

Julia Krystyna Dominowska<sup>1</sup>, Mateusz Cybulski<sup>2</sup>, Elżbieta Krajewska-Kułak<sup>2</sup>

## Profilaktyka niedosłuchu u dzieci do 7. roku życia

### Prevention of hearing loss in children up to 7 years of age

<sup>1</sup>Absolwentka Wydziału Nauk o Zdrowiu Uniwersytetu Medycznego w Białymstoku, Białystok, Polska. Dziekan: prof. dr hab. n. med. Sławomir J. Terlikowski

<sup>2</sup>Zakład Zintegrowanej Opieki Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Białystok, Polska. Kierownik: prof. dr hab. n. med. Elżbieta Krajewska-Kułak

Adres do korespondencji: Mateusz Cybulski, Zakład Zintegrowanej Opieki Medycznej, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, ul. Marii Skłodowskiej-Curie 7 A, 15-096 Białystok, tel.: +48 85 686 51 03, e-mail: mateusz.cybulski@umb.edu.pl

<sup>1</sup>Graduate of the Faculty of Health Sciences, Medical University of Białystok, Białystok, Poland. Dean of the Faculty: Professor Sławomir J. Terlikowski, MD, PhD

<sup>2</sup>Department of Integrated Medical Care, Medical University of Białystok, Białystok, Poland. Head of the Department: Professor Elżbieta Krajewska-Kułak, MD, PhD

Correspondence: Mateusz Cybulski, Department of Integrated Medical Care, Medical University of Białystok, Marii Skłodowskiej-Curie 7 A, 15-096 Białystok, Poland, tel.: +48 85 686 51 03, e-mail: mateusz.cybulski@umb.edu.pl

#### Streszczenie

Niedosłuch można klasyfikować na podstawie różnych kryteriów. Każde z nich dostarcza informacji na temat pochodzenia niedosłuchu, jak również charakteryzuje go pod kątem cech istotnych dla profilaktyki, diagnostyki i leczenia. Głównymi kryteriami podziału są etiologia, lokalizacja, wiek wystąpienia i głębokość ubytku słuchu. Niedosłuch jest obecnie bardzo ważnym problemem społecznym i jednym z najczęstszych zaburzeń rozwojowych. Wada słuchu nierzadko występuje już w momencie narodzin. Statystyki pokazują, że 2–3 dzieci na 1000 rodzi się z tym zaburzeniem, dlatego tak istotna jest profilaktyka, która pozwala uniknąć niedosłuchu lub przynajmniej zniwelować jego oddziaływanie w dalszym życiu jednostki. W artykule opisano różne klasyfikacje niedosłuchu u dzieci. Celem pracy było zaprezentowanie działań zapobiegających wystąpieniu wad słuchu u dzieci do 7. roku życia, a metoda badawcza polegała na analizie piśmiennictwa z lat 1998–2014. Aby zminimalizować ryzyko niedosłuchu w omawianej grupie wiekowej, najlepiej zastosować profilaktykę I fazy, która obejmuje działania podejmowane przez przyszłe matki. Najbardziej rozpowszechniona i skuteczna jest profilaktyka II fazy (Program Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków). W ramach profilaktyki III fazy w przypadku niedosłuchu u dzieci możliwe są zaaparatowanie lub zaimplantowanie. Działaniem mniej inwazyjnym – jednak nie zawsze wystarczającym – jest unikanie infekcji ucha.

**Słowa kluczowe:** zaburzenia słuchu, niedosłuch, dzieci, audiologia, profilaktyka

#### Abstract

Hearing impairment can be classified based on various criteria. Each of these criteria provides information on the cause as well as characterises the impairment in terms of parameters needed for prevention, diagnosis and further treatment. The main criteria for the classification of hearing disorders include aetiology, location, age of onset and the depth of hearing loss. Hearing impairment is currently a very important social problem and one of the most common developmental disorders. Hearing impairment often occurs at birth. Statistics show that 2–3 children per 1,000 births are affected by the disorder, therefore prevention is essential. It allows to prevent hearing loss, or at least reduce its impact on the further life of an individual. This paper describes the classification of hearing impairment in children. The aim was to present measures for the prevention of hearing defects in children up to seven years old. The used research method was a 1998–2014 literature review. Phase 1 prevention, which includes activities undertaken by expectant mothers, should be used to prevent the risk of hearing impairment in children in this age group. Phase 2 prevention (the Universal Neonatal Hearing Screening) is the most common and effective strategy. Phase 3 prevention in children with hearing impairment involves the use of a hearing aid or implant. Avoiding ear infections is a less invasive, although sometimes insufficient, method.

**Key words:** hearing impairment, children, audiology, prevention

## KLASYFIKACJE NIEDOSŁUCHU

**N**iedosłuch można klasyfikować na podstawie różnych kryteriów. Każde z nich dostarcza informacji na temat pochodzenia niedosłuchu, jak również charakteryzuje go pod kątem cech istotnych dla profilaktyki, diagnostyki i leczenia. Głównymi kryteriami podziału podawanymi w literaturze<sup>(1)</sup> są etiologia, lokalizacja, wiek wystąpienia i głębokość ubytku słuchu.

Na podstawie kryterium etiologii (pochodzenia) wyróżnia się niedosłuch o podłożu dziedzicznym, wrodzonym oraz nabytym<sup>(2)</sup>.

Niedosłuch dziedziczny, czyli genetyczny, to najczęstsza postać niedosłuchu u dzieci (około 50–60% przypadków). Zaburzenie to może wystąpić jako jedyne schorzenie pacjenta – wtedy nazywane jest izolowanym. Jednak w około 30% przypadków niedosłuch o podłożu genetycznym jest sprzężony z innymi wadami – wówczas miano syndromicznego<sup>(1)</sup>. Wyróżnia się także ponad 400 zespołów genetycznych, w których niedosłuch występuje jako zaburzenie towarzyszące. Przykładami są tutaj zespół Pendreda, zespół skrzelowo-uszno-nerkowy (*branchio-oto-renal syndrome*, BOR), zespół Ushera i zespół Treachera Collinsa<sup>(1)</sup>.

Wrodzone zaburzenie słuchu jest zazwyczaj konsekwencją chorób matki, nabytych przez dziecko w okresie prenatalnym. Należą do nich m.in. zakażenie TORCH (T – *toxoplasmosis*, toksoplazmoza; O – *other*, inne; R – *rubella*, różyczka; C – *cytomegalovirus*, cytomegalowirus; H – *herpes simplex virus*, wirus opryszczki)<sup>(2)</sup>.

Zakażenie cytomegalowirusem (CMV) jest jednym z najczęstszych zakażeń wewnątrzmacicznych i może dotyczyć 0,64–0,7% noworodków na całym świecie. Cytomegalia wrodzona stanowi przyczynę niedosłuchu u około 10–15% dzieci zakażonych. Zwykle zaburzenie to występuje obustronnie, a ubytek słuchu obejmuje wysokie częstotliwości<sup>(3)</sup>. Duży odsetek zakażeń cytomegalowirusem wśród noworodków nie jest wykrywany podczas badań przesiewowych, co wynika ze zmienności stopnia niedosłuchu (od średniego do głębokiego)<sup>(4)</sup>.

Również inne choroby matki, takie jak kiła, świnka, choroba Heinego–Medina, ciężkie schorzenia nerek lub cukrzyca, mogą być podłożem niedosłuchu u noworodka<sup>(5)</sup>. Wśród czynników ototoksycznych, które silnie oddziałują na dziecko w okresie prenatalnym, są także używki (tytoń, alkohol), metale ciężkie (ołów), hałas czy promieniowanie jonizujące<sup>(6)</sup>.

Wymienione czynniki nie są jedynymi zagrażającymi dziecku. Znane są też tzw. czynniki kliniczno-metaboliczne oddziałujące na noworodka w trakcie porodu i zaraz po urodzeniu<sup>(7)</sup>. Ich działanie ma negatywny wpływ na późniejsze funkcjonowanie narządu słuchu. Do czynników tych zalicza się niską masę urodzeniową (poniżej 1500 g), intensywną terapię (powyżej 7 dni), sztuczną wentylację (powyżej 5 dni), niedotlenienie, niedojrzałość noworodka, hiperbilirubinemię, zaburzenia gospodarki kwasowo-zasadowej i elektrolitowej oraz przyjmowanie leków o działaniu

## HEARING LOSS CLASIFICATION

**H**earing impairment can be classified based on various criteria. Each of these criteria provides information on the cause as well as characterises the impairment in terms of parameters needed for prevention, diagnosis and treatment. The main literature<sup>(1)</sup> criteria for the classification of hearing disorders include aetiology, location, age of onset and the depth of hearing loss.

Hereditary, congenital and acquired hearing loss can be distinguished based on aetiology (origin or cause)<sup>(2)</sup>.

Hereditary, i.e. genetic, hearing loss is the most common form of hearing impairment in children (about 50–60% of cases). The disorder can develop as a separate condition – then it is referred to as isolated hearing loss. However, hereditary hearing loss can be coupled with other defects in approximately 30% of cases – then it is referred to as syndromic hearing loss<sup>(1)</sup>. Furthermore, there are more than 400 genetic syndromes with coexisting hearing loss. Examples include the Pendred syndrome, the branchio-oto-renal syndrome (BOR), the Usher syndrome and the Treacher Collins syndrome<sup>(1)</sup>. Congenital hearing loss is usually a consequence of maternal conditions acquired by the foetus. These include, for example, the TORCH syndrome (T – *toxoplasmosis*, O – *other*, R – *rubella*, C – *cytomegalovirus*, H – *herpes simplex virus*)<sup>(2)</sup>.

Cytomegalovirus (CMV) infection is one of the most common intrauterine infections and can affect 0.64–0.7% of newborns worldwide. Congenital cytomegalia accounts for hearing loss in about 10–15% of infected children. The disorder usually presents as bilateral high-frequency hearing loss<sup>(3)</sup>. High proportion of neonatal cytomegalovirus infections remain undetected during screening, which is due to the varying degree of hearing loss (moderate to profound)<sup>(4)</sup>.

Other maternal conditions, such as syphilis, mumps, polio, severe kidney disease or diabetes, can also underlie neonatal hearing loss<sup>(5)</sup>. Ototoxic factors that have significant effects on the child in the prenatal period further include stimulants (tobacco, alcohol), heavy metals (lead), noise and ionising radiation<sup>(6)</sup>.

These are not the only factors threatening the child. The so-called clinical and metabolic factors affecting the newborn at and immediately after birth are also known<sup>(7)</sup>. They adversely affect the later functioning of the hearing organ. These include low birth weight (below 1500 g), intensive care (over 7 days), artificial ventilation (over 5 days), hypoxia, neonatal immaturity, hyperbilirubinemia, acid-base and electrolyte imbalance as well as pharmacotherapy with ototoxic agents (e.g. furosemide, aminoglycosides, cytostatic agents or NSAIDs)<sup>(5)</sup>.

Acquired hearing loss is the last group of hearing defects based on the aetiological criterion. This complex type of impairment is subject to a separate division based on the site of the lesion causing hearing loss. Four types of hearing loss

ototoksycznym (np. furosemid, aminoglikozydy, cytostatyki czy niesterydowe leki przeciwzapalne)<sup>(5)</sup>.

Ostatnią grupą w klasyfikacji niedosłuchu opartą na kryterium etiologicznym jest niedosłuch nabyty. Ten złożony rodzaj zaburzenia podlega odrębnemu podziałowi – ze względu na lokalizację zmiany skutkującej ubytkiem słuchu. Wyróżnia się tu cztery typy niedosłuchu: przewodzeniowy, odbiorczy, mieszany i ośrodkowe zaburzenia słyszenia.

Niedosłuch przewodzeniowy obejmuje odcinek od przewodu słuchowego zewnętrznego do okienka okrągłego i owalnego (włącznie). Przy takim niedosłuchu audiogram wykazuje kilka charakterystycznych cech. Najważniejsze z nich to prawidłowy próg przewodnictwa kostnego, obniżony próg przewodnictwa powietrznego oraz zachowana rezerwa ślimakowa. Najczęstszymi przyczynami niedosłuchu tego typu są zmiany w obrębie przewodu słuchowego zewnętrznego, które powodują jego zamknięcie, i zmiany dotyczące ucha środkowego, takie jak urazy, otoskleroza lub wysiękowe zapalenie ucha środkowego<sup>(8)</sup>. Ostatni z wymienionych stanów jest bardzo powszechnym problemem i częstą przyczyną niedosłuchu u dzieci, szczególnie starszych (w wieku przedszkolnym)<sup>(9)</sup>. Do podstawowych metod diagnostycznych wysiękowego zapalenia ucha środkowego można zaliczyć zarówno metody subiektywne (otoskopia), jak i metodę obiektywną (tympametria). Etiopatogeneza jest złożona – należy wymienić przede wszystkim nieprawidłową funkcję trąbki Eustachiusza (przerost migdałka gardłowego, częste infekcje górnych dróg oddechowych) i nieodpowiednie leczenie ostrych zapaleń ucha środkowego<sup>(10)</sup>. Prowadzi to do nieodwracalnych zmian w strukturze wyściółki jamy i błony bębenkowej oraz do unieruchomienia łańcucha kosteczek słuchowych<sup>(11)</sup>.

Niedosłuch odbiorczy wynika najczęściej z uszkodzenia komórek ucha wewnętrznego (ślimaka) albo uszkodzenia połączeń nerwowych pomiędzy uchem środkowym a mózgiem<sup>(8)</sup>. Przy tym typie niedosłuchu audiogram również ma cechy charakterystyczne: brak rezerwy ślimakowej oraz znaczne obniżenie progu słyszenia dla przewodnictwa powietrznego i kostnego w zakresie częstotliwości około 4 kHz. Do najpowszechniej wymienianych przyczyn niedosłuchu typu odbiorczego należą: stosowanie leków ototoksycznych, zakażenia wirusowe (świnka, grypa) i bakteryjne, uraz akustyczny, choroby metaboliczne (m.in. cukrzyca)<sup>(6)</sup>. Niedosłuch mieszany łączy w sobie cechy niedosłuchu przewodzeniowego i odbiorczego. Obecna jest w nim rezerwa ślimakowa (jednak tylko do pewnego momentu). Występują także znaczne obniżenie progu przewodnictwa powietrznego w zakresie pewnych częstotliwości i obniżenie progu przewodnictwa kostnego. Nasilenie danego komponentu zależy od nasilenia danego typu niedosłuchu. Przyczynami tego złożonego zaburzenia mogą być zarówno czynniki powodujące niedosłuch typu przewodzeniowego, jak i te prowadzące do niedosłuchu odbiorczego<sup>(2)</sup>.

Ostatnim typem niedosłuchu nabytego są ośrodkowe zaburzenia słyszenia, wynikające z uszkodzeń drogi słuchowej powyżej jąder ślimakowych w pniu mózgu. Etiologia tego

have been distinguished in this group: conductive, sensorineural, mixed and central.

Conductive hearing loss occurs in the region between the auditory canal and the round and oval windows (inclusive). The audiogram shows several characteristic features in this type of hearing impairment, with the most important being the normal bone-conduction threshold, reduced air-conduction threshold and preserved cochlear reserve. Lesions occurring in the external auditory canal and causing its closure as well as lesions in the middle ear, such as trauma, otosclerosis or otitis media with effusion, are the most common causes of this type of hearing loss<sup>(8)</sup>. The latter condition is a very common problem and a very common cause of paediatric hearing loss, particularly in older children (preschool-age children)<sup>(9)</sup>. Basic diagnostic methods for otitis media with effusion include both, subjective (otoscopy) and objective (typanometry) methods. The etiopathogenesis is complex. Eustachian tube dysfunction (adenoid hypertrophy, multiple upper respiratory infections) and inappropriate treatment of acute otitis media should be mentioned in the first place<sup>(10)</sup>. This leads to irreversible structural changes in the lining of the tympanic cavity and the tympanic membrane as well as ossicular chain immobilisation<sup>(11)</sup>.

Sensorineural hearing loss usually results from the damage to the cells of the inner ear (cochlea) or damaged nerve connections between the middle ear and the brain<sup>(8)</sup>. In this type of defect, the audiogram shows several characteristic features: the lack of cochlear reserve and significantly reduced air- and bone-conduction thresholds at a frequency of 4 kHz. The most common causes of sensorineural hearing loss include pharmacotherapy with ototoxic agents, viral (mumps, influenza) and bacterial infections, acoustic trauma, metabolic diseases (including diabetes mellitus)<sup>(6)</sup>.

Mixed hearing loss is a combination of conductive and sensorineural hearing loss. The cochlear reserve is preserved (but only until a certain point). There is also a significant reduction in air-conduction threshold at certain frequencies as well as a reduction in bone-conduction threshold. The severity of a given component depends on the severity of a given type of hearing loss. The causes of this complex disorder include both, factors causing conductive hearing loss as well as those leading to sensorineural impairment<sup>(2)</sup>. The last type of acquired hearing impairment, i.e. the central hearing loss, is caused by the damage to the auditory pathway above the cochlear nucleus in the brainstem. The aetiology of this disorder is not fully understood. All traumatic factors, i.e. those present during pregnancy, at birth as well as those occurring later in life (factors damaging the central nervous system), are taken into account. Genetic predisposition cannot be excluded<sup>(12)</sup>.

The third criterion for the classification of hearing loss is based on the degree of hearing deficit. This is a basis for BIAP (Bureau International d'Audiophonologie) classification, which is recognised and used worldwide<sup>(13)</sup> (Tab. 1).

zaburzenia nie jest do końca znana. Brane są pod uwagę wszystkie czynniki uszkadzające – te działające podczas ciąży czy porodu i te występujące w późniejszych okresach życia dziecka (czynniki uszkadzające ośrodkowy układ nerwowy). Nie wyklucza się też predyspozycji genetycznej<sup>(12)</sup>. Trzecim kryterium podziału niedosłuchu jest stopień ubytku słuchu. Stanowi on podstawę klasyfikacji BIAP (*Bureau International d'Audiophonologie*, Międzynarodowe Biuro Audiofonologii), uznawanej i stosowanej na całym świecie<sup>(13)</sup>, którą przedstawiono w tab. 1.

Ostatnim kryterium jest moment wystąpienia niedosłuchu. Na tej podstawie wyróżnia się trzy rodzaje zaburzeń<sup>(14)</sup>:

- niedosłuch prelingwalny, który obejmuje 1. rok życia – można go podzielić na wrodzony (powstały w okresie ciąży) i nabyty (powstały w okresie od urodzenia do 1. roku życia);
- niedosłuch perilingwalny, który jest nabywany od 2. do 4. roku życia i przypada na okres kształtowania się mowy;
- niedosłuch postlingwalny, który powstaje po 7. roku życia.

## EPIDEMIOLOGIA NIEDOSŁUCHU

Niedosłuch jest na tyle istotnym problemem, że w 2012 roku Światowa Organizacja Zdrowia (*World Health Organization*, WHO) stworzyła raport zawierający dane na temat występowania tego zaburzenia na całym świecie (zarówno u dzieci, jak i u dorosłych). Zgodnie z raportem WHO na świecie żyje 360 mln ludzi z niedosłuchem, z czego 32 mln (9%) stanowią dzieci. Największy odsetek odnotowuje się w regionach Azji Południowej, na wyspach Oceanu Spokojnego i w Afryce Subsaharyjskiej<sup>(15)</sup>. Częstość występowania niedosłuchu obustronnego szacowana jest na 12–57 na 10 000 urodzeń<sup>(16)</sup>.

W Stanach Zjednoczonych prowadzono liczne badania dotyczące epidemiologii zaburzeń słuchu. Z badań tych wynika, że średnio 1 na 1000 dzieci rodzi się z niedosłuchem<sup>(17)</sup>. W ciągu ostatnich 30 lat XX wieku liczba takich dzieci się podwoiła: w 1971 roku wynosiła 13,2 mln, w roku 2000 – już 28,6 mln. Dowiedziano też, że u około 50% wszystkich noworodków z zaburzeniem słuchu problem ma podłoże genetyczne<sup>(18)</sup>.

W Polsce także starano się ustalić liczbę dzieci, które rodzą się z zaburzeniami słuchu. Wykazano, że częstość występowania niedosłuchu wynosi 2–5 na 1000 noworodków. Potwierdzono, iż jest to znacznie częstsza wada wrodzona niż niedoczynność tarczycy czy fenylketonuria, które – tak jak zaburzenie słuchu – podlegają badaniom przesiewowym<sup>(19)</sup>. Reasumując: statystyki dotyczące niedosłuchu, zarówno światowe, jak i polskie, są dość niepokojące. Zaburzenie to stanowi bardzo poważny problem, a jego występowanie jest częste w porównaniu z innymi wadami wrodzonymi. Tym ważniejsza staje się zatem profilaktyka, która umożliwia poprawę niekorzystnej sytuacji.

## PROFILAKTYKA Wczesna I PIERWOTNA

Profilaktyka I fazy, czyli profilaktyka wczesna, jest istotna przede wszystkim z tego względu, że pozwala na zapobieganie czynnikom ryzyka predysponującym do niedosłuchu u dzieci.

The onset of hearing loss is the last criterion. Three types of disorders have been distinguished on this basis<sup>(14)</sup>:

- prelingual hearing loss, which occurs in the first year of life – it can be classified as congenital (developed during pregnancy) and acquired (developed in period from birth till 1 year of age);
- perilingual hearing loss, acquired between the age of 2 and 4 years (period of speech development);
- postlingual hearing loss, which develops after the age of 7 years.

## EPIDEMIOLOGY OF HEARING LOSS

Hearing loss is a significant problem. Therefore, the World Health Organization (WHO) released a report containing data on the worldwide incidence of this disorder (in both children and adults) in 2012. According to the WHO report, 360 million people worldwide, including 32 million of children (9%), are affected by hearing loss. The highest rates are reported in the regions of South Asia, the Pacific Rim and sub-Saharan Africa<sup>(15)</sup>. The estimated incidence of bilateral hearing loss is 12–57 per 10,000 live births<sup>(16)</sup>.

A number of studies on hearing loss epidemiology have been conducted in the United States. It has been found that, on average, 1 per 1,000 children are born with hearing problems<sup>(17)</sup>. This number doubled in the last 30 years of the 20<sup>th</sup> century: from 13.2 million in 1971 to 28.6 million in 2000. It was also shown that hearing problems are genetic in about 50% of all affected newborns<sup>(18)</sup>.

Attempts to estimate the number of children born with hearing impairment have also been made in Poland. It was shown that the incidence of hearing loss is 2–5 per 1,000 births. Furthermore, it was confirmed that this congenital defect is more common than hypothyroidism or phenylketonuria, both of which are also screened<sup>(19)</sup>.

To sum up, both Polish and worldwide hearing loss statistics are quite alarming. The disorder represents a very serious problem, and its incidence is high compared to other birth defects. Therefore, prevention to improve this situation becomes increasingly important.

Ubytek słuchu <i>Hearing loss</i>	Stopień uszkodzenia słuchu <i>Degree of hearing loss</i>
21–40 dB	Lekki <i>Mild</i>
41–70 dB	Umiarkowany <i>Moderate</i>
71–90 dB	Znaczny <i>Severe</i>
>90 dB	Głęboki <i>Profound</i>

Tab. 1. Podział ubytków słuchu według klasyfikacji BIAP  
Tab. 1. Breakdown of hearing impairment according to the BIAP classification

Najistotniejszy element tej fazy profilaktyki stanowi zebra-  
nie wywiadu epidemiologicznego w zakresie chorób prze-  
bytych przez matkę. Uzupełnieniem tego działania mogą  
być szczepienia ochronne, przeprowadzone po konsulta-  
cji z ginekologiem prowadzącym. Istnieje wiele szczepień  
zalecanych w tym okresie, które mają na celu zmniejsze-  
nie ryzyka rozwoju chorób predysponujących do wystąpie-  
nia niedosłuchu u dzieci. Są to m.in. szczepienia przeciwko  
chorobom zakaźnym (np. różyczce), zapaleniu opon mó-  
zgowo-rdzeniowych, śwince, gruźlicy, odrze czy CMV<sup>(6)</sup>.

Kolejnym działaniem, jakie może podjąć przyszła matka,  
jest próba zapobiegania czynnikom ryzyka zaburzeń słuchu.  
Pierwszy z nich to wystąpienie zespołu TORCH w trakcie  
ciąży, któremu można przeciwdziałać w głównej mierze po-  
przez szczepienia ochronne<sup>(2)</sup>.

Następnym czynnikiem jest niska masa urodzeniowa nowo-  
rodka. Według WHO o niskiej masie urodzeniowej można  
mówić, gdy noworodek waży mniej niż 2500 g. Dotyczy to za-  
równo dzieci urodzonych w terminie, jak i tych urodzonych  
przedwcześnie, których masa urodzeniowa nie jest współmier-  
na do czasu trwania ciąży<sup>(20)</sup>. Na masę urodzeniową matka  
ma szansę wpłynąć przez prawidłowe odżywianie się jeszcze  
przed ciążą – udowodniono bowiem, że niedożywienie mat-  
ki może powodować niską masę płodu i noworodka<sup>(21)</sup>. Warto  
zwrócić szczególną uwagę na to, że nie tylko okres przed cią-  
żą jest bardzo ważny w kontekście wagi noworodka. Kluczowy  
okazuje się II trymestr ciąży, gdy następuje wzrost masy płodu.  
W III trymestrze zachodzą intensywne procesy kostnienia, któ-  
re również warunkują masę urodzeniową<sup>(22)</sup>. Dlatego z myślą  
o ciężarnych stworzono specjalne normy żywieniowe, określa-  
jące dobowe zapotrzebowanie na energię, węglowodany, białko,  
makro- i mikroelementy oraz witaminy. Wymienione składniki  
powinny być dostarczane w odpowiednich ilościach w codzien-  
nej diecie kobiety w ciąży, ponieważ niedobory mogą powodo-  
wać nie tylko niską masę urodzeniową (jak w przypadku żela-  
za), lecz także porody przedwczesne (niedobór wapnia), które  
mogą się wiązać z ryzykiem niedosłuchu<sup>(23)</sup>.

Warto też wspomnieć o stosowaniu używek w trakcie cią-  
ży, gdyż pociąga to za sobą nieodwracalne skutki. Kobiety  
często nie zdają sobie sprawy z potencjalnych konsekwen-  
cji swojego nieodpowiedzialnego postępowania. Negatywny  
wpływ alkoholu i tytoniu na płód jest dobrze poznany, jed-  
nak trzeba zwrócić uwagę również na spożywanie kofeiny  
przez ciężarne. Ta używka nie jest w społeczeństwie postrze-  
gana jako szczególnie niebezpieczna. Znajduje się w wie-  
lu produktach, które nie zawsze są kojarzone z kofeiną, np.  
w czekoladzie, herbacie, napojach gazowanych i wybranych  
lekach<sup>(24)</sup>. Należy być tego świadomym przede wszystkim dla-  
tego, że już w 7.–8. tygodniu ciąży kofeina zaczyna przedo-  
stawać się przez łożysko, a jej stężenie we krwi płodu jest nie-  
mal równe stężeniu we krwi matki. Brytyjska Food Standards  
Agency określiła maksymalną dobową dawkę kofeiny – jest  
to 200 mg<sup>(24)</sup>. W takiej ilości kofeina może być przyjmowana  
przez kobietę w ciąży, jednak większa dawka może już pro-  
wadzić do przedwczesnego porodu, a nawet do poronienia.  
Udowodniono, że przy spożyciu kofeiny w ilości powyżej

## EARLY AND PRIMARY PREVENTION

The importance of phase 1 prevention, i.e. early prevention,  
is first of all associated with the fact that it helps prevent risk  
factors predisposing to hearing loss in children. The most  
important element of this phase of prevention is to collect  
maternal history of diseases. These measures can be com-  
plemented by vaccinations received after consultation with  
an attending gynaecologist. There are a number of vacci-  
nations recommended in this period, whose aim is to re-  
duce the risk of diseases predisposing to hearing problems  
in a child. These are e.g. vaccinations against infectious dis-  
eases (e.g. rubella), meningitis, mumps, influenza, measles  
or CMV<sup>(6)</sup>.

An attempt to prevent risk factors for hearing impairment  
is another measure that can be undertaken by expectant  
mothers. One of these factors is the TORCH syndrome  
during pregnancy, which can be prevented primarily by  
vaccination<sup>(2)</sup>.

Low birth weight is another risk factor. According to the  
WHO, low birth weight is defined as less than 2,500 g. This  
applies to both, full-term and preterm infants whose birth  
weight does not correspond with the gestational age<sup>(20)</sup>.  
A mother has a chance to influence her child's birth weight  
by proper nutrition already before pregnancy. It was shown  
that maternal malnutrition can lead to low foetal and neo-  
natal weight<sup>(21)</sup>. It is particularly worth noting that not only  
the pregestational period is important for neonatal birth  
weight. It appears that the second trimester, when the foe-  
tus is gaining weight, is of key importance. Intensive ossifi-  
cation in the third trimester also has an impact on the birth  
weight<sup>(22)</sup>. Therefore, special nutrition standards specifying  
the daily demand for energy, carbohydrates, protein, mac-  
ro- and microelements and vitamins, have been developed  
for pregnant women. These components should be incor-  
porated in the daily diet of a pregnant woman in adequate  
amounts since their deficiency can lead not only to low  
birth weight (as in the case of iron) but also to preterm birth  
(calcium deficiency), which can be associated with the risk  
of hearing loss<sup>(23)</sup>.

The use of stimulants during pregnancy should also be  
mentioned due to its irreversible consequences. Women  
are often unaware of the potential consequences of their  
irresponsible behaviour. The negative effects of alcohol  
and tobacco on the foetus are well-known, however, atten-  
tion should be also paid to maternal consumption of caf-  
feine. This stimulant is not regarded as particularly danger-  
ous by society and may be found in a variety of products  
not always associated with caffeine, such as chocolate, tea,  
carbonated drinks or selected medications<sup>(24)</sup>. It should  
be borne in mind as caffeine begins to cross the placen-  
ta already at week 7/8 gestation, and its levels in the foetal  
blood are almost equal to maternal levels. The British Food  
Standards Agency recommended a maximum daily caffeine  
intake, which is 200 mg<sup>(24)</sup>. This amount of caffeine can be  
safely consumed by a pregnant woman, but higher doses

200 mg na dobę masa ciała noworodka może obniżyć się o około 60–70 g; gdy zaś spożycie kofeiny przekroczy 300 mg, spadek wagi noworodka może wynieść nawet 100 g<sup>(24)</sup>.

Nie tylko w okresie prenatalnym dziecko jest narażone na czynniki, które mogą spowodować niedosłuch. Ryzyko występuje również po urodzeniu, a głównym czynnikiem jest wtedy hałas – drgania oddziałujące na człowieka w zakresach częstotliwości od 20 Hz do 20 kHz, niekorzystne dla narządu słuchu lub odbierane jako nieprzyjemne. Zagrożenie to jest szczególnie poważne w przypadku noworodków urodzonych przedwcześnie i przebywających na oddziale intensywnej opieki neonatologicznej (OION), gdyż odbiór bodźców jest w tym okresie wzmożony<sup>(25)</sup>. W 2012 roku Ministerstwo Ochrony Środowiska wydało rozporządzenie, zgodnie z którym poziom hałasu na terenie szpitala nie powinien przekraczać 45 dB; to bardzo istotne, ponieważ hałas może powodować upośledzenie słuchu noworodków<sup>(25)</sup>.

Hałas pozostaje czynnikiem zagrażającym przez całe dalsze życie człowieka. Także w okresach późniejszych niż noworodkowy (niemowlęcym, przedszkolnym czy młodszym szkolnym) dziecko może być na niego narażone. Obecnie hałas występuje powszechnie i trudno go uniknąć. Niektóre źródła hałasu można jednak w pewnym stopniu ograniczać. Jako przykład mogą tu posłużyć zabawki używane w celu dostarczenia dziecku odpowiedniej ilości bodźców już we wczesnym okresie życia. Zapomina się o tym, że część zabawek, zamiast stymulować noworodka czy niemowlę, może spowodować uszkodzenie słuchu. Poziom hałasu emitowanego przez takie produkty powinien być określony na etykiecie i nie powinien przekraczać 70–85 dB. Również odległość od głowy dziecka nie jest bez znaczenia – zaleca się odległość nie mniejszą niż 25 cm<sup>(26)</sup>.

Warto pamiętać, że równie istotny jest poziom hałasu panującego w żłobkach, przedszkolach i szkołach. On także może być przyczyną upośledzenia słuchu. Maksymalne wartości, jakie może osiągać hałas w tych placówkach, wynoszą obecnie 57–65 dB<sup>(26)</sup>.

Podczas snu dziecko też może być narażone na zbyt głośne, nieprzyjemne dla niego dźwięki, przyczyniające się do zaburzeń słuchu. W godzinach nocnych hałas nie powinien przekraczać 45 dB<sup>(26)</sup>.

## PROFILAKTYKA WTÓRNA

Druga faza profilaktyki obejmuje głównie badania przesiewowe, które dotyczą zarówno noworodków, jak i dzieci w wieku przedszkolnym oraz wczesnoszkolnym. Ten etap profilaktyki jest szczególnie istotny, ponieważ pozwala – zwłaszcza w przypadku skriningu u noworodków – na bardzo wczesne zdiagnozowanie niedosłuchu i skierowanie dzieci na kolejny poziom profilaktyki<sup>(27)</sup>.

### Program Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków

Na długo przed wprowadzeniem przesiewowych badań słuchu w Polsce WHO ustanowiła ogólne kryteria dla badań

can induce preterm labour or even miscarriage. It was demonstrated that a caffeine intake of more than 200 mg per day can result in neonatal body weight reduction of approximately 60–70 g; and a caffeine intake exceeding 300 mg can lead to neonatal body weight decrease of up to 100 g<sup>(24)</sup>.

The exposure to factors that can cause hearing impairment is not limited to the prenatal period. The risk is also present after birth, with the major factor being the noise, i.e. vibrations within a frequency range of 20 Hz up to 20 kHz, which adversely affect the human hearing organ or perceived as unpleasant. This threat is particularly serious in preterm infants staying in neonatal intensive care units (NICU) due to enhanced perception of stimuli during this period<sup>(25)</sup>. In 2012, the Ministry of Environmental Protection issued a regulation, according to which the level of noise in the hospital should not exceed 45 dB; this is very important as noise can impair neonatal hearing<sup>(25)</sup>.

Therefore, noise has become one of the factors threatening human health throughout life. A child can be exposed to noise also after the neonatal period (infant, preschool or early school period). These days, noise is common and difficult to avoid. However, some of its sources can be limited to a certain extent. Toys, which are used to provide a child with an appropriate amount of stimuli already at early life stages, can be an example. Unfortunately, we tend to forget that some of these toys can cause hearing impairment instead of stimulating a newborn or an infant. The level of noise emitted by these products should be specified on the label and should not exceed 70–85 dB. Also, the distance between child's head and the source of noise is significant – a recommended distance is at least 25 cm<sup>(26)</sup>.

It should be noted that the levels of noise in nurseries, preschools and schools is also important and can also cause hearing impairment. Currently, the maximum acceptable noise levels in these institutions range between 57 and 65 dB<sup>(26)</sup>.

Even during sleep a child can be exposed to loud, unpleasant noise that contributes to hearing problems. Noise levels should not exceed 45 dB at night<sup>(26)</sup>.

## SECONDARY PREVENTION

The second phase of prevention mainly involves screening performed in both, newborns as well as preschool and early-school children. This stage of prevention is particularly important as it allows for a very early diagnosis of hearing loss and referring children for the next level of prevention, particularly in the case of neonatal screening<sup>(27)</sup>.

### Universal Neonatal Hearing Screening

The WHO established the general criteria for neonatal hearing screening (1968) long before the implementation of hearing screening in Poland<sup>(28)</sup>.

Before the introduction of the universal hearing screening, hearing loss was diagnosed at the age of 18 to 31 months,

przesiewowych przeprowadzanych w populacji noworodków (1968 r.)<sup>(28)</sup>.

Przed wprowadzeniem powszechnych badań przesiewowych uszkodzenie słuchu diagnozowano w 18.–31. miesiącu życia, czyli zbyt późno – obecnie uważa się, że „uszkodzenie słuchu u noworodka powinno być wykryte do trzeciego miesiąca życia, a do szóstego należy wdrożyć działania leczniczo-rehabilitacyjne”<sup>(29)</sup>.

Jesienią 2002 roku Program Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków był badaniem pilotażowym, a w roku 2003 stał się programem obejmującym wszystkie oddziały noworodkowe w Polsce. Zainicjowała go Fundacja Wielkiej Orkiestry Świątecznej Pomocy, wspierana merytorycznie przez Polskie Towarzystwo Otolaryngologów, Chirurgów Głowy i Szyi oraz Polskie Towarzystwo Neonatologiczne<sup>(29)</sup>.

Wykazano, że wykrywalność niedosłuchu u dzieci zależy od wieku<sup>(29)</sup>, a najwięcej zaburzeń słuchu jest wykrywanych w pierwszych trzech miesiącach życia.

Program składa się z trzech poziomów referencyjnych, obejmujących następującą liczbę oddziałów:

- I poziom – 423 oddziały neonatologiczne;
- II poziom – 65 oddziałów laryngologicznych;
- III poziom – 21 oddziałów audiologicznych i laryngologicznych<sup>(29)</sup>.

Struktura ta umożliwia specjalizację działań na poszczególnych poziomach referencyjnych; każdy z nich spełnia ściśle określoną funkcję.

Pierwszy poziom referencyjny obejmuje badania przesiewowe wszystkich żywo urodzonych noworodków, polegające na rejestracji otoemisji akustycznej (*otoacoustic emission*, OAE). W przewodzie słuchowym zewnętrznym noworodka umieszcza się bardzo czuły mikrofon, który rejestruje emitowane przez ucho wewnętrzne słabe sygnały akustyczne. Jeżeli sygnały są emitowane przez ślimak, oznacza to, że ucho funkcjonuje prawidłowo<sup>(30)</sup>, jeżeli nie – może to świadczyć o patologii i być powodem skierowania na II poziom referencyjny. Zadania ośrodków I poziomu referencyjnego nie kończą się na wykonaniu badania OAE. Ośrodki te zbierają również informacje o czynnikach ryzyka uszkodzenia słuchu oraz powiadamiają rodziców o wynikach badań i sposobie ich interpretacji. W ramach ułatwienia wprowadzono specjalne certyfikaty, wklejane na wewnętrzną stronę okładki książeczki zdrowia dziecka. Istnieją dwa typy certyfikatów<sup>(29)</sup>. Pierwszy – koloru niebieskiego – informuje o prawidłowym wyniku badania słuchu, drugi – koloru żółtego – oznacza, że dziecko może być zagrożone wadą słuchu. W przypadku przyznania dziecku żółtego certyfikatu pracownicy I poziomu referencyjnego mają obowiązek powiadomić rodziców o ryzyku, udzielić informacji, gdzie powinni się oni udać po opuszczeniu oddziału noworodkowego, oraz wyjaśnić wszystkie ewentualne wątpliwości<sup>(29)</sup>. Pracownicy I poziomu referencyjnego prowadzą dokumentację pisemną wykonanych badań, wprowadzają dane do bazy elektronicznej i wymieniają się informacjami z ośrodkami II poziomu<sup>(31)</sup>.

Ośrodki II poziomu referencyjnego to oddziały laryngologiczne, gdzie przeprowadza się badania przesiewowe wśród dzieci,

which was relatively late. Today it is believed that “hearing loss should be detected before the end of the third month of life, while therapeutic and rehabilitation measures should be implemented before the end of the sixth month of life”<sup>(29)</sup>.

The Universal Neonatal Hearing Screening was only a pilot study in autumn 2002, but it became a programme including all neonatal units in Poland in 2003. It was initiated by a foundation known as The Great Orchestra of Christmas Charity, which receives substantive support from the Polish Association of Otolaryngologists, Head and Neck Surgeons and the Polish Neonatal Society<sup>(29)</sup>.

It was demonstrated that hearing loss detection rates depend on age<sup>(29)</sup>, with most cases of hearing impairment diagnosed in the first three months of life.

The programme consists of three reference levels including the following number of units:

- level I – 432 neonatal units;
- level II – 65 laryngological units;
- level III – 21 audiology and otolaryngology units<sup>(29)</sup>.

This structure allows for specialisation of measures taken at different reference levels, each of which has a precisely specified function.

The first reference level includes screening of all newborns based on otoacoustic emission (OAE). A very sensitive microphone, which registers weak acoustic signals emitted by the inner ear, is placed in the external auditory canal of a newborn. Emission of signals from the cochlea indicates a proper function of the ear<sup>(30)</sup>, whereas the lack of signals can indicate pathology and be the reason for referral to reference level II.

The role of reference level I centers is to conduct the OAE testing. Furthermore, these centers collect information on the risk factors for hearing impairment as well as inform parents on test findings and explain how they should be interpreted. Special certificates to be pasted onto the inside cover of a baby’s red book were introduced to make things easier. There are two types of certificates<sup>(29)</sup>. The first certificate (blue one) informs on good hearing test results, while the second certificate (yellow one) indicates that the child may be at a risk of hearing loss. If a child receives the yellow certificate, the reference level I personnel are obliged to inform the parents on the risk involved, provide appropriate information on where to report following neonatal unit discharge as well as explain all possible doubts<sup>(29)</sup>. The reference level I personnel keep records of all performed tests, introduce data into an electronic database and exchange information with reference level II centres<sup>(31)</sup>.

Reference level II centres are otolaryngology units, where the screening of children who did not undergo hearing testing in the neonatal unit takes place. Here, a long-term follow-up of infants with risk factors for hearing impairment as well as an auditory brainstem response (ABR) testing are performed in children with the yellow certificate to confirm the hearing loss diagnosis<sup>(29)</sup>.

The ABR method involves recording weak electrical potentials generated in the brainstem. A response should

którym nie wykonano badania na oddziale noworodkowym. Prowadzi się tutaj długookresową obserwację niemowląt z czynnikami ryzyka uszkodzenia słuchu oraz przeprowadza badanie ABR (*auditory brainstem response*, słuchowe potencjały wywołane) u dzieci, które otrzymały żółty certyfikat – w celu potwierdzenia diagnozy niedosłuchu<sup>(29)</sup>.

Metoda ABR polega na rejestracji słabych potencjałów elektrycznych powstających w pniu mózgu. Po podaniu bodźca akustycznego na każdym odcinku drogi słuchowej powinna zostać zarejestrowana odpowiedź. Jeżeli na którymś z odcinków odpowiedź nie jest rejestrowana, można określić rodzaj zaburzenia słuchu. Dzieje się tak, ponieważ każdy typ uszkodzeń słuchu (przewodzeniowy, ślimakowy czy pozaślimakowy) ma charakterystyczny obraz potencjałów<sup>(32)</sup>.

Ośrodki II poziomu referencyjnego odpowiadają również za przekazywanie niemowląt z potwierdzonym uszkodzeniem słuchu pod opiekę ośrodka III poziomu referencyjnego, udzielanie rodzicom informacji o zdiagnozowanym schorzeniu i prowadzenie dokumentacji medycznej<sup>(2)</sup>.

Na III poziom referencyjny kierowane są dzieci, u których zdiagnozowano i potwierdzono niedosłuch. To tutaj zostaje wdrożone leczenie: wykonuje się protezowanie aparatami słuchowymi oraz rozpoczyna rehabilitację słuchu i mowy przed ukończeniem 6. miesiąca życia<sup>(29)</sup>.

Istnieje wiele danych statystycznych dotyczących omawianego programu<sup>(31)</sup>. Z danych Głównego Urzędu Statystycznego<sup>(33)</sup> wynika, że podczas 12 lat trwania programu (do 2014 roku) w Polsce urodziło się ponad 4,2 mln dzieci, a u 95,6% z nich zostało wykonane przesiewowe badanie słuchu. W latach 2010–2013 z 1,46 mln zbadanych noworodków 1,364 mln otrzymało niebieski certyfikat, a ponad 130 tys. – certyfikat żółty i skierowanie na II poziom referencyjny. Niestety, opiekunowie jedynie 76,2% spośród tych dzieci zgłosili się do odpowiedniego ośrodka, a zaledwie 64,5% pacjentów zakończyło całą procedurę na tym poziomie<sup>(31)</sup>.

Wcześniejsze dane pochodzą z września 2011 roku<sup>(29)</sup>. Do tego czasu w centralnej bazie programu zostało zarejestrowanych 3 293 631 dzieci; 91% z nich uzyskało prawidłowy wynik badania OAE na I poziomie referencyjnym, z czego wynika, że około 9% powinno trafić na II poziom. Najczęstszym zaburzeniem słuchu jest niedosłuch czucio-wo-nerwowy, najbardziej powszechny zarówno w grupie niedosłuchów jednostronnych, jak i niedosłuchów obu- stronnych. W pierwszym przypadku stanowi połowę uszkodzeń słuchu, w drugim – 64%. Ten rodzaj niedosłuchu jest wykrywany w najwcześniejszym etapie życia dziecka<sup>(29)</sup>.

### Skrining słuchowy u dzieci starszych

Skrining słuchowy zwykle wykonuje się u dzieci w wieku 3–4 lat oraz w wieku wczesnoszkolnym (6–7 lat). W trakcie prowadzenia takich badań szczególną uwagę należy zwrócić na pacjentów<sup>(34)</sup>:

- z już istniejącym niedosłuchem;
- włączonych do specjalnych programów edukacyjnych;
- z obciążeniami w wywiadzie;

be registered in each part of the auditory pathway following the use of an acoustic stimulus. If no response is registered in any of these segments, then it is possible to determine the type of hearing loss. This is possible due to the fact that a characteristic picture of potentials is seen in each type of hearing impairment (conductive, cochlear and retrocochlear)<sup>(32)</sup>.

Reference level II centres are also responsible for referring infants with confirmed hearing loss to reference level III centres, providing their parents with information on the diagnosed disorder as well as keeping medical records<sup>(2)</sup>.

Children with diagnosed and confirmed hearing loss are referred to reference level III centres, where appropriate treatment is implemented: implantation of hearing aids as well as hearing and speech rehabilitation in infants under 6 months of age<sup>(29)</sup>.

There are a lot of statistical data on this programme<sup>(31)</sup>. The data of the Central Statistical Office<sup>(33)</sup> shows that more than 4.2 million of children were born in Poland during the 12 years of the programme (until 2014), with the hearing screening performed in 95.6%. Between 2010 and 2013, a total of 1.364 million out of 1.46 million of children received the blue certificate, and more than 130 thousand of children received the yellow certificate and were referred to reference level II centres. Unfortunately, only 76.2% of these children were reported by their parents/legal guardians to an appropriate centre, and only 64.5% of patients completed the entire procedure at this level<sup>(31)</sup>.

Previous data comes from September 2011<sup>(29)</sup>. Since that time, a total of 3,293,631 children have been registered, with good OAE results at reference level I achieved by 91% of children, which indicates that the remaining 9% of children should be referred to level II.

Sensorineural hearing loss is the most common hearing impairment, which is most common both in the group of unilateral and bilateral hearing impairments. It accounts for half of hearing loss cases in the first case and for 64% in the latter one. This type of hearing loss is detected at the earliest stage of life<sup>(29)</sup>.

### Hearing screening in older children

Hearing screening is usually conducted in children aged 3–4 years and in the early school age years (6–7 years). During the screening, particular attention should be paid to patients<sup>(34)</sup>:

- with already existing hearing loss;
- participating in special education programmes;
- with positive medical history;
- with delayed or impaired speech;
- in whom hearing problems were noticed by a teacher.

Conditioned play audiometry and pure tone audiometry are mainly used for screening in younger (preschool) children. All methods for hearing evaluation, both objective as well as audiometric, can be used in older children



- z opóźnionym rozwojem mowy lub jej zaburzeniami;
- u których nauczyciel zauważył problemy ze słuchem.

U dzieci młodszych (w wieku przedszkolnym) do skriningu wykorzystuje się głównie audiometrię zabawową lub audiometrię tonalną. U dzieci nieco starszych (około 7. roku życia) można już stosować wszystkie metody służące do badania słuchu, zarówno obiektywne, jak i audiometryczne, ponieważ dzieci w wieku młodszym szkolnym mają już zdolność współpracy podczas badania<sup>(34)</sup>.

Pod koniec 2012 roku Rada Europy podpisała dokument, zgodnie z którym rekomenduje się wprowadzenie programów badań przesiewowych słuchu, wzroku i mowy u dzieci uczęszczających do przedszkola i do szkoły<sup>(35-37)</sup>.

### PROFILAKTYKA III FAZY

Celami profilaktyki III fazy są hamowanie postępu choroby i ograniczanie powikłań. W przypadku niedosłuchu polega to przede wszystkim na unikaniu infekcji ucha – bardzo częstych w żłobkach i przedszkolach, w których dziecko spędza większą część dnia. Szczególnie groźne są ostre zapalenia ucha środkowego i wysiękowe zapalenia ucha. To właśnie one – nieodpowiednio leczone lub niedoleczone – mogą skutkować powikłaniami, a w konsekwencji pogłębieniem upośledzenia słuchu<sup>(11)</sup>.

W przypadku głębszych niedosłuchów jedynym sposobem profilaktyki, jaki można zastosować, jest zaaparatowanie (gdy zachowane są resztki słuchowe) lub zaimplantowanie (gdy występuje głęboki niedosłuch)<sup>(6)</sup>.

Aparaty słuchowe oraz implanty ślimakowe powinny stanowić podstawę rehabilitacji dzieci z niedosłuchem i być wprowadzane jak najwcześniej, aby zapewnić pacjentom optymalny rozwój. Chodzi tutaj nie tylko o samą funkcję implantów i aparatów, lecz także o wpływ jakości słuchu na rozwój intelektualny, emocjonalny i społeczny<sup>(6)</sup>.

### PODSUMOWANIE

1. W celu zmniejszenia ryzyka wystąpienia niedosłuchu u dzieci najlepiej stosować profilaktykę I fazy, która powinna być podejmowana przez przyszłe matki.
2. Najbardziej rozpowszechniona i skuteczna jest profilaktyka II fazy (Program Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków).
3. W ramach profilaktyki III fazy w przypadku niedosłuchu u dzieci możliwe są zaaparatowanie lub zaimplantowanie. Działaniem mniej inwazyjnym – jednak nie zawsze wystarczającym – jest unikanie infekcji ucha.

#### Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

(about 7 years old) as early school-aged children have the ability to cooperate during the test<sup>(34)</sup>.

At the end of 2012, the Council of Europe signed a document recommending an introduction of hearing, sight and speech screening programmes in preschool and school children<sup>(35-37)</sup>.

### PHASE 3 PREVENTION

The aim of phase 3 prevention is to inhibit the progression of disease and to reduce complications. In the case of hearing loss, this primarily involves avoiding ear infections, which are very common in nurseries and preschools, where the child spends most of the day. Acute otitis media and otitis media with effusion are particularly dangerous. These two infections can lead to complications and, consequently, increased hearing impairment, if inappropriately or insufficiently treated<sup>(11)</sup>.

In more severe cases, a hearing aid (with remains of hearing) or a cochlear implant (profound hearing loss) is the only preventive method<sup>(6)</sup>.

Hearing aids and cochlear implants should be the basis for rehabilitation of children with hearing loss and should be introduced as early as possible to ensure optimal development of patients. It is not only the function of implants or hearing aids that is important, but also the influence of the hearing quality on intellectual, emotional and social development<sup>(6)</sup>.

### SUMMARY

1. Phase 1 prevention, which should be undertaken by expectant mothers, should be used to minimise the risk of hearing impairment in children.
2. Phase 2 prevention (the Universal Neonatal Hearing Screening) is the most common and effective strategy.
3. Phase 3 prevention can involve the use of a hearing aid or a cochlear implant in children with hearing loss. Avoiding ear infections is a less invasive, although sometimes insufficient, method.

#### Conflict of interest

The authors do not report any financial or personal connections with other persons or organizations which might negatively affect the content of this publication and/or claim authorship rights to this publication.

Piśmiennictwo / References

1. Lechowicz U, Pollak A, Stawiński P *et al.*: Genetycznie uwarunkowany niedosłuch – perspektywy i możliwości diagnostyczne z wykorzystaniem sekwencjonowania nowej generacji. *Now Audiofonol* 2013; 2: 14–21.
2. Bień D, Kantor I: Diagnostyka i leczenie niedosłuchu. *Nowa Klinika* 2008; 15: 408–416.
3. Śmiechura M, Makowska-Piontek A, Makowski A *et al.*: Stan słuchu u dzieci z cytomegalią wrodzoną i nabytą. *Otolaryngologia* 2011; 10: 126–130.
4. Sulat-Syncerek D, Sobolewska-Dryjańska J, Śmiechura M *et al.*: Wpływ zakażenia cytomegalowirusem na stan słuchu u dzieci. *Pediatr Pol* 2013; 88: 159–163.
5. Bierła K, Szczapa J, Szczapa T: Wpływ czynników ryzyka uszkodzenia słuchu u noworodków na częstość występowania niedosłuchu. *Postępy Neonatologii* 2007; 2: 88–94.
6. Pruszewicz A (ed.): *Audiologia kliniczna: zarys*. Wydawnictwo Akademii Medycznej im. Karola Marcinkowskiego, Poznań 2003.
7. Borszewska-Kornacka MK: Kompendium wiedzy o wcześniaku. *Standardy medyczne. PEDIATRIA* 2013; 10: 597–611.
8. Gunia G: Terapia logopedyczna dzieci z zaburzeniami słuchu i mowy. Wybrane problemy teorii i praktyki surdologopedycznej. Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2006.
9. Goździewski A, Hassmann-Poznańska E, Skotnicka B *et al.*: Upośledzenie słuchu jako następstwo przebytego wysiękowego zapalenia ucha. *Otolaryngologia* 2009; 8: 28–32.
10. Wierzbicka M, Machnik M, Całka A *et al.*: Znaczenie i przydatność przesiewowych badań laryngologicznych populacji dziecięcej w wieku wczesnoszkolnym w wykrywaniu niedosłuchu przedwrodzeniowego. *Otolaryngol Pol* 2005; 59: 737–741.
11. Szyfter W, Wierzbicka M, Całka A *et al.*: Przydatność przesiewowych badań laryngologicznych populacji dziecięcej ze szczególnym uwzględnieniem wczesnego rozpoznawania niedosłuchu. *Pediatr Pol* 2004; 79: 1021–1025.
12. Skoczylas A, Lewandowska M, Piłuta A *et al.*: Ośrodkowe zaburzenia słuchu – wskazówki diagnostyczne i propozycje terapii. *Now Audiofonol* 2012; 1: 11–18.
13. Skarżyński H, Mueller-Malesińska M, Wojnarowska W: Klasyfikacje zaburzeń słuchu. *Audiofonologia* 1997; 10: 49–60.
14. Lachowska M: Diagnostyka różnicowa zaburzeń słyszenia. *Neurologia po Dyplomie* 2012; 7: 47–53.
15. WHO global estimates on prevalence of hearing loss. Available from: [http://www.who.int/pbd/deafness/WHO\\_GE\\_HL.pdf](http://www.who.int/pbd/deafness/WHO_GE_HL.pdf) [cited: 9 January 2016].
16. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK *et al.*: Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics* 1998; 102: 1161–1171.
17. Mehra S, Eavey RD, Keamy DG Jr: The epidemiology of hearing impairment in the United States: newborns, children, and adolescents. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 140: 461–472.
18. The Prevalence and incidence of hearing loss in children. Available from: <http://www.asha.org/public/hearing/Prevalence-and-Incidence-of-Hearing-Loss-in-Children/> [cited: 9 January 2016].
19. Przewoźny T, Piątkowski J, Stankiewicz C: Realizacja programu powszechnych przesiewowych badań słuchu u noworodków w Klinice Otolaryngologii Gdańskiego Uniwersytetu Medycznego. *Ann Acad Med Gedan* 2014; 44: 37–48.
20. Wiśniewska-Lowigus M, Drobik P: Zagrożenia związane ze spożywaniem kofeiny w ciąży. *Pielęgniarstwo Polskie* 2013; 1: 28–33.
21. Ostachowska-Gąsior A: Podaż białka w diecie kobiet ciężarnych o prawidłowym i nieprawidłowym stanie odżywienia przed ciążą a masa ciała noworodków. *Probl Hig Epidemiol* 2008; 89: 537–542.
22. Myszowska-Ryciak J, Gurtatowska A, Harton A *et al.*: Poziom wiedzy żywieniowej a wybrane aspekty sposobu żywienia kobiet w okresie ciąży. *Probl Hig Epidemiol* 2013; 94: 600–604.
23. Lesińska-Sawicka M: Planowanie ciąży a stosowanie używek w czasie ciąży przez kobiety z wybranych krajów europejskich. *Probl Hig Epidemiol* 2011; 92: 127–131.
24. Pilewska-Kozak AB, Skurzak A, Bałanda-Bałdyga A *et al.*: Organizacja oddziału intensywnej opieki neonatologicznej. In: Pilewska-Kozak AB (ed.): *Opieka nad wcześniakiem*. Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2009: 26–32.
25. Sułkowski WJ: Uszkodzenia słuchu spowodowane hałasem u dzieci i młodzieży: przyczyny i prewencja. *Med Pr* 2009; 60: 513–517.
26. Iwanicka-Pronicka K, Radziszewska-Konopka M, Siedlecka H: Przegląd technik diagnostycznych stosowanych w przesiewowych badaniach słuchu noworodków. *Pediatr Pol* 2007; 82: 951–955.
27. Dzwonkowska M, Janowska J, Ołtarzewski M *et al.*: Badania przesiewowe u noworodków. *Klin Pediatr* 2008; 16: 212–218.
28. Achrem-Waszkinel D, Rudnicki J, Chilarska M *et al.*: Analiza powszechnych przesiewowych badań słuchu u noworodków w Klinice Patologii Noworodka PAM. *Postępy Neonatologii* 2007; 2: 72–78.
29. Wróbel M, Szyfter W: Program Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków w Polsce. *Postępy w Chirurgii Głowy i Szyi* 2011; 2: 56–59.
30. Ozimek E: Emisje otoakustyczne w aspekcie fizycznym i klinicznym. *Postępy w Chirurgii Głowy i Szyi* 2005; 1: 5–23.
31. Polski B, Szydłowski J, Pucher B *et al.*: Rola lekarza rodzinnego w procesie wczesnej wykrywalności niedosłuchu u dzieci, realizowanej w ramach Powszechnego Programu Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków. *Fam Med Prim Care Rev* 2014; 16: 148–149.
32. USZKO – Biuletyn Programu Powszechnych Przesiewowych Badań Słuchu u Noworodków 2006; 15: 4–24.
33. Pucher B, Jończyk-Potoczna K, Jakubczak-Szymańska K *et al.*: Zdrowa mama, zdrowy noworodek – czynniki ryzyka uszkodzenia słuchu u niemowląt w materiale Kliniki Otolaryngologii Dziecięcej Uniwersytetu Medycznego im. K. Marcinkowskiego w Poznaniu. *Nowiny Lek* 2012; 81: 311–315.
34. Obrębowski A: Dziecko niedosłyszące w praktyce lekarza rodzinnego. *Fam Med Prim Care Rev* 2005; 7: 736–740.
35. Dziedzic P, Kochanek K, Piłka A *et al.*: Ocena powtarzalności badań audiometrycznych wykonywanych u dzieci w wieku przedszkolnym. *Now Audiofonol* 2014; 3: 46–53.
36. Skarżyński H, Piotrowska A: Screening for pre-school and school-age hearing problems: European Consensus Statement. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2012; 76: 120–121.
37. Skarżyński H, Piotrowska A: Prevention of communication disorders – screening pre-school and school-age children for problems with hearing, vision and speech: European Consensus Statement. *Med Sci Monit* 2012; 18: SR17–SR21.