

Krzysztof Kochanek

Klinika Otolaryngologii Akademii Medycznej w Warszawie
Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

Zastosowanie słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w diagnostyce zaburzeń słuchu u małych dzieci

The auditory Brainstem Responses in Audiologic Evaluation of Children

Słowa kluczowe: słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu, ocena słuchu u małych dzieci.
Key words: auditory brainstem responses, hearing assessment in children.

Streszczenie

W pracy przedstawiono podstawy rejestracji słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu oraz omówiono ich zastosowanie we wczesnej diagnostyce różnego rodzaju zaburzeń słuchu u małych dzieci. Opisano sposób oznaczania progu słyszenia za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu oraz metodę rozpoznawania rodzaju uszkodzenia słuchu na podstawie wykresu funkcji latencja-natężenie.

Summary

This study provides general information about auditory brainstem responses – ABR. Essentially, estimation of auditory sensitivity and clinical application of ABR in diagnostics of different types of hearing disorders in children are described.

W warunkach prawidłowych dziecko uczy się słyszeć od chwili urodzenia. Początkowo są to odruchy słuchowe, następnie pojawia się zdolność lokalizacji źródła dźwięku oraz rozumienie i odtwarzanie słyszanych dźwięków jako sygnałów znaczących. Ponieważ największa zdolność przyswajania mowy występuje u dzieci w pierwszych trzech latach życia, dlatego tak zasadnicze znaczenie dla przyszłości dziecka ma wczesne wykrycie i rozpoznanie rodzaju zaburzeń słuchu oraz zasto-

sowanie właściwego leczenia lub rehabilitacji. Opóźnienie leczenia czy rehabilitacji słuchu prowadzi zazwyczaj w konsekwencji do opóźnienia rozwoju emocjonalnego i psychoruchowego dziecka.

Ocena słuchu u małych dzieci jest jednym z największych wyzwań dla audiologa, ale zarazem może być źródłem największej satysfakcji. W nowoczesnej diagnostyce narządu słuchu u małych dzieci należy uwzględnić dwa rodzaje badań, które wzajemnie się uzupełniają – badania behawioralne oraz badania fizjologiczne, nazywane powszechnie badaniami obiektywnymi. Niezależnie od tego, jak bardzo wyszukane stosujemy metody obiektywne, istnieje jednak zawsze konieczność i potrzeba oceny słuchu dziecka za pomocą metod behawioralnych. Należy bowiem pamiętać, że badania obiektywne nie umożliwiają oceny słuchu w sensie percepcyjnym, ale pozwalają jedynie stwierdzić, czy w prawidłowy sposób funkcjonują wybrane odcinki drogi słuchowej. Podobnie jak u osób dorosłych, postępowanie diagnostyczne, wykorzystujące wspomniane metody badań powinno, prowadzić do ustalenia rodzaju i głębokości zaburzeń słuchu.

Metody fizjologiczne, które zaliczane są powszechnie do metod obiektywnych, odgrywają coraz większą rolę w ocenie słuchu u małych dzieci. Nie wymagają one aktywnego udziału małego pacjenta podczas badania i powinny być wykonywane w każdym przypadku, w którym nie można wykonać badania behawioralnego lub jeżeli wyniki tych badań nie są jednoznaczne. Jeżeli jednak pozwalają na to możliwości organizacyjne i finansowe ośrodka audiologicznego, to badanie obiektywne powinno się wykonać w każdym przypadku podejrzenia zaburzeń słuchu, niezależnie od wyniku badania behawioralnego, zgodnie z zasadą Jergera – *cross checking*, w myśl której wyniki badań jedną metodą należy potwierdzić wynikami innych badań słuchu.

Badania obiektywne mają w porównaniu z metodami behawioralnymi następujące zalety:

- umożliwiają ocenę narządu słuchu u dzieci, które nie chcą współpracować podczas innych badań,
- umożliwiają ocenę każdego ucha oddzielnie,
- umożliwiają ocenę poszczególnych odcinków drogi słuchowej.

Należy jednak podkreślić, że wadą metod fizjologicznych jest brak możliwości oceny procesów percepcji i analizy słuchowej, co nie pozwala w sposób jednoznaczny stwierdzić, czy dziecko „słyszy” w sensie rozumienia prezentowanych dźwięków. Mogą zatem wystąpić sytuacje, w których wyniki badań obiektywnych będą prawidłowe, natomiast dziecko nie będzie rozumiało mowy ludzkiej w przypadku zaburzeń słuchu o lokalizacji centralnej. Może się zdarzyć również sytuacja odwrotna, w której dziecko będzie miało lepsze wyniki badań behawioralnych niż np. badań słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu w przypadkach, gdy zaburzone są mechanizmy synchronizacji w nerwie

słuchowym lub pniu mózgu. Te skrajne przypadki dowodzą konieczności stałego stosowania w praktyce klinicznej zasady *cross-check*.

W praktyce audiologicznej stosowane są rutynowo trzy rodzaje obiektywnych badań narządu słuchu:

- audiometria impedancyjna,
- otoemisja akustyczna,
- słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu.

Na podstawie wyników tych badań można uzyskać informacje o stanie ucha środkowego, ucha wewnętrznego, nerwu słuchowego oraz pnia mózgu.

Spośród wymienionych metod największe znaczenie w badaniach małych dzieci znalazły audiometria impedancyjna i metody elektrofizjologiczne. Audiometria impedancyjna stosowana jest u małych dzieci do oceny funkcji trąbki słuchowej oraz stanów zapalnych ucha środkowego, natomiast metody elektrofizjologiczne przede wszystkim do oceny czułości słuchu i do różnicowania ubytków słuchu typu ślimakowego i pozaślimakowego.

Podczas badania impedancji ucha środkowego wkłada się do przewodu słuchowego zewnętrznego niewielką sondę pomiarową, zawierającą mikrofon i słuchawkę, przez którą emitowany jest do ucha dźwięk o niskiej częstotliwości. W zależności od stanu ucha środkowego mniej lub więcej energii akustycznej dociera za pomocą łańcucha kosteczek słuchowych do ucha wewnętrznego. Pomiar wielkości energii, która dotarła do ucha wewnętrznego, pozwala ocenić stan ucha środkowego. Badanie to powinno obejmować tympanometrię oraz rejestrację odruchu z mięśnia strzemiączkowego przy stymulacji ipsi- i kontralateralnej dla bodźców tonalnych o częstotliwościach: 500, 1000, 2000 i 4000 Hz.

Podobnie jak w audiometrii impedancyjnej, również w badaniu otoemisji akustycznej do przewodu słuchowego zewnętrznego wkłada się sondę pomiarową, która zawiera mikrofon i słuchawkę. Przez słuchawkę podawane są krótkie impulsy dźwiękowe oraz inne bodźce, natomiast mikrofon połączony ze wzmacniaczem rejestruje dźwięki emitowane przez ślimak, a ściślej mówiąc przez słuchowe komórki zewnętrzne. Ponieważ sygnał otoemisji dociera do ucha zewnętrznego drogą przez ucho środkowe, dlatego badanie otoemisji powinno być poprzedzone wykonaniem audiometrii impedancyjnej, aby sprawdzić stan ucha środkowego. Jeżeli tympanogram jest nieprawidłowy, wykonywanie badania otoemisji nie ma sensu. Kliniczne zastosowanie otoemisji u małych dzieci jest w dalszym ciągu przedmiotem wielu badań, chociaż może być niekiedy pomocne w diagnostyce różnicowej u dzieci, u których nie zarejestrowano słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu. Mogą to być przypadki zaburzeń pozaślimakowych słuchu, w tym również przypadki tzw. „słuchowej neuropatii” (ang. *auditory neuropathy*). Obecnie badanie otoemisji akustycznej ma największe znaczenie praktyczne w badaniach przesiewowych słuchu u noworodków.

I. AUDIOMETRIA ODPOWIEDZI PNIA MÓZGU

Wśród metod elektrofizjologicznych największe znaczenie w ocenie słuchu u małych dzieci mają rejestracje słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu – ABR (ang. *auditory brainstem responses*). Istotą tych badań jest rejestracja potencjałów bioelektrycznych powstających w różnych miejscach drogi słuchowej (od nerwu słuchowego, poprzez jądra ślimakowe do jąder wstęgi bocznej) w odpowiedzi na akustyczną stymulację.

W badaniach małych dzieci nie wykonuje się rutynowo rejestracji późnych odpowiedzi korowych z uwagi na ich wrażliwość na sen i środki farmakologiczne stosowane do uspiania dziecka. Nie oznacza to jednak, że należy w ogóle rezygnować z ich stosowania, ponieważ mogą być one przydatne w diagnostyce dzieci, u których stwierdzono brak odpowiedzi pnia mózgu spowodowany zaburzeniami w pracy mechanizmów synchronizacji w nerwie słuchowym lub pniu mózgu.

Podczas badania ABR umieszcza się na głowie dziecka trzy elektrody miseczkowe, takie same jak w badaniach EEG. Dwie elektrody przykleja się na wyrostkach sutkowych (za uszami), a jedną na czole. Na uszy zakłada się słuchawki, takie same jak w badaniach audiometrycznych. Potencjały, które powstają w odpowiedzi na bodziec akustyczny, rejestruje specjalne urządzenie, połączone zazwyczaj z komputerem.

Badanie słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu u małych dzieci stosuje się do wyznaczenia wielkości ubytku słuchu oraz do oceny przewodnictwa w nerwie słuchowym i pniu mózgu. Badanie to można stosować bez ograniczeń wiekowych, przy czym w ocenie wyników należy uwzględnić wpływ wieku na parametry rejestrowanych odpowiedzi.

II. BADANIE PROGU SŁYSZENIA ZA POMOCĄ SŁUCHOWYCH POTENCJAŁÓW WYWOŁANYCH PNIA MÓZGU

W badaniach progu słyszenia za pomocą potencjałów pnia mózgu wskaźnikiem progu jest fala V. Badanie ABR procedurą szeregu natężeniowego rozpoczyna się zazwyczaj od rejestracji odpowiedzi dla bodźca o dużej intensywności, np. 90 lub 100 dB nHL, a następnie dla bodźców o coraz mniejszych intensywnościach, zmienianych skokowo co 20 i 10 dB, aż do znalezienia progu fali V, który traktuje się w praktyce jako równoważny z progiem słyszenia. Pomimo że w badaniu ABR nie wyznacza się audiogramu, to jednak oznaczone progi fali V pozwalają wykreślić tzw. audiogram zrekonstruowany, który może stanowić podstawę dobrania odpowiedniego aparatu słuchowego. Badanie progu słyszenia za pomocą ABR przeprowadza się zazwyczaj w zakresie częstotliwości od 500 do 4000

Hz. W badaniach tych są stosowane bodźce typu „trzask” oraz krótkie impulsy sinusoidalne.

Dla dzieci w wieku poniżej 1 roku życia jest to obecnie standardowe badanie służące obiektywnej ocenie głębokości ubytku słuchu. Dzieci te badane są najczęściej w śnie naturalnym, natomiast dzieci w przedziale wieku od 1 roku do 4 lat w śnie indukowanym farmakologicznie, czyli podczas narkozy. Dla dzieci starszych oznacza to konieczność podania leków w iniekcjach dożylnych, co sprawia, że w tych przypadkach badanie to jest inwazyjne. Ponieważ każde znieczulenie niesie pewne ryzyko dla małego pacjenta, dlatego w praktyce coraz częściej stosuje się takie sposoby organizacji badań, np. rejestracje w śnie fizjologicznym w porze wieczorno-nocnej, które pozwalają wyeliminować narkozę z badania. Taki sposób organizacji badań stosuje się m.in. w Instytucie Fizjologii i Patologii Słuchu w Warszawie.

Ograniczenia metody ABR w ocenie głębokości ubytku słuchu dotyczą przede wszystkim zakresu częstotliwości i wielkości oznaczanych ubytków słuchu. Badania można stosować dla częstotliwości powyżej 250 Hz dla ubytków słuchu w granicach do 100 dB HL. Błąd oznaczenia progu słyszenia w badaniach ABR nie przekracza zazwyczaj 10 dB.

Metoda ta ma ograniczone zastosowanie w przypadkach, w których zaburzenie słuchu spowodowane uszkodzeniem ślimaka współistnieje z zaburzeniami funkcji nerwu słuchowego, ośrodków w pniu mózgu lub w korze mózgowej. W tych przypadkach może się okazać, że ocena kliniczna słuchu dziecka będzie znacznie odbiegała od wyniku badania ABR. Ograniczeniem metody jest również to, że w większości przypadków badanie przeprowadza się jedynie przez słuchawki powietrzne. Powodów takiej sytuacji jest kilka. Po pierwsze, brak jest w dalszym ciągu odpowiednich, sprawdzonych klinicznie metod badania ABR na drodze przewodnictwa kostnego. Po drugie, badanie drogą kostną jest bardzo nieprzyjemne dla dziecka i trwa dłużej niż badanie prowadzone przez słuchawki powietrzne. Nacisk przetwornika na głowę, umieszczonego najczęściej na czole, powoduje dość szybko ból – dziecko staje się niespokojne, a artefakty mięśniowe uniemożliwiają kontynuowanie badania. Czas badania śpiącego dziecka przez słuchawki powietrzne wynosi ok. 30 min.

III. RÓŻNICOWANIE UBYTKÓW SŁUCHU TYPU ŚLIMAKOWEGO I POZAŚLIMAKOWEGO ZA POMOCĄ SŁUCHOWYCH POTENCJAŁÓW WYWOŁANYCH PNIA MÓZGU

Uszkodzenie słuchu typu ślimakowego średniej wielkości można rozpoznać na podstawie przebiegu wykresu funkcji latencja–natężenie fali V, wyzna-

czonego z odpowiedzi zarejestrowanych procedurą szeregu natężeniowego. Jeżeli wykres mieści się w polu normy dla dużych intensywności trzasku (90, 100 dB nHL), a próg odpowiedzi jest podwyższony, można rozpoznać uszkodzenie słuchu typu ślimakowego. Uszkodzenie słuchu typu pozaślimakowego rozpoznajemy na podstawie stwierdzenia zwiększonych wartości interwałów czasowych pomiędzy poszczególnymi falami lub zaburzonej morfologii zapisu. W diagnostyce zaburzeń ślimakowych i pozaślimakowych powinno się stosować bodziec typu „trzask” o intensywnościach z zakresu 80-100 dB nHL, podawany z częstością powtarzania z zakresu od 10 do 30/s.

IV. PODSUMOWANIE

Rola badań fizjologicznych słuchu we wczesnej diagnostyce zaburzeń słuchu u małych dzieci była i jest nadal bardzo znacząca. Dzięki tym badaniom można znacznie skrócić czas rozpoznania zaburzeń słuchu u małego dziecka i przyspieszyć w ten sposób moment rozpoczęcia właściwego leczenia lub rehabilitacji. Należy jednak pamiętać o ograniczeniach tych metod, takich jak zakres badanych częstotliwości i natężeń oraz mieć na uwadze fakt, że badanie to nie zastępuje badania behawioralnego lub audiometrycznego. Wynik tego badania powinno się traktować jako jeden z wielu i zgodnie z zasadą *cross-checking* dążyć do potwierdzenia jego wyniku za pomocą badań behawioralnych lub audiometrycznych.