

Krzysztof Kochanek^{1,2}, Łucja Sobieszczańska-Radoszewska³,
Henryk Skarżyński¹

¹ Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Warszawa

² Katedra i Klinika Otolaryngologii Akademii Medycznej, Warszawa

³ Instytut Matki i Dziecka, Warszawa

Zasady i metody diagnozowania narządu słuchu u dzieci

Principles and Methods Used in Children Auditory Diagnosis

Słowa kluczowe: diagnostyka słuchu u dzieci, zasady, metody.

Key words: auditory diagnosis in children, principles, methods.

Streszczenie

W pracy przedstawiono zasady i metody diagnozowania narządu słuchu dzieci. Omówiono dwie grupy metod - badania behawioralne oraz badania obiektywne, podkreślając znaczenie i konieczność przestrzegania w praktyce klinicznej zasady „cross-check”. Wskazano na optymalne metody badań słuchu w zależności od wieku dziecka.

Summary

The study gives an overview of the principles and methods used for pediatric auditory diagnosis. Two groups of methods – behavioural and objective – are discussed highlighting the importance of observing the „cross-check” rule in clinical practice. The authors suggest optimal matching of methods to the child's age.

Częstość występowania wrodzonych i wczesnie nabytych głębokich wad słuchu oceniana jest na 1-2 na 1000 żywo urodzonych dzieci, a w grupie ryzyka 2,5-5%. Dziecko w warunkach prawidłowych od chwili urodzenia uczy się słyszeć. Początkowo są to odruchy słuchowe, następnie pojawia się zdolność lokalizacji źródła dźwięku oraz rozumienie i odtwarzanie słyszanych dźwięków jako sygnałów znaczących, co ma miejsce już w okresie niemowlęcym. Ponieważ największa zdolność w przyswajaniu mowy występuje u dziecka do 3 r.ż., dlatego tak zasadnicze znaczenie dla przyszłości dziecka ma wczesne wykrycie wady słuchu (ok. 6 m.ż.), rozpoznanie jej rodzaju oraz zastosowanie właściwego leczenia lub rehabilitacji (do 12 m.ż.).

Średni wiek wykrywania wady słuchu u dzieci w krajach europejskich jest między 9 a 36 m.ż., natomiast w Polsce mimo znaczącej poprawy sytuacji w ostatnich latach ok. 2 r.ż., co oznacza konieczność prowadzenia systematycznych działań profilaktycznych oraz badań przesiewowych słuchu w okresie noworodkowym i niemowlęcym.

I. PROFILAKTYKA

Profilaktyka słuchu ma na celu prowadzenie takich działań, które pozwoliłyby na zapobieganie powstawaniu uszkodzeń słuchu. Analiza wyników badań nad przyczynami wad słuchu u dzieci w Polsce prowadzi do wniosku, że przy właściwie prowadzonej profilaktyce części wad słuchu udało się uniknąć.

Działalność profilaktyczna powinna obejmować:

- rozszerzenie poradnictwa genetycznego,
- ograniczenie do przypadków koniecznych stosowania antybiotyków otoksyucznych, monitorowanie dawek i kontrola stanu narządu słuchu po ich zastosowaniu,
- obowiązek szczepień ochronnych przeciw różyczce, śwince, odrze, haemophilus infl.,
- podniesienie poziomu diagnostyki i terapii prenatalnej,
- prowadzenie badań przesiewowych słuchu u noworodków i niemowląt,
- prowadzenie cyklicznie powtarzanych wykładów dotyczących rozwoju reakcji słuchowych u dziecka oraz czynników powodujących uszkodzenia słuchu. Wykłady te powinny być prowadzone zarówno dla lekarzy rodzinnych, neonatologów i pediatrów, jak również dla rodziców poprzez wykorzystanie środków masowego przekazu.

II. BADANIA PRZESIEWOWE SŁUCHU

Test przesiewowy jest wstępną identyfikacją nie rozpoznanych dotychczas chorób, zaburzeń lub wad przez zastosowanie odpowiednich metod szybkiego działania. Badania przesiewowe, które mogą być prowadzone w sposób masowy lub selektywny, pozwalają wyodrębnić dzieci, u których prawdopodobnie występują zaburzenia słuchu. Badania powinny być prowadzone w różnych grupach wiekowych, przy użyciu różnych metod. Badania przesiewowe u noworodków i niemowląt mogą być prowadzone metodami obiektywnymi opartymi na rejestracjach słuchowych potencjałów wywołanych prądem mózgu – ABR lub otoemisji akustycznej – OAEs lub metodami behawioralnymi na podstawie oceny niespecyficznych reakcji motorycznych dziecka powstających w odpowiedzi na bodźce akustyczne. Pomimo że ostatnie z wymienionych badań są znacznie mniej dokładne, to jednak są łatwe i tanie, a przy prawidłowym ich wykonaniu pozwalają określić, czy słuch dziecka jest prawidłowy. Badania przesiewowe u dzieci starszych przeprowadza się przy użyciu testów słownych lub badań audiometrycznych wykonywanych dla określonych częstotliwości.

III. DIAGNOSTYKA NARZĄDU SŁUCHU

Ocena słuchu u małych dzieci jest jednym z największych wyzwań dla audiologa, ale zarazem może być również 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 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.

Znacznie większa liczba dostępnych w praktyce codziennej badań wymaga od klinicysty ograniczenia się do kilku z nich z uwagi na koszty i czasochłonność. Nie może to być jednak kryterium decydujące o tym, czy wykonywać badanie behawioralne, czy też nie. Badanie behawioralne, metodą dobraną odpowiednio do wieku, musi być zawsze w baterii testów diagnostycznych. Ośrodki audiologiczne zajmujące się badaniami słuchu u małych dzieci powinny zatem dysponować tymi dwoma rodzajami badań. Podobnie jak u osób dorosłych postępowanie diagnostyczne powinno prowadzić do ustalenia rodzaju i głębokości zaburzeń słuchu.

Dziecko z głębokim uszkodzeniem słuchu nigdy samoistnie nie nauczy się mówić. W zależności od stopnia uszkodzenia słuchu mowa jego może być opóźniona, zaburzona lub całkowicie niemożliwy jest jej rozwój:

- jeśli uszkodzenie słuchu wynosi do 45 dB HL, dziecko może samoistnie nauczyć się mówić,
- jeśli uszkodzenie słuchu wynosi 45-70 dB HL, konieczne jest zastosowanie aparatu słuchowego, aby dziecko mogło nauczyć się mówić,
- jeśli uszkodzenie słuchu wynosi powyżej 70 dB HL, aby dziecko nauczyło się mowy, konieczne jest zastosowanie aparatu słuchowego i rehabilitacji.

Należy jednak podkreślić, że brak prawidłowych reakcji na bodziec akustyczny może nie wynikać z uszkodzenia słuchu, ale z innych przyczyn, takich jak:

- ciężka choroba,
- uraz, np. po przebytych zabiegach operacyjnych,
- uraz psychiczny,
- zaniedbania wychowawczo-środowiskowe,
- opóźnienie rozwoju psychomotorycznego,
- uszkodzenia ośrodkowego układu nerwowego.

Oznacza to, że badania diagnostyczne słuchu u małego dziecka powinny być poprzedzone badaniami psychologicznymi, które pozwolą na określenie poziomu rozwoju psychoruchowego dziecka i ułatwią ocenę reakcji w badaniach behawioralnych. Rozpoznanie wady słuchu u dziecka można ustalić, jeśli badanie jest przeprowadzane dwoma metodami – obiektywną i behawioralną lub przy użyciu audiometrii tonalnej.

1. Metody behawioralne

Metody behawioralne są stosowane u małych dzieci do oceny słuchu oraz reakcji dzieci na dźwięki. W zależności od wieku dziecka powinny być stosowane określone metody badań, a procedura badania powinna być zdeteminowana taką odpowiedzią dziecka, która jest możliwa do uzyskania. W tab. 1 przedstawiono reakcje dzieci w różnym wieku na dźwięki o różnej intensywności.

Badania słuchu powinno się przeprowadzać w naturalnych, niewielkich, możliwie cichych, ciepłych pomieszczeniach, w których nie znajduje się zbyt dużo atrakcyjnych dla dziecka zabawek mogących absorbować jego uwagę. Badania te są łatwe i tanie, ale wymagają dobrze przygotowanego i doświadczonego personelu wykonującego badanie. Przyjmuje się, że błąd tych badań wynosi 2-19%. W badaniach należy uwzględnić wpływ procesu habituacji, który może wystąpić przy częstym powtarzaniu tego samego sygnału. Próg reakcji behawioralnych na dźwięk obniża się w 2-3 r.ż.

Tab. 1. Reakcje słuchowe u dziecka w wieku 0-24 m.ż w zależności od intensywności dźwięku

Wiek (w miesiącach)	Intensywność dźwięku	
	70-100 dB SPL	30-40 dB SPL
0-2	odruchy wstrząsowe, uogólnione reakcje motoryczne, odruch Moro, odruch uszno-powiekowy, odruch budzenia	brak reakcji
3-4	odruchy wstrząsowe jak w wieku 0-2 miesiące, odruch uszno-powiekowy, odruch budzenia	wzrasta zainteresowanie dźwiękiem, "poszukiwanie" dźwięków długobrzmiących
5-6	odruch uszno-powiekowy, płacz, różnego stopnia zahamowania odruchów wstrząsowych, w 5 m.ż. zanik odruchu Moro	zwracanie się w kierunku dźwięków, reakcja niestała, zaprzestanie aktywności ruchowej
7-9	odruch uszno-powiekowy i budzenia	szybko lokalizuje w płaszczyźnie ucha miłe dźwięki przez zwrócenie się w ich kierunku lub spojrzenie
9-13	odruchy jw.	szybko lokalizuje dźwięki w płaszczyźnie ucha i poniżej przez zwrócenie się lub spojrzenie
13-16	odruchy jw.	szybko lokalizuje dźwięki w płaszczyźnie ucha, poniżej i powyżej
16-21	odruchy jw.	jw.
21-24	odruchy jw.	jw.

W ocenie słuchu u dzieci można stosować następujące rodzaje badań behawioralnych lub audiometrycznych:

- behawioralne badania orientacyjne,
- badania audiometryczne uwarunkowywane (wspomagane) bodźcem wzrokowym lub dotykowym,
- audiometrię zabawową.

Orientacyjne badania słuchu u noworodków

Celem tych badań jest ocena występowania takich odruchów, jak: odruch uszno-powiekowy, odruch budzenia, zahamowanie aktywności ruchowej w obecności bodźców dźwiękowych lub innych reakcji, jak przyspieszenie oddechu, ruchy gałek ocznych, pobudzenie ruchowe. W badaniach tych można stosować różnego rodzaju źródła dźwięku o intensywnościach ponadprogowych. Mogą to być gwizdki, dzwonki, czyniele, bęben oraz skalowane generatory szumu wąskopasmowego lub tonu modulowanego częstotliwościowo. Próg odruchu uszno-powiekowego zawiera się w granicach od 105 do 115 dB SPL w zakresie częstotliwości od 500 do 4000 Hz. Należy jednak podkreślić, że odruch ten może być wywołany przy takich samych poziomach u dzieci z uszkodzeniem słuchu typu ślimakowego, co oznacza

że nie w każdym przypadku obecność odruchu świadczy o normalnym słuchu dziecka. Próg odruchu budzenia bada się u dzieci podczas niezbyt głębokiego snu. Dzieci z prawidłowym słuchem budzą się przy poziomach w granicach 70-75 dB SPL.

Orientacyjne badania słuchu u niemowląt (powyżej 6 miesiąca życia)

W badaniach tych ocenia się reakcję zwracania się dziecka w kierunku, z którego nadawany jest dźwięk. Można wykorzystywać dźwięki powstające z potrząsania grzechotek, uderzania łyżeczką o kubek porcelanowy, zgniatania bibułki lub bodźce prezentowane z generatorów szumu wąskopasmowego albo tonu modulowanego częstotliwościowo.

Badania audiometryczne uwarunkowywane bodźcem wzrokowym – VRA

Badania te są przeznaczone dla dzieci w wieku od 1 do 2, a nawet 3 lat. Przebieg badania oparty jest na zasadzie: bodziec → reakcja → nagroda. Dziecko jest uwarunkowywane aby wykonywać motoryczną odpowiedź (zwrot głowy) w odpowiedzi na nadawany bodziec dźwiękowy. Dziecko nie lokalizuje dźwięku, tylko zwraca się na sygnał akustyczny w jednym kierunku. Reakcja odruchowa na dźwięk jest wzmacniana reakcją wzrokową przez ukazanie się podświetlonej ruchomej zabawki, która pokazuje się tylko wówczas, gdy dziecko reaguje zwrotem głowy na sygnał akustyczny. Po uwarunkowaniu badanie można przeprowadzić w swobodnym polu u dzieci powyżej 12 m.ż. lub przez słuchawki u dzieci starszych, nadając sygnały akustyczne w postaci tonów o częstotliwościach audiometrycznych lub szumów wąskopasmowych. Przy użyciu tej metody można wykreślać krzywe progowe przewodnictwa powietrznego i kostnego.

Audiometria z zastosowaniem dotykowego lub wzrokowego uwarunkowania instrumentalnego

Badania audiometryczne uwarunkowywane bodźcem dotykowym – TROCA lub wzrokowym – VROCA są pewnym rozwinięciem metody VRA i są przeznaczone dla dzieci opóźnionych, chociaż można je również stosować u dzieci z prawidłowym rozwojem.

TROCA (ang. *tangible reinforcement operant conditioning audiometry*) – audiometria przeznaczona dla dzieci powyżej 2 roku życia, u których nie można ocenić progu słyszenia metodą VRA. W badaniach tych dziecko uczone jest naciskania przycisku w odpowiedzi na sygnał akustyczny. Prawidłowa reakcja musi być wzmocniona nagrodą w postaci cukierka lub małej zabawki.

VROCA (ang. *visual reinforcement operant conditioning audiometry*) – w badaniach tych wymaga się od dziecka naciśnięcia odpowiedniego klawisza w odpowiedzi na pojawiający się sygnał akustyczny, po czym następuje pojawienie się nagrody, np. w postaci obrazka na ekranie monitora.

Audiometria zabawowa

Badanie to ma zastosowanie u dzieci w wieku 3-6 lat. Dziecko zostaje uwarunkowane, aby na sygnał akustyczny wrzucało do koszyczka kolorowy klocek lub piłeczkę. Po uwarunkowaniu tony audiometryczne są nadawane przez słuchawki. Przy użyciu tej metody wykreśla się krzywą progową przewodnictwa powietrznego i kostnego. Badanie musi się odbywać w przyjaznej atmosferze, a dziecko należy chwalić za prawidłowe reakcje.

2. Metody fizjologiczne

Metody fizjologiczne, które zaliczane są powszechnie do metod obiektywnych, odgrywają coraz większą rolę w wykrywaniu i ocenie wad słuchu u małych dzieci. Nie wymagają one aktywnego udziału dziecka 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-check*, 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 obecnie stosowanych w praktyce klinicznej 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 wykrywaniu zaburzeń słuchu u małych dzieci ma otoemisja akustyczna oraz metody elektrofizjologiczne, natomiast w ocenie wad słuchu audiometria impedancyjna oraz metody elektrofizjologiczne.

Audiometria impedancyjna

Podczas badania impedancji ucha środkowego do przewodu słuchowego zewnętrznego wkłada się niewielką sondę pomiarową, zawierającą miniaturowy mikrofon i słuchawkę, przez którą emitowany jest do ucha dźwięk o niskiej częstotliwości. W zależności od stanu ucha środkowego mniej lub więcej energii dźwięku emitowanego przez słuchawkę dociera za pomocą łańcucha kosteczek słuchowych do ucha wewnętrznego. Pomiar wielkości energii, która dotarła do ucha wewnętrznego, pozwala ocenić stan ucha środkowego.

Badanie audiometrią impedancyjną u małych dzieci powinno obejmować następujące testy:

- wyznaczenie tympanogramu,
- rejestrację odruchu mięśnia strzemiączkowego.

Badanie tympanometryczne powinno być wykonywane w trybie automatycznym w zakresie zmian ciśnienia w przewodzie słuchowym zewnętrznym od -400 do 200 daPa. Badanie odruchu mięśnia strzemiączkowego powinno się przeprowadzać przy stymulacji ipsi- i kontralateralnej dla bodźców tonalnych o częstotliwościach: 500, 1000, 2000 i 4000 Hz.

Otoemisja akustyczna

Podobnie jak w audiometrii impedancyjnej również w badaniu otoemisji akustycznej do przewodu słuchowego zewnętrznego wkłada się sondę pomiarową, która zawiera miniaturowy mikrofon i słuchawkę. Przez słuchawkę podawane są impulsy dźwiękowe oraz inne bodźce, natomiast mikrofon połączony ze wzmacniaczem rejestruje dźwięki emitowane przez ślimak, a ściślej mówiąc przez komórki słuchowe zewnętrzne.

W badaniach małych dzieci można stosować badanie otoemisji wywołanej trzaskiem (TEOAE) lub badanie produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka (DPOAE) w zakresie częstotliwości od 500 do 4000 Hz. 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. Metoda ta ma obecnie szerokie zastosowanie w badaniach przesiewowych słuchu u noworodków i niemowląt oraz może być pomocna w diagnostyce różnicowej w tych przypadkach, w których nie uzyskano słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu. Mogą to być przypadki zaburzeń pozaślimakowych słuchu, w tym również przypadki tzw. słuchowej neuropatii (ang. *auditory neuropathy*). Badanie otoemisji akustycznej powinno się wykonać w każdym przypadku braku odpowiedzi pnia mózgu, ale pod warunkiem, że tympanogram jest prawidłowy.

Audiometria odpowiedzi pnia mózgu

Wśród metod elektrofizjologicznych największe znaczenie w ocenie słuchu u małych dzieci mają obecnie 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 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.

Badanie słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu stosuje się u małych dzieci do wyznaczenia wielkości ubytku słuchu oraz do oceny przewodnictwa w nerwie słuchowym i pniu mózgu. Badanie ABR można stosować bez ograniczeń wiekowych.

W badaniach progu słyszenia za pomocą potencjałów pnia mózgu wskaźnikiem progu jest fala V. Badanie to przeprowadza się zazwyczaj za pomocą bodźców typu trzaski oraz krótkie tony w zakresie częstotliwości od 500 do 4000 Hz. Błąd oznaczenia progu słyszenia w badaniach ABR zazwyczaj nie przekracza 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.

Za pomocą słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu można różnicować uszkodzenie słuchu typu ślimakowego i pozaślimakowego na podstawie przebiegu wykresu funkcji latencja-natężenie fali V oraz wartości interwałów czasowych pomiędzy poszczególnymi falami zapisu.

IV. POSTĘPOWANIE DIAGNOSTYCZNE DLA DZIECI W RÓŻNYM WIEKU

Jest oczywiste, że w zależności od wieku dziecka i poziomu jego rozwoju psychoruchowego postępowanie diagnostyczne będzie różne, stąd zalecane metody będą różne. W tab. 2 zestawiono poszczególne rodzaje badań słuchu z podaniem przedziału wieku, w którym można je stosować, natomiast w tab. 3 zestawiono zalecane metody badań dla poszczególnych przedziałów wiekowych.

Tab. 2. Przedziały wieku życia dziecka, w których można wykonywać poszczególne rodzaje badań

Rodzaj badania	Przedział wieku
Audiometria odpowiedzi pnia mózgu	bez ograniczeń
Otoemisja akustyczna	bez ograniczeń
Audiometria impedancyjna	bez ograniczeń
Badania behawioralne (intensywność dźwięku 70-100 dB SPL)	
odruch uszno-powiekowy	od 0 do 48 miesiąca
odruch budzenia	od 0 do 24 miesiąca
odruch Moro	od 0 do 5 miesiąca
pobudzenie/zahamowanie aktywności ruchowej	od 0 do 4 miesiąca
płacz	od 3 do 10 miesiąca
Badania behawioralne (intensywność dźwięku 30-40 dB SPL)	
zwracanie się w kierunku źródła dźwięku w płaszczyźnie ucha	od 5 do 24 miesięcy
zwracanie się w kierunku źródła dźwięku w płaszczyźnie poniżej ucha	od 8 do 24 miesięcy
zwracanie się w kierunku źródła dźwięku w płaszczyźnie powyżej ucha	od 11 do 24 miesięcy
Audiometria wspomagana bodźcem wzrokowym lub dotykowym	od 1 do 3 lat
Audiometria zabawowa	od 3 do 4 lat
Audiometria słowna	od 3 roku

V. ZASADY POSTĘPOWANIA DIAGNOSTYCZNEGO

Niezależnie od tego, jak wyszukane stosujemy metody badań i jak dużym dysponujemy zestawem testów i aparatury, konieczne jest przestrzeganie w codziennej praktyce pewnych reguł i zasad. W 1991 r. Amerykańskie Stowarzyszenie Mowy, Języka i Słuchu (ASHA) opublikowało następujące ogólne zalecenia dotyczące postępowania diagnostycznego:

Tab. 3. Zalecane metody badań słuchu u dzieci w różnym wieku

Przedział wieku	Zalecane metody	Cel badania
od 0 do 4 miesięcy	otoemisja akustyczna	ocena stanu ślimaka
	słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu	ocena progów, określenie rodzaju zaburzeń słuchu
	audiometria impedancyjna	ocena stanu ucha środkowego
	metody behawioralne	orientacyjna ocena słuchu
od 5 miesięcy do 3 lat	słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu	ocena progów, określenie rodzaju zaburzeń słuchu
	audiometria impedancyjna	ocena stanu ucha środkowego
	otoemisja akustyczna	ocena stanu ślimaka
	metody behawioralne	orientacyjna ocena słuchu
od 4 do 5 lat	audiometria wspomagana bodźcem wzrokowym – VRA lub dotykowym – TROCA	ocena progów słyszenia
	audiometria zabawowa	ocena progów słyszenia
	audiometria słowna	ocena percepcji mowy ludzkiej
	audiometria impedancyjna	ocena stanu ucha środkowego
	słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu	ocena narządu słuchu u dzieci, u których istnieją odpowiednie wskazania do wykonania badania
powyżej 5 lat	otoemisja akustyczna	ocena stanu ślimaka w przypadkach, gdy występuje brak odpowiedzi ABR
	badania audiometryczne	określenie rodzaju i głębokości ubytku słuchu
	audiometria słowna	ocena percepcji mowy ludzkiej
	audiometria impedancyjna	ocena stanu ucha środkowego
	słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu	ocena narządu słuchu u dzieci, u których istnieją odpowiednie wskazania do wykonania badania
	otoemisja akustyczna	ocena stanu ślimaka w przypadkach, gdy występuje brak odpowiedzi ABR

- postępowanie audiologiczne powinno być indywidualizowane i prowadzone w sposób odpowiedni dla wieku dziecka,
- postępowanie diagnostyczne powinno umożliwiać niezależną ocenę każdego ucha,

- bodźce stosowane w badaniach powinny być specyficzne częstotliwościowo w stopniu umożliwiającym ocenę wielkości ubytku słuchu w funkcji częstotliwości,
- w celu oceny stanu ucha środkowego należy stosować ocenę progów słyszenia na drodze przewodnictwa kostnego oraz audiometrię impedancyjną.

Jednakże podstawową zasadą, którą należy stosować w diagnostyce słuchu u małych dzieci jest zasada *cross-check* zaproponowana przez Jamesa Jergera w 1976 r., w myśl której wyniki badania słuchu jedną z metod należy potwierdzać

wynikami innego badania. Chodzi tu nie tylko o badania słuchu różnymi metodami i porównanie ich wyników, ale również o potwierdzanie wyników badania tą samą metodą poprzez powtórne wykonanie badania w tym samym lub innym ośrodku. Stosowanie tej zasady umożliwia eliminowanie grubych błędów diagnostycznych oraz jest przydatne przy sprawdzaniu nowych metod diagnostycznych wprowadzanych do praktyki klinicznej.

Bibliografia

- Al-Mechaimed H. (1996). Hearing impairment among „at risk” children. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 34, 75-83.
- Arlinger S. (1989). Manual of practical audiometry. London: Taylor & Francis.
- Cremers C., van Riju P., Huygen P. (1994). The sex-ratio in childhood deafness, and analysis of the male predominance. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 30, 105-110.
- Domarecka - Malinowska. E. (1991). O ograniczeniach językowych uczniów głuchych. „Biuletyn Audiofonologii” 3, 57-62.
- Doyle K., Burggraaff B., Fujikawa S., Kim J. (1997). Newborn hearing screening auditory brainstem response. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 41, 111-119.
- Evan K., Tavill A., Goldberg A., Silverstein H. (1997). Sudden sensorineural hearing loss after general anesthesia for nonotologic surgery. „Laryngoscope” 107, 747-752.
- Fior R. (1995). What hearing does the child need to optimize its language development. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 32 suppl., 205-207.
- François M., Bonfils P., Warey P. (1992). Screening for neonatal and infant deafness in Europe. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 31, 175-182.
- Friedland D., Fahs M., Catalano J. (1994). A cost effectiveness analysis of the high risk register and auditory brainstem response. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 38, 115-130.
- Gravel J. (1989). Behavioral assessment of auditory function. „Semin. Hear.” 10, 217-228.
- Gravel J. S. (1994). Auditory assessment of infant. „Semin. Hear.” 15, 100-113.
- Hall J. W. III. (1992). Peripheral auditory assessment. W: Handbook of auditory evoked responses, Boston: Hall J.W. III. Allyn and Bacon, 346-384.
- Hayes D., Pashley N. (1991). Assessment of infants for hearing impairment. W: Diagnostic audiology. Ed. J. Jacobson, J. Northern. Austin: Pro-ed, 251-266.
- Kittrell A., Arjmand E. (1997). The age diagnosis of sensorineural hearing impairment in children. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 40, 97-106.
- Kochanek K. (2000). Ocena czułości słuchu za pomocą rejestracji słuchowych potencjałów wywołanych z pnia mózgu. W: Zarys audiologii klinicznej. Wyd. II rozsz. i popr. Red. A. Prusiewicz. Poznań: Wydawnictwa Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego, 282-287.
- National Institutes of Health Consensus Development Conference Statement (1993). Early identification of hearing impairment in infants and young children. 1-3 March 1993. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 27, 215-227.
- Northern J., Downs M. (1991). Hearing in children. Ed. J. Butler. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Parving A., Christensen B. (1992). Children younger than 4 years of age referred to an audiological department. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 23, 161-170.
- Parving A., Christensen B. (1996). Epidemiology of permanent hearing impairment in children in relation to costs of a hearing health surveillance program. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 34, 9-23.
- Parving A. (1993). Hearing disability in childhood a cross-sectional and longitudinal investigation of causative factors. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 27, 101-111.
- Parving A. (1992). Intervention and the hearing impairment child – an evaluation of outcome. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 23, 151-159.
- Prusiewicz A. (2000). Metody badania w wieku rozwojowym. W: Zarys audiologii klinicznej. Wyd. II rozsz. i popr. Red. A. Prusiewicz. Poznań: Wydawnictwa Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego, 282-287.
- Ruben R., Rapin I. (1980). Plasticity of the developing auditory system. „Ann. Otol. Rhinol. Laryngol.” 89, 303-311.
- Ruben R. (1993). Early identification of hearing impairment in infants and young children. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 27, 207-213.
- Silman S., Silverman C. (1991). Brainstem auditory-evoked potentials. W: Auditory diagnosis. Ed. S. Silman, C. Silverman. San Diego: Academic Press, 249-297.
- Sobieszkańska-Radoszewska Ł., Siedlecka H., Bralczyk T. (1992). Orientacyjne badania słuchu u noworodków. „Ped. Pol.” 7-8, 407-409.
- Sobieszkańska-Radoszewska Ł. (1973). Analiza przyczyn uszkodzeń słuchu u dzieci badanych w pierwszym roku życia. „Otolaryng. Pol.” 27, 4, 477-483.
- Sobieszkańska-Radoszewska Ł. (1997). Dziecko z wadą słuchu. Wykrywanie i ocena skuteczności rehabilitacji. „Med. Wiek. Rozwojowy” 3, 393-396.
- Sobieszkańska-Radoszewska Ł. (1977). Wartość kliniczna testów do orientacyjnego badania słuchu u niemowląt. „Otolaryng. Pol.” 21, 2, 127-132.
- Todd W. (1994). At-risk populations for hearing impairment in infants and young children. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 29, 11-21.
- Vartainen E., Kemppinen P., Karjalainen (1997). Prevalence and etiology of bilateral sensorineural hearing impairment in a Finnish childhood population. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 41, 175-185.
- Veen S., Sassen L., Schreuder M., Ens-Dokkum H., Verloove-Vanhorick P., Brand R., Grote J., Ruys H. (1993). Hearing loss in very preterm and very low birthweight infants at the age of 5 years in nation-wide cohort. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 26, 11-28.
- White K., Maxon A. (1995). Universal screening for infant hearing impairment simple, beneficial, and presently justified. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 32, 201-211.
- White K., Vohr B., Maxon A., Behrens T., McPherson M., Mank G. (1994). Screening all newborns for hearing loss using transient evoked otoacoustic emission. „Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.” 29, 203-217.
- Woynarowska B. (1990). Testy przesiewowe u dzieci i młodzieży w wieku przedszkolnym i szkolnym. Warszawa: Instytut Matki i Dziecka.