudniejsza w manewrowaniu w porównaniu z głowicą *micro-convex* co utrudnia wykonanie badania. Rozwiązaniem może być zastosowanie małych głowic liniowych specjalnie przeznaczonych do badań okulistycznych, które pasują wymiarami do gałki ocznej i zachowują dobrą rozdzielczość. Standardową projekcją jest projekcja poprzeczna.



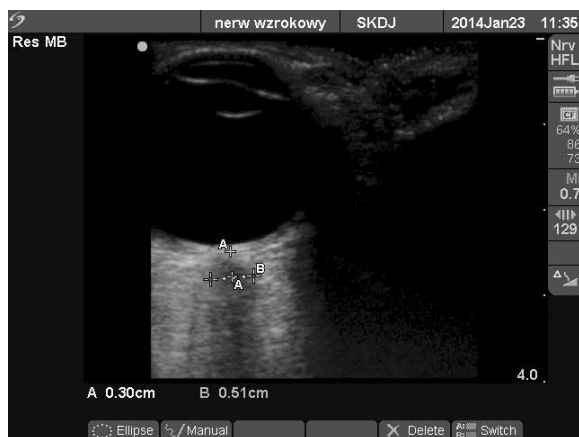
Fotografia 1. Badanie oka prawego  
Photo 1. Examination of the right eye



Fotografia 2. Badanie oka lewego  
Photo 2. Examination of the left eye

Pacjent w trakcie badania powinien mieć zamknięte oczy. Na powieki nakładamy sterylny żel do badań okulistycznych. Roztwór soli fizjologicznej, który jest tańszy i bywał zalecany zamiast żelu jest nieprzydatny gdyż szybko spływa z powiek, przez co

obrazy są nieczytelne. W przypadku podejrzenia urazu gałki ocznej żelu należy nałożyć tak dużo, aby podczas badania uniknąć kontaktu głowicy z powieką. Według niektórych autorów taki sposób badania powinien być stosowany u wszystkich chorych [11], chociaż większość podręczników zaleca ułożenie głowicy opierając ją lekko na górnej powiece, stale kontrolując siłę nacisku poprzez ułożenie V palca dłoni na nasadzie nosa. Taka pozycja ułatwia też stabilizację obrazu.



Fotografie 3 i 4. Obrazy ultrasonograficzne osłonek nerwu wzrokowego

Photos 3 and 4. Ultrasonographic pictures of the optic nerve sheaths

Powinniśmy wykorzystywać jak najmniejszą moc promieniowania i prowadzić badanie nie dłużej, niż 60 s ze względu na teoretyczną możliwość uszkodzenia delikatnych struktur oka przez energię mechaniczną [11] Głębokość wizualizacji powinna być nastawiona na ok. 4 cm tak, aby uwidocznić obszar ok. 1-1,5 cm za

gałką oczną. Nerw wzrokowy jest widoczny jako hipoechogeniczna linia nieco przyśrodkowo od płaszczyzyny strzałkowej gałki. Osłonka jest hiperechogeniczną strukturą otaczającą nerw. Minimalnymi ruchami dłoni powinniśmy uzyskać projekcję, w której średnica osłonki jest największa i zmierzyć ten wymiar w odległości 3 mm od gałki ocznej. Podczas ustalania miejsca pomiaru należy pamiętać o tym, że grubość siatkówki w tej okolicy wynosi ok. 0,5 mm. Takie samo badanie przeprowadzamy po drugiej stronie ciała. Niektórzy autorzy uważają, że procedura powinna być powtórzona a wyniki dwóch pomiarów uśrednione w celu optymalizacji wyników [11]. Istnieją też zalecenia, żeby badanie wykonać również w projekcji podłużnej, tak aby ograniczyć do minimum możliwość błędu [12].

Prawidłowa średnica osłonki nerwu wzrokowego wynosi:

- u osób dorosłych 5 mm lub mniej,
- u dzieci od 2 do 15 roku życia 4,5 mm,
- u dzieci w 1 roku życia 4 mm.

Najczęstsze błędy popełniane podczas oceny szerokości nerwu wzrokowego:

- dotykanie gałki ocznej u pacjentów po urazie,
- nieodpowiednie wzmocnienie fali, co utrudnia wizualizację nerwu wzrokowego,
- błędna interpretacja wyniku bez powiązania ze stanem klinicznym pacjenta.

## Podsumowanie

Przez wiele lat we wstępnej diagnostyce osób podejrzanych o wzmożone ciśnienie śródczaszkowe wykonywano badanie dna oka w celu oceny tarczy nerwu wzrokowego. Badanie to okazało się jednak mało przydatne szczególnie u pacjentów po urazach gdyż obrzęk tarczy nerwu wzrokowego widoczny jest dopiero po kilku godzinach utrzymywania się podwyższonego ICP. Rozpowszechnienie tomografii komputerowej doprowadziło do tego, że praktycznie w szpitalnych oddziałach ratunkowych badania dna oka się nie wykonuje. Lekarze w programie specjalizacji z medycyny ratunkowej uczą się tej procedury jedynie podczas stażu w oddziałach okulistycznych. Oddziały ratunkowe nie posiadają w swoim wyposażeniu oftalmoskopów, ale są zobowiązane do posiadania aparatu USG.

Badanie ultrasonograficzne szerokości osłonki nerwu wzrokowego u pacjentów po urazach głowy lub nieprzytomnych jest dobrą metodą wstępnej oceny podwyższonego ciśnienia śródczaszkowego

i prawdopodobnie w sytuacjach wątpliwych może ułatwić podjęcie decyzji o potrzebie wykonania badania tomograficznego.

Zaletą tego badania jest:

- łatwy dostęp i prosta technika wykonania,
- krótki czas trwania,
- wysoka czułość i specyficzność,
- bezpieczeństwo, brak powikłań,
- niski koszt.

Oczywiście jak każda procedura diagnostyczna badanie to ma również ograniczenia i wady. Zaliczamy do nich przede wszystkim:

- brak możliwości wykonania u pacjentów po urazie oka,
  - błędną interpretację wyników w przypadku innej patologii w obrębie gałki ocznej np. guza,
  - brak rozpoznania przyczyny podwyższonego ciśnienia śródczaszkowego
  - wymagania sprzętowe - aparat USG wysokiej rozdzielczości, specjalna głowica okulistyczna.
- Mimo to ultrasonograficzna ocena szerokości

osłonki nerwu wzrokowego wydaje się dobrym badaniem u pacjentów szpitalnych oddziałów ratunkowych. Poza uzasadnieniem klinicznym nie bez znaczenia jest też aspekt ekonomiczny. Jeżeli badanie to umożliwi zmniejszenie ilości wykonywanych tomografii komputerowych głowy to na pewno będzie to ważnym czynnikiem, uzasadniający jego wprowadzenie jako rutynowego w SOR. Oczywiście wymaga to przeprowadzenia dalszych analiz i określenia dokładnie, kiedy i w jakiej grupie pacjentów postępowanie takie może być bezpieczne i uzasadnione.

#### Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

✉ Zenon Truszcwski  
Zakład Medycyny Ratunkowej  
Warszawski Uniwersytet Medyczny  
ul. Lindleya 4; 02-005 Warszawa  
☎ (+48 22) 502 13 23  
✉ zetrusz@wp.pl

#### Piśmiennictwo

1. Galetta S, Byrne SF, Smith JL. Echographic correlation of optic nerve sheath size and cerebrospinal fluid pressure. *J Clin Neuroophthalmol* 1989;9(2):79-82.
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. Ballantyne SA, O'Neill G, Hamilton R, Hollman AS. Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. *Eur J Ultrasound* 2002;15(3):145-9.
5. Newman WD, Hollman AS, Dutton GN, Carach R. Measurement of optic nerve sheath diameter by ultrasound: a means of detecting acute raised intracranial pressure in hydrocephalus. *Br J Ophthalmol* 2002;86(10):1109-13.
6. Blaivas M, Theodoro D, Sierzynski PR. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. *Acad Emerg Med* 2003;10(4):376-81.
7. Harbison Kimberly H, Shah S, Marill K, Noble V. Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. *Acad Emerg Med* 2008;15:201-4.
8. Moretti R, Pizzi B, Cassini F, Vivaldi N. Reliability of optic nerve ultrasound for the evaluation of patients with spontaneous intracranial hemorrhage. *Neurocrit Care* 2009;11(3):406-10.
9. 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;37(7):1059-68.
10. Potgieter DW, Kippin A, Ngu F, McKean C. Can accurate ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter (a non-invasive measure of intracranial pressure) be taught to novice operators in a single training session? *Anaesth Intensive Care* 2011;39(1):95-100.
11. Andruszkiewicz P, Sobczyk D. Ocena ultrasonograficzna wymiaru osłonki nerwu wzrokowego. W: Sobczyk D, Andruszkiewicz P, Andres J (red.). *Ultrasonografia w stanach zagrożenia życia i intensywnej terapii*. Kraków: Polska Rada Resuscytacji; 2012. s. 269-71.
12. Noble VE, Nelson B, Sutingco AN. Ultrasonografia oczodołów. W: Małek G (red.) *Podręcznik ultrasonografii w medycynie ratunkowej i intensywnej terapii*. Warszawa: MediPage; 2010. s. 175-81.