

Ultrasonograficzne kryteria rozpoznania zatrzymania krążenia mózgowego

Ultrasound criteria of cerebral circulatory arrest

Joanna Wojczal

Katedra i Klinika Neurologii Akademii Medycznej w Lublinie

Słowa kluczowe: śmierć mózgową, diagnostyka, kryteria

Key words: brain death, diagnostics, criteria

Kryteria rozpoznawania śmierci mózgu (nieodwracalnej utraty funkcji pnia mózgu) są stale doskonalone w miarę postępu praktycznych metod diagnostycznych, umożliwiających uzyskanie większej pewności rozpoznania. Minister Zdrowia i Opieki Społecznej 17 lipca 2007 roku wydał nowe obwieszczenie w sprawie kryteriów i sposobu stwierdzenia trwałego nieodwracalnego ustania czynności mózgu. Podstawowy element komisyjnego stwierdzenia śmierci mózgu — badanie kliniczne, został zachowany, natomiast dla zwiększenia pewności i skrócenia czasu pomiędzy kolejnymi badaniami klinicznymi dopuszczono metody instrumentalne, wskazujące na całkowite i trwałe uszkodzenie mózgu. W obwieszczeniu dokonano również rozróżnienia pierwotnego i wtórnego uszkodzenia mózgu. Rozpoznanie śmierci pnia mózgu opiera się na stwierdzeniu nieodwracalnej utraty jego funkcji u chorych, u których dokonano następujących stwierdzeń: chorzy mają potwierdzone strukturalne i nieodwracalne uszkodzenie mózgu, są w głębokiej śpiączce o znanej przyczynie oraz są sztucznie wentylowani. Należy wyraźnie potwierdzić, że uszkodzenie mózgu jest nieodwracalne wobec wyczerpania możliwości terapeutycznych i upływu czasu. U chorych tych należy również wykluczyć: różnego rodzaju zatrucia i wpływ środków farmakologicznych, hipotermię wywołaną przyczynami zewnętrznymi, zaburzenia metaboliczne i endokrynologiczne, obecność drgawek i prężeń. Wykluczeniu podlegają również noworodki poniżej 7. dnia życia. Kolejny etap obejmuje potwierdzenie badaniem klinicznym nieobecności odruchów pniowych (brak reakcji źrenic na światło, brak odruchu rogówkowego, brak spontanicznych oraz wywołanych próbą kaloryczną ruchów gałek ocznych, brak reakcji ruchowych na bodźce bólowe w zakresie unerwienia nerwów czaszkowych, brak odruchów wymiotnych, kaszlowych i oczno-mózgowych) oraz potwierdzenie próbą bezdechu braku reaktywności ośrodka oddechowego. Dla rozpoznania nieodwracalnego uszkodzenia mózgu wobec upływu czasu konieczne jest zastosowanie odpowiednio długiej obserwacji wstępnej przed rozpoczęciem procedury orzekania o śmierci mózgu. Za początek czasu obserwacji wstępnej należy przyjąć moment, w którym odnotowano pojawienie się klinicznych cech śmierci mózgu. W przypadku pierwotnych uszkodzeń mózgu czas ten powinien wynosić co najmniej 6 godzin. W przypadku uszkodzeń wtórnych, spowodowanych między innymi takimi czynnikami, jak: niedotlenienie, udar niedokrwienny mózgu, zatrzymanie krążenia, hipoglikemia i inne, czas ten powinien wynosić co najmniej 12 godzin. Czas obserwacji wstępnej u dzieci do 2 lat powinien być zawsze dłuższy niż 12 godzin.

W pierwotnym nadnamiotowym uszkodzeniu mózgu u dorosłych i dzieci powyżej 2. rż., śmierć mózgu może zostać potwierdzona dwojako:

- a) poprzez dwukrotne badania kliniczne wykonane w odstępie 6-godzinnym, w których stwierdzono brak odruchów pniowych i trwały bezdech;
- b) poprzez wykonanie dwóch badań klinicznych i jednego spośród badań potwierdzających. Okres pomiędzy badaniami klinicznymi może zakończyć się w ciągu 3 godzin, pod warunkiem potwierdzenia śmierci mózgu w badaniu instrumentalnym.

W pierwotnym, podnamiotowym uszkodzeniu mózgu u dorosłych i dzieci powyżej 2. rż., śmierć mózgu musi zostać potwierdzona co najmniej jednym z następujących badań:

- a) wykazującym linię izoelektryczną w badaniu EEG lub
- b) wykazującym brak przepływu w naczyniach mózgowych.

We wtórnym uszkodzeniu mózgu u dorosłych i dzieci powyżej 2. roku życia, śmierć mózgu może zostać potwierdzona dwojako:

- a) poprzez dwukrotne badania wykonane w odstępie 24-godzinnym, w których stwierdzono brak odruchów pniowych i trwały bezdech;
- b) poprzez wykonanie dwóch badań klinicznych i jednego spośród badań potwierdzających. Okres pomiędzy badaniami klinicznymi może zakończyć się w ciągu 3 godzin, pod warunkiem potwierdzenia śmierci mózgu w badaniu instrumentalnym.

Do badań instrumentalnych dopuszczonych do diagnozowania pewnych aspektów śmierci mózgu należą: testy neurofizjologiczne (dzięki którym możliwe jest potwierdzenie nieodwracalnego zniesienia czynności bioelektrycznej mózgu) oraz badania przepływu krwi (umożliwiające stwierdzenie nieodwracalnego zatrzymania krążenia mózgowego). W skład tej drugiej grupy badań wchodzi przezczaszkowa ultrasonografia dopplerowska (tzw. badanie „ślepych doplerem” lub „doplerem spektralnym”).

Narastanie ciśnienia wewnątrzczaszkowego, które ostatecznie doprowadza do zatrzymania krążenia mózgowego, daje bardzo charakterystyczną dynamikę zmian podczas seryjnych badań za pomocą przezczaszkowej ultrasonografii dopplerowskiej. W fazie wzrostu ciśnienia wewnątrzczaszkowego dochodzi najpierw do znacznego spadku prędkości rozkurczowej, a później do zaniku komponentu rozkurczowego fali dopplerowskiej. Zmiany w tym okresie mogą być odwracalne, o ile wzrost ciśnienia wewnątrzczaszkowego utrzymuje się krótko. Jeżeli ciśnienie śródczaszkowe narasta, a przepływ mózgowy spada, pojawiają się kolejno: przepływ wahadłowy z przepływem wstecznym w okresie całej fazy rozkurczu, potem krótkie piki skurczowe, a następnie brak jakiegokolwiek spektrum przepływu (atonia naczyń).

Według standardów, dla celów orzekania o zatrzymaniu krążenia mózgowego na podstawie przezczaszkowej ultrasonografii dopplerowskiej, badanie to musi przeprowadzić osoba o dużym doświadczeniu w zakresie badań neurosonologicznych. Badanie to wykonuje się, używając aparatu do przezczaszkowej ultrasonografii dopplerow-

skiej z zastosowaniem sondy 2 MHz z falą pulsacyjną. Ocenia się prędkości i widmo przepływu w tętnicach na podstawie mózgu (przez okno skroniowe obustronnie — w tętnicy środkowej oraz przez okno podpotyliczne — w tętnicy podstawnej i obu tętnicach kręgowych w odcinku wewnątrzczaszkowym). Badanie musi być wykonane dwukrotnie w odstępie przynajmniej 30 minut. Podczas badania należy utrzymywać ciśnienie tętnicze na stałym poziomie, a prężność dwutlenku węgla nie może spadać poniżej normy. Stwierdzenie następujących rodzajów przepływu, w co najmniej trzech tętnicach na podstawie mózgu (w obu tętnicach środkowych mózgu oraz w tętnicy podstawnej), potwierdza zatrzymanie krążenia mózgowego:

- małe piki wczesnoskurczowe, wykazujące maksymalną amplitudę poniżej 50 cm/s lub
- przepływ „z odbicia” (oscylacyjny, wahadłowy) z krótkimi komponentami skurczowymi i rozkurczowymi lub same elementy skurczowe bez składowej rozkurczowej — w tej sytuacji należy monitorować pacjenta przez 30 minut, aby wykluczyć wpływ przejściowej zmiany ciśnienia śródczaszkowego (wówczas powtórzenie badania po 30 min nie jest konieczne) lub
- brak przepływu mózgowego w trzech tętnicach na podstawie mózgu, w których przepływ wcześniej rejestrowano. Należy wyraźnie wykazać zanik przepływu. Jednorazowe stwierdzenie braku przepływu mózgowego bez odniesienia do wcześniejszego badania wyjściowego nie świadczy o zatrzymaniu krążenia mózgowego ze względu na możliwość braku odpowiedniego okna kostnego;
- kryterium dodatkowe, pośrednie i nieobowiązkowe — stwierdzenie powyższych patologicznych rodzajów przepływu w obu tętnicach kręgowych i tętnicach szyjnych wewnętrznych w odcinku wewnątrz- lub zewnątrzczaszkowym (zewnątrczaszkowo za pomocą badania dupleksowego lub sondy 4 MHz o fali ciągłej lub pulsacyjnej).

Czułość TCD wynosi od 91,3% do 96,5% (w zależności od serii badanej), a specyficzność — 100%.

Badanie to nie jest przydatne do celów orzekania o zatrzymaniu krążenia mózgowego, jeżeli ciśnienie skurczowe wynosi poniżej 80 mm Hg, utrzymuje się tachykardia > 120/min, pacjent ma duży ubytek kości czaszki oraz u dziecka z niezarośniętym ciemniączkiem (przy dużych ubytkach kości czaszki lub przy niezarośniętym ciemniączku wyniki badania ultrasonograficznego mogą być fałszywie ujemne).

Dla wiarygodnego przeprowadzenia badania należy stosować pewne techniczne ustawienia aparatu, z których najważniejsze to:

- przesuw podstawy czasu (*sweep*) — możliwie wolny;
- moc (*power*) — maksymalna;
- wzmocnienie (*gain*) — duże;
- filtr wysokich częstotliwości ≤ 50 Hz;
- objętość próbki ≤ 15 mm;

- obwiednia najlepiej aby była wyłączona;
- głębokość pomiaru na tętnicy środkowej mózgu: 50–65 mm (unikać rozwidlenia tętnicy szyjnej).

Do najważniejszych ograniczeń badania za pomocą przezczaszkowej ultrasonografii dopplerowskiej przy rozpoznawaniu nieodwracalnego zatrzymania krążenia mózgowego należą: brak okna kostnego, stwierdzenie asonii naczyń przy braku badania wyjściowego (nie można stwierdzić, czy jest to rzeczywista asonia czy brak okna kostnego) oraz w przypadku zakrzepicy tętnicy podstawnej, obecność przepływu w tętnicach środkowych mózgu (spełnione są wówczas kliniczne kryteria rozpoznania nieodwracalnej utraty funkcji pnia mózgu, ale nie doszło do zatrzymania krążenia mózgowego w obszarze nadnamiotowym). Opisano również przypadki pacjentów, u których w wyniku zatrzymania krążenia układowego doszło do nieodwracalnego uszkodzenia pnia mózgu, ale za pomocą badania dopplerowskiego stwierdzano utrzymywanie się przepływu w tętnicach środkowych i podstawnej (początkowo były nawet cechy przekrwienia). W takich sytuacjach, po wykluczeniu podwyższonego stężenia leków działających depresyjnie na układ nerwowy, w celu stwierdzenia nieodwracalnego uszkodzenia funkcji pnia mózgu, oprócz badania klinicznego lepiej wykonać testy elektrofizjologiczne.

Podsumowując, badanie za pomocą przezczaszkowej ultrasonografii dopplerowskiej jest bardzo przydatnym dodatkowym testem potwierdzającym nieodwracalne zatrzymanie krążenia mózgowego. Jest ono łatwe do przeprowadzenia przez doświadczonego neurosonologa, tanie, nieinwazyjne, nie obciąża dodatkowo pacjenta (nie podaje się kontrastu, można je wykonać przyłóżkowo). Najważniejszą zaletą jest jednak to, że przy zachowaniu wszystkich standardów, badanie to nie daje wyników fałszywie dodatnich. Należy podkreślić znaczenie tego badania w sytuacjach szczególnych (np. w przypadku utrzymywania się podwyższonych stężeń leków sedatywnych lub braku możliwości wypełnienia wszystkich punktów badania klinicznego według protokołu, wskutek rozległych urazów twarzoczaszki). Wówczas, dzięki wykonaniu badania, można skrócić czas niezbędnej obserwacji klinicznej przy komisyjnym rozpoznawaniu śmierci mózkowej.

Piśmiennictwo

1. Widder B. Doppler und Duplexsonographie der himversorgenden Arterien. Wyd. 5. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg 1999; 427–440.
2. Hadani M., Bruk B. i wsp. Application of transcranial Doppler ultrasonography for the diagnosis of brain death. *Intensive Care Med.* 1999; 25: 822–828.
3. Ducrocq X., Hassler W., Moritake K. i wsp. Consensus opinion on diagnosis of cerebral circulatory arrest using Doppler-sonography. Task Force Group on cerebral death of the Neurosonology Research Group of the World Federation of Neurology. *J. Neurol. Sci.* 1998; 159: 145–150.
4. Załącznik do Obwieszczenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 17.07.2007 r. w sprawie kryteriów i sposobu stwierdzenia trwałego nieodwracalnego ustania czynności mózgu. *Monitor Polski* z 2007 r. nr 46 poz. 547.

Adres do korespondencji: dr med. Joanna Wojczal
Katedra i Klinika Neurologii Akademii Medycznej w Lublinie
ul. Jaczewskiego 8, 20-954 Lublin
tel.: 0 81 724 47 20, faks: 0 81 724 45 40
e-mail: jwojczal@poczta.onet.pl