

Krzysztof Kochanek
Badania przesiewowe słuchu

Zasadniczym celem badań przesiewowych jest wyodrębnienie z danej populacji tych osób, u których występują określone schorzenia, np. zaburzenia słuchu. Badania przesiewowe prowadzi się w odniesieniu do tych schorzeń, które spełniają następujące kryteria: 1) częstość występowania schorzenia musi być znacząca, 2) nie wykrycie schorzenia niesie za sobą istotne konsekwencje dla osoby dotkniętej danym schorzeniem i dla społeczeństwa, 3) w przypadku wczesnego wykrycia schorzenia istnieją efektywne metody terapeutyczne i rehabilitacyjne, 4) korzyści wynikające z wczesnego wykrycia schorzenia i wczesnej terapii powinny przewyższać wszelkie nakłady związane z prowadzeniem badań, terapii i rehabilitacji, 5) metody i procedury badań przesiewowych powinny charakteryzować się wysoką czułością i powtarzalnością, powinny być łatwe w realizacji oraz muszą być akceptowane przez osoby, u których będą prowadzone badania.

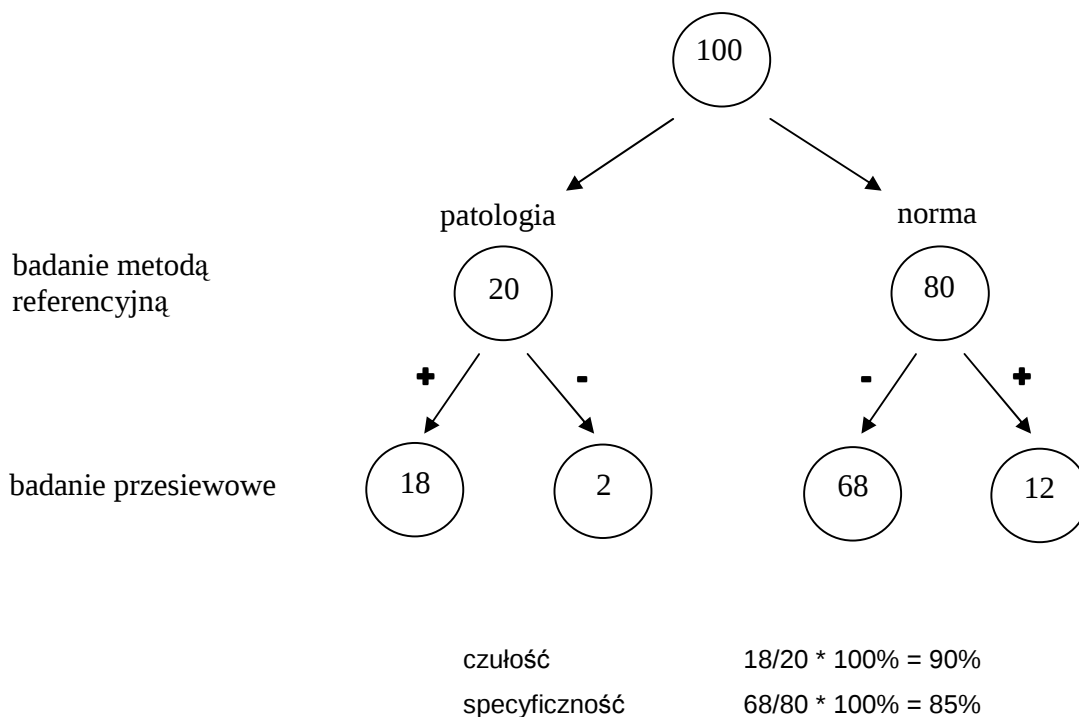
Wymienione powyżej kryteria spełniają programy badań przesiewowych słuchu, w szczególności w odniesieniu do wrodzonych zaburzeń słuchu u noworodków oraz u małych dzieci z wysiękowym zapaleniem ucha środkowego. Należy podkreślić, że częstość wrodzonych wad słuchu jest znacznie wyższa niż innych wad wrodzonych. Np. w odniesieniu do fenyloketonurii, której wykrywanie jest objęte programem badań przesiewowych, wady wrodzone słuchu występują prawie 20-krotnie częściej. Powszechnie wiadomo, że późne wykrycie, a co za tym idzie opóźniona terapia i rehabilitacja wrodzonych zaburzeń słuchu niosą negatywne skutki w odniesieniu do rozwoju języka i mowy, rozwoju emocjonalnego i poznawczego, a w konsekwencji również w odniesieniu do wyników nauczania na wszystkich poziomach. Dość poważne skutki niesie również opóźnione wykrycie wysiękowego zapalenia ucha środkowego u małych dzieci. Podobnie jak w wadach wrodzonych, korzyści wynikające z wczesnej interwencji u dzieci z wysiękowym zapaleniem ucha środkowego przewyższają nakłady poniesione na realizację programów przesiewowych, co uzasadnia potrzebę ich prowadzenia.

Nowoczesne metody terapeutyczne, chirurgiczne i środki techniczne wspomagające uszkodzony słuch pozwalają, w przypadku wczesnego wykrycia wady słuchu, nieść efektywną pomoc gwarantującą znacznie lepszy rozwój języka i mowy oraz ogólny rozwój dziecka w porównaniu z dziećmi, u których rozpoznanie wady słuchu zostało opóźnione [Yoshinaga-Itano, 1998, 2003]. Badania przeprowadzone przez Yoshinaga-Itano, które jednoznacznie pokazały, że rozpoczęcie rehabilitacji zaburzeń słuchu przed 6 miesiącem życia, niezależnie od wielkości niedosłuchu, daje znacznie lepsze efekty rozwoju języka i mowy niż u dzieci, u których ten proces został opóźniony stanowią niezwykle ważny impuls dla rozwoju i wdrażania do praktyki klinicznej programów badań przesiewowych.

W praktyce nie istnieje idealny test przesiewowy, który w 100% wykryje wszystkie osoby z określonym schorzeniem i jednocześnie nie zakwalifikuje żadnej osoby zdrowej jako chorej. W badaniach przesiewowych uzyskuje się zarówno wyniki – „dodatnie” (ang. positive results) jak i „ujemne” (ang. false results). Wynik „dodatni” oznacza wykrycie określonego schorzenia, co ma miejsce w przypadku nieprawidłowego wyniku badania przesiewowego, natomiast wynik „ujemny”, brak schorzenia, co ma miejsce w przypadku prawidłowego wyniku testu przesiewowego. Wśród wyników dodatnich możemy otrzymać zarówno wyniki „prawdziwie dodatnie” (ang. true positive), jak i „fałszywie dodatnie” (ang. false positive) . Podobnie w grupie

wyników ujemnych mogą wystąpić wyniki „prawdziwie ujemne” (ang. true negative) oraz „fałszywie ujemne” (ang. false negative). Wyniki „prawdziwie dodatnie” dotyczą osób z patologią, u których wynik testu przesiewowego był dodatni, natomiast wyniki „fałszywie dodatnie” dotyczą osób zdrowych, u których wynik testu przesiewowego był nieprawidłowy (osoba zdrowa została niesłusznie zakwalifikowana do grupy osób chorych). Wyniki „prawdziwie ujemne” dotyczą osób zdrowych, natomiast „fałszywie ujemne” (ang. false negative) osób z patologią, u których otrzymano ujemny wynik test przesiewowego (osoba ze schorzeniem została zakwalifikowana niesłusznie do grupy osób zdrowych).

W praktyce pewien procent osób z danym schorzeniem pozostaje zazwyczaj niewykryty (wyniki fałszywie ujemne), a część osób zdrowych zostaje zakwalifikowana niesłusznie do grupy osób chorych (wyniki fałszywie dodatnie). Miarami, które określają kliniczną użyteczność testu przesiewowego są jego czułość i specyficzność. Czułość testu przesiewowego jest to procent poprawnie wykrytych patologii (iloraz wyników prawdziwie dodatnich i liczby osób z patologią), natomiast specyficzność testu oznacza procent poprawnie wykrytych osób zdrowych (iloraz wyników prawdziwie ujemnych i liczby osób zdrowych).



Rys. 1. Schemat wyznaczania czułości i specyficzności testu przesiewowego.

W praktyce klinicznej czułość i specyficzność testu przesiewowego słuchu określa się w następujący sposób (rys. 1). W pierwszym etapie za pomocą metody referencyjnej (tzw. gold standard) wyodrębniamy grupy osób z zaburzeniami słuchu oraz osób normalnie słyszących. Jeżeli test przesiewowy ma wykrywać osoby z ubytkami słuchu to standardową metodą referencyjną jest progowe badanie audiometryczne. W przykładzie prezentowanym na rys. 1 cała populacja osób normalnie słyszących i z zaburzeniami słuchu wynosiła 100 osób, z czego na podstawie audiogramu do grupy osób z zaburzeniami słuchu zakwalifikowano 20 osób, a do grupy osób normalnie słyszących 80 osób. W drugim etapie przeprowadzono badanie przesiewowe, które w prezentowanym przykładzie wykazało, że w grupie patologii znajduje się 18 wyników prawdziwie dodatnich oraz 2 wyniki fałszywie ujemne. W grupie osób o słuchu normalnym otrzymano 68 wyników prawdziwie ujemnych oraz 12 fałszywie dodatnich. Na podstawie otrzymanych wyników wyznaczono czułość testu przesiewowego, która wynosiła 90% (18/20), oraz jego specyficzność, która wynosiła 85% (68/80). Otrzymane wyniki pokazały zatem, że w 90% przypadków test przesiewowy właściwie rozpoznał osoby z zaburzeniami słuchu, natomiast w 10% przypadków test nie wykrył osób z zaburzeniami słuchu. Osoby normalnie słyszące zostały rozpoznane poprawnie w 85% przypadków, ale w 15% przypadków osoby normalnie słyszące zostały błędnie zakwalifikowane jako osoby z zaburzeniami słuchu.

		patologia	norma		
		20	80		
test przesiewowy	wynik dodatni	18 czułość - 90%	12 fałszywie dodatnie - 15%	30	
	wynik ujemny	2 fałszywie ujemne - 10%	68 specyficzność - 85%	70	

Rys. 2. Matryca decyzyjna z wynikami testu przesiewowego.

Wyniki badań przesiewowych można przedstawić również w formie tzw. matrycy decyzyjnej (rys. 2), w którą wpisuje się wyniki testu przesiewowego w grupach patologii i normy. Z danych zawartych w tablicy łatwo można wyznaczyć czułość i specyficzność testu przesiewowego oraz procent wyników fałszywie dodatnich i fałszywie ujemnych. W prezentowanym przykładzie pierwszy rodzaj wyników występował w 15%, natomiast drugi w 10%. Bardzo istotnym wskaźnikiem efektywności testu przesiewowego jest dodatnia wartość predykcyjna – PPV (ang. positive predictive value), która pokazuje jaki procent osób z wynikami dodatnimi, a więc tych, które nie przeszły przez sito badań przesiewowych, ma w rzeczywistości zaburzenia słuchu. Dodatnią wartość pedykcyjną wyznacza się jako iloraz wyników prawdziwie dodatnich i całkowitej liczby wyników dodatnich. W przedstawionym przykładzie dodatnia wartość predykcyjna wynosi 60% (18/30). Liczba ta wskazuje, że tylko 60% osób, z dodatnim wynikiem

badania przesiewowego ma w rzeczywistości zaburzenia słuchu. Zatem wśród wyników dodatnich w 40% to wyniki błędne, co oznacza tak duży procent osób z dodatnim wynikiem badania przesiewowego zostanie skierowanych niepotrzebnie na badania diagnostyczne.

Z punktu widzenia konieczności wykrycia jak największej liczby przypadków patologii czułość testu powinna być jak największa, ale nie może to się odbywać kosztem znacznego zaniżenia specyficzności testu. Niska specyficzność testu daje bowiem dużą liczbę wyników fałszywie dodatnich, co w praktyce przekłada się na konieczność wykonania dużej liczby niepotrzebnych badań diagnostycznych u osób z prawidłowym słuchem, które zostały błędnie zakwalifikowane na podstawie wyniku testu przesiewowego do grupy osób z zaburzeniami słuchu. To w oczywisty sposób zwiększa koszty całego programu przesiewowego. Zatem ustalenie optymalnych kryteriów rozstrzygających o prawidłowych i nieprawidłowych wynikach badań przesiewowych jest bardzo istotne dla czułości i specyficzności testu i jego efektywności klinicznej i ekonomicznej.

Badania przesiewowe słuchu u noworodków

Jak wspomniano powyżej wysoka częstość występowania wrodzonych zaburzeń słuchu u noworodków (od 2 do 5 na 1000 urodzeń) w porównaniu z innymi wadami wrodzonymi oraz korzyści płynące z wczesnego wykrycia zaburzeń słuchu i wdrożenia postępowania diagnostycznego, terapeutycznego oraz rehabilitacyjnego sprawiają, że obecnie nie podważa się już potrzeby prowadzenia badań przesiewowych u noworodków, a idea ta zapoczątkowana kilkadziesiąt lat temu przez amerykańskiego audiologa – Marion Downs, znajduje sobie coraz więcej zwolenników na całym świecie. W Polsce osobami zasłużonymi dla propagowania idei badań przesiewowych słuchu u małych dzieci w latach 80-tych i w początkach lat 90-tych poprzedniego stulecia były niewątpliwie M. Góralówna i Ł. Sobieszkańska, których inicjatywa została w latach 90-tych XX wieku podjęta i rozwinięta przy wykorzystaniu nowoczesnych metod i narzędzi do badań przesiewowych przez zespoły z różnych rejonów Polski skupione wokół organizatora tych badań – H. Skarżyńskiego. Na początku XXI wieku (2002 r.) idea ta doczekała się wreszcie możliwości powszechnego wdrożenia w Polsce dzięki środkom społecznym zebranych na ten cel przez Fundację - Wielką Orkiestrę Świątecznej Pomocy.

Powszechnie wiadomo, że większość wrodzonych zaburzeń słuchu ujawnia się już w okresie noworodkowym, chociaż w niektórych przypadkach zaburzenia te mogą ujawnić się w okresie późniejszym. Nie można zatem oczekiwać, że nawet w przypadku znakomicie realizowanego programu badań przesiewowych u noworodków wykryje się wszystkie przypadki wrodzonych zaburzeń słuchu. W odniesieniu do dzieci, które posiadają określone czynniki ryzyka badania należy kontynuować przynajmniej do 3 roku życia (w odstępach sześciomiesięcznych). W ten sposób zapewnia się możliwość wykrycia nie tylko wad wrodzonych, które ujawniają się już w okresie noworodkowym, ale również tych przypadków, w których moment pojawienia się niedosłuchu może być opóźniony.

Tabela I. Lista czynników ryzyka uszkodzenia słuchu u noworodków

1.	Obciążający wywiad rodzinny wskazujący na możliwość występowania odbiorczego uszkodzenia słuchu o podłożu genetycznym.
2.	Zakażenia z grupy TORCH u ciężarnej lub u dziecka.
3.	Nieprawidłowości w budowie ucha lub twarzoczaszki.
4.	Wysoka bilirubina wymagająca transfuzji wymiennej.
5.	Niska waga urodzeniowa (poniżej 1500 g).
6.	Zapalenie opon mózgowo-rdzeniowych.
7.	Niska punktacja Apgar: 0-3 pkt. w 5 min., 0-6 pkt. w 10 min.
8.	Niewydolność oddechowo-kръżeniowa (mechaniczna wentylacja dłuższa niż 10 dni).
9.	Podawanie leków ototoksycznych (aminoglikozydów) w połączeniu z diuretykami pętlowymi.
10.	Obecność cech związanych z zespołami genetycznymi, które mogą współistnieć z odbiorczymi lub przewodzeniowymi zaburzeniami słuchu.

Badania przesiewowe słuchu u noworodków można prowadzić zasadniczo dwoma modelami – modelem dla dzieci z grupy ryzyka oraz modelem powszechnym. Każdy z tych modeli ma swoje zalety i wady. Pomimo, że określono dość precyzyjny zestaw czynników, które predysponują do wystąpienia wrodzonych zaburzeń słuchu (tabela I) to jednak badania przesiewowe prowadzone w oparciu o kwestionariusze wysokiego ryzyka uszkodzenia słuchu pozwalają wykryć zaledwie ok. 50% dzieci z wrodzonymi zaburzeniami słuchu. Częstość występowania czynników ryzyka w okresie noworodkowym wynosi zazwyczaj od 6 do 8%. Czynniki ryzyka, które predysponują do wystąpienia z pewnym opóźnieniem wrodzonych zaburzeń odbiorczych lub przewodzeniowych są: obciążający wywiad rodzinny wskazujący na występowanie zaburzeń słuchu we wczesnym dzieciństwie, zakażenia z grupy TORCH, obecność neurofibromatozy typu II, choroby neurodegeneracyjne (np. ataksja Friedreicha, zespół Charcot-Marie-Tooth), nawracające lub utrzymujące się przed dłuższy czas wysiękowe zapalenie ucha oraz anomalie i schorzenia, które predysponują do zaburzeń funkcji trąbki słuchowej. Wiadomo, że jedynie programy powszechnych badań przesiewowych w połączeniu z badaniami kontrolnymi słuchu u dzieci, które należą do grupy ryzyka, dają możliwość wykrycia większości wrodzonych zaburzeń słuchu. Dlatego aktualnie lansuje się na całym świecie ideę wykrywania wrodzonych zaburzeń słuchu za pomocą programów powszechnych badań przesiewowych połączonych z oceną obecności czynników ryzyka i badaniami kontrolnymi dzieci, które wykazują obecność przynajmniej 1 czynnika. Wdrożenie programu powszechnych badań przesiewowych do praktyki klinicznej można uznać za skuteczne jeżeli badaniami obejmuje się min. 95% populacji noworodków i jeżeli zasadnicze miary opisujące skuteczność programu jak jego czułość,

specyficzność i dodatnia wartość predykcyjna są na odpowiednim, uznanym poziomie.

Powszechne badania przesiewowe są jedyną drogą prowadzącą skutecznie do znacznego obniżenia średniego wieku dziecka, w którym rozpoznaje się i potwierdza zaburzenia słuchu. Powszechne badania przesiewowe słuchu u noworodków pozwalają zdiagnozować w pierwszych 3 miesiącach życia ok. 70% dzieci z zaburzeniami słuchu, a ok. 90% dzieci w pierwszych 5 miesiącach życia [Mehl, 2002]. W krajach, w których nie prowadzi się powszechnych badań przesiewowych słuchu u noworodków w dalszym ciągu wrodzone zaburzenia słuchu wykrywa się dopiero w wieku 18-24 miesięcy. Aktualnie, najbliższej praktycznej realizacji powszechnych badań przesiewowych słuchu u noworodków na szeroką skalę są m.in. takie kraje jak: USA, Wielka Brytania, Szwajcaria, Belgia, Holandia oraz Polska. Z danych z kwietnia 2004 roku (www.infanthearing.org/status/unhsstate.html) wynika, że w 35 stanach w USA badaniami przesiewowymi słuchu u noworodków objętych jest ponad 95% dzieci. W niektórych stanach badaniami obejmuje się prawie 100% populacji noworodków, np. w stanie Indiana odsetek ten wynosi 99,9%. W Wielkiej Brytanii badaniami przesiewowymi objętych jest obecnie ponad 30 % dzieci, a wdrożenie programu badań przesiewowych na terenie całego kraju przewiduje się do końca 2005 roku. Niewątpliwie do czołówki krajów realizujących praktycznie ideę badań przesiewowych słuchu u noworodków można zaliczyć również Polskę. W połowie roku 2004 badaniami przesiewowymi objęto 98,8% noworodków. Zapewne duże znaczenie dla dalszej skutecznej realizacji badań przesiewowych słuchu u noworodków w Polsce może mieć również rozporządzenie Ministra Zdrowia dotyczące obowiązku prowadzenia badań przesiewowych u dzieci w różnym wieku, które ukazało się 10 lipca 2003 roku.

W powszechnych badaniach przesiewowych słuchu u noworodków stosowane są aktualnie wyłącznie metody obiektywne - otoemisja akustyczna (OAE) i słuchowe potencjały wywołane pnia mózgu (ABR). Prowadzone są również badania nad możliwością wykorzystania słuchowych potencjałów stanu ustalonego – ASSR (ang. auditory steady state responses). Metoda OAE umożliwia zbadanie obwodowej części narządu słuchu (ucho środkowe i ślimak) natomiast metoda ABR dodatkowo czynności bioelektrycznej nerwu słuchowego i pnia mózgu. Obie metody są nieinwazyjne i łatwe w codziennym stosowaniu. Po odpowiednim przeszkoleniu badania za pomocą obu metod mogą być wykonywane przez personel pielęgniarski oddziałów noworodkowych.

Metoda otoemisji akustycznej bazuje na rejestracji cichego sygnału akustycznego, który generowany jest w ślimaku przez komórki słuchowe zewnętrzne. Czującą sondę mikrofonową umieszcza się w przewodzie słuchowym zewnętrznym. W badaniach przesiewowych słuchu u noworodków stosowane są głównie otoemisje wywoływane trzaskiem - CEOAE (ang. click evoked otoacoustic emissions) oraz dwutonami (dwa tony o różnych częstotliwościach prezentowane jednocześnie), które umożliwiają rejestrację produktów zniekształceń nieliniowych ślimaka – DPOAE (ang. distortion product otoacoustic emissions). W badaniach CEOAE intensywność trzasku wynosi zazwyczaj 75-85 dB SPL. W badaniach DPOAE nie opracowano jak dotąd standardowej procedury, ale w większości przypadków intensywności tonów L1 i L2 wynoszą odpowiednio 65 i 59 dB SPL lub 65 i 55 dB SPL. W metodzie tej otoemisja mierzona jest zazwyczaj dla częstotliwości 2000, 3000 i 4000 Hz. W obu metodach w analizie wyników zaleca się stosowanie wielkości odstepu sygnału od szumu większego niż 5-6 dB. Otoemisje akustyczne występują prawie w 100% uszu normalnie słyszących i za pomocą tego badania mogą być wykrywane ubytki słuchu większe od 30-35 dB HL. Programy przesiewowe z zastosowaniem otoemisji prowadzone są najczęściej dwuetapowo. Jeżeli dziecko uzyska wynik

dotadni w pierwszym badaniu to wykonuje się kolejne badanie zanim dziecko opuści szpital. Liczba dzieci z dodatnimi wynikami waha się w różnych programach od 1,5 do 15% (średnio ok. 8%) i jest to zapewne m.in. wynik zróżnicowanego doświadczenia zespołów realizujących badania oraz warunków, w których wykonywane są pomiary. Badania otoemisji są aktualnie zautomatyzowane i jeżeli dziecko jest spokojne to czas pomiaru wynosi od kilkunastu do kilkudziesięciu sekund.

Metoda słuchowych potencjałów wywołanych pnia mózgu polega na rejestracji potencjałów bioelektrycznych powstających w nerwie słuchowym i pniu mózgu na skutek akustycznej stymulacji krótkotrwałymi bodźcami. Najczęściej w badaniach ABR stosuje się bodziec typu trzask, który pobudza efektywnie zakres częstotliwości od 2000 do 4000 Hz. Elektrody pomiarowe umieszczone są na płatkach usznych lub wyrostkach sutkowych oraz na czole dziecka. Metoda ta cechuje się bardzo wysoką czułością i specyficznością (powyżej 95%), a odsetek dzieci z dodatnimi wynikami badań przesiewowych jest bardzo niski (b. często poniżej 1%). Czas badania, w zależności od tego czy badanie jest wykonywane w trybie automatycznym dla 1 poziomu bodźca (najczęściej 35 dB nHL), czy w trybie ręcznym (dla kilku intensywności) waha się od kilkudziesięciu sekund do kilkunastu minut. Niewątpliwie zaletą badania ABR jest fakt, że testuje ono zarówno obwodową jak i pniową część układu słuchowego.

W wielu programach obie metody stosuje się alternatywnie, przy czym aktualnie zaleca się stosowanie dwustopniowego modelu z wykorzystaniem obu metod. Taki model wdrażany jest w Anglii i jest stosowany również w innych krajach. Jako pierwsze wykonuje się badanie otoemisji akustycznej. W przypadku uzyskania dodatniego wyniku jako drugie w kolejności wykonuje się badanie ABR. Analiza efektywności różnych modeli badań przesiewowych wykazuje, że właśnie ten model jest najbardziej optymalny z ekonomicznego i praktycznego punktu widzenia. Liczba dzieci z dodatnim wynikiem badania przesiewowego waha się w tym modelu od 0,3 do 1 %. W przypadku dzieci przebywających na oddziałach patologii noworodka, u których występuje duże ryzyko występowania zaburzeń pozaślimakowych, niezależnie od wyniku otoemisji akustycznej powinno się wykonywać badanie ABR. W przypadku programów przesiewowych opartych wyłącznie na pomiarach otoemisji istnieje ryzyko niewykrycia wrodzonych zaburzeń słuchu związanych z obecnością neuropatii słuchowej. Wg najnowszych szacunków tego typu zaburzenia słuchu mogą stanowić nawet 10 % wszystkich odbiorczych, wrodzonych zaburzeń słuchu. Warto zwrócić również uwagę na fakt, że niezależnie od wyniku badania przesiewowego istnieje konieczność wykonywania kontrolnych badań słuchu w kolejnych miesiącach u dzieci z grupy ryzyka, u których istnieje możliwość pojawienia się zaburzeń słuchu w okresie późniejszym. Dlatego u każdego dziecka wypełniany jest kwestionariusz wysokiego ryzyka uszkodzenia słuchu.

Jak wiadomo badanie przesiewowe noworodków inicjuje cały proces, który w efekcie ma doprowadzić do wdrożenia wczesnej diagnostyki (w 3 miesiącu życia) oraz rehabilitacji słuchu (przed upływem 6 miesiąca życia). Te trzy etapy składają się w sumie na program wczesnej interwencji słuchowej, który jest ogromnym wyzwaniem dla wszystkich grup zawodowych zaangażowanych w cały proces wczesnej identyfikacji i rehabilitacji zaburzeń słuchu. Niewątpliwie od zaangażowania rodziców i pediatrów oraz lekarzy pierwszego kontaktu zależy w dużym stopniu efektywność etapu diagnostyki. Na tym etapie niezwykle istotne jest zapewnienie wysokiej zgłaszalności rodziców z dziećmi, zarówno tych które uzyskały dodatni wynik testu przesiewowego jak i tych z grupy ryzyka uszkodzenia słuchu. Przy braku aktywnej postawy rodziców i lekarzy odsetek dzieci, które docierają do etapu diagnostyki waha się od 50

do 70%, co znacznie obniża skuteczność modelu powszechnego. Przy zapewnieniu optymalnej współpracy pomiędzy rodzicami i lekarzami odsetek ten często sięga prawie 100%.

Ważnym aspektem badań przesiewowych słuchu jest ich efektywność ekonomiczna. Niewątpliwie w krótkoterminowej ocenie znacznie bardziej efektywny jest program badań przesiewowych dla noworodków z grupy ryzyka. Ponieważ czynniki ryzyka występują zazwyczaj u 6-8% noworodków, to w porównaniu z całą populacją, która jest badana w modelu powszechnym oznacza to bardzo niewielką liczbę badań które należy wykonać. Zatem koszty obsługi programu są znacznie niższe niż w modelu powszechnym. Jeżeli do kosztów badań przesiewowych doliczy się koszty badań diagnostycznych to okazuje się, że efektywność ekonomiczna programu badań przesiewowych dla dzieci z grupy ryzyka jest kilkanaście razy większa niż programu powszechnego. Niewątpliwie koszty obsługi programu w grupie ryzyka są znacznie mniejsze niż w modelu powszechnym, ale należy pamiętać, że model ten pozwala wykryć zaledwie ok. połowę dzieci z wrodzonymi zaburzeniami słuchu. Jeżeli zasadniczym celem programu przesiewowego jest bardzo wczesne wykrycie wad wrodzonych i zainicjowanie wczesnej pomocy terapeutycznej i rehabilitacyjnej u maksymalnej liczby dzieci z wrodzonymi zaburzeniami słuchu to doraźne oszczędności ekonomiczne będące skutkiem wyboru modelu dla dzieci z grupy ryzyka nie mogą być kluczowym argumentem przy wyborze modelu do upowszechniania. Dlatego model badań przeznaczony dla dzieci z grupy ryzyka powinien być stosowany jedynie jako etap przejściowy na drodze do wprowadzenia modelu powszechnego. Połączenie obu modeli zapewnia największą efektywność kliniczną programów wczesnej interwencji słuchowej.

Literatura zalecana

Hall III J. W., Mueller G. H. (1997) *Audiologists' desk reference v. I Diagnostic audiology, procedures, and practices*, San Diego, Singular Publishing Group

Hall III J. W. (2000) *Handbook of otoacoustic emissions*, San Diego, Singular Publishing Group

Keren R., Helfand M., Homer C., McPhillips H., Lieu T. (2002) Projected cost-effectiveness of statewide universal newborn hearing screening. *Pediatrics*, 110 (5), 855-864.

Mehl A. L., Thomson V. (2002) The Colorado newborn hearing screening project, 1992-1999: on the threshold of effective population-based universal newborn hearing screening. *Pediatrics*, 109 (1), E7.

Musiek F. E., Rintelmann W. F. (1999) *Contemporary perspectives in hearing assessment*, Boston, Allyn and Bacon.

Yoshinaga-Itano C., Sedey A. L., Coulter D. K., Mehl A. L. (1998) Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*, 102, 5, 1161-1171.

Yoshinaga-Itano C. (2003) Early intervention after universal neonatal hearing screening: impact on outcomes. *Mental Retardation & Developmental Disabilities Research Reviews*. 9, 252-266.

Joint Committee on Infant Hearing. Year 2000 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs [special article]. *Pediatrics*.2000; 106 :798 – 817.