

Czynniki ryzyka szumów usznych u dzieci w wieku 7 lat

Risk factors of tinnitus among 7 year old children

DANUTA RAJ-KOZIĄK, HENRYK SKARŻYŃSKI, KRZYSZTOF KOCHANEK, ANNA FABIJAŃSKA

Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu, Światowe Centrum Słuchu, Kajetany

Wprowadzenie. Czynniki ryzyka wskazują na możliwość wystąpienia określonego zdarzenia, co w odniesieniu do szumów usznych oznacza prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Współczesna medycyna nastawiona jest głównie na profilaktykę schorzeń, stąd specjalnego znaczenia nabiera ocena czynników ryzyka wystąpienia szumów usznych, których identyfikacja pozwala na ocenę czynników etiologicznych.

Cel pracy. Ocena płci, niedosłuchu, przebytych zapaleń uszu oraz narażenia na hałas pod postacią słuchania głośnej muzyki jako potencjalnych czynników ryzyka wystąpienia szumów usznych u dzieci w wieku 7 lat.

Materiał i metody. Materiał pracy stanowiły odpowiedzi ankietowe 118 005 rodziców 7-latków. Badania zaplanowano jako retrospektywną analizę wyników danych ankietowych, które zostały zebrane podczas realizacji programu przesiewowych badań słuchu w Polsce w latach 2008-2010 wśród dzieci w wieku 7 lat. Strategią postępowania była ocena ryzyka wystąpienia szumów usznych w oparciu o ocenę wartości ilorazu (OR) dokonana w grupach dzieci: wśród dziewcząt i chłopców, w grupie dzieci z pozytywnym oraz negatywnym wywiadem na temat przebytych zapaleń uszu, w grupie dzieci z prawidłowym oraz nieprawidłowym wynikiem przesiewowego badania słuchu. Ocenie poddano również ryzyko wystąpienia szumów usznych w grupie dzieci z dodatnim oraz ujemnym wywiadem dotyczącym narażenia na hałas pod postacią słuchania głośnej muzyki.

Wyniki. Niedosłuch, przebyte zapalenia uszu oraz narażenie na hałas pod postacią słuchania głośnej muzyki okazały się czynnikami ryzyka szumów usznych u dzieci w wieku 7 lat.

Wnioski. Identyfikacja czynników ryzyka wydaje się być pozytywną wskazówką pozwalającą na wypracowanie procedur profilaktyki wczesnej i pierwotnej szumów usznych w populacji dziecięcej.

Słowa kluczowe: szumy uszne, czynniki ryzyka, dzieci

Introduction. Risk factors indicate the possibility of a specific event, which for the tinnitus means the likelihood of its occurrence. The main focus of modern medicine is to prevent diseases, hence it is essential to assess tinnitus risk factors, as their identification enables assessment of the related etiological factors.

Aim. The objective of this study was to estimate risk factors for development of children's tinnitus, such as: sex, hearing impairment, ear infections, noise exposure from listening to loud music.

Material and methods. Material of the study included responses of 118 005 parents of 7-year-old children, collected during the implementation of the 2008-2010 nationwide project of screening tests intended to assess hearing function among 7 year-old children. The research strategy included assessment of the risk of tinnitus based on the value of odds ratio (OR) for different groups of the children: boys vs. girls, children with positive vs. negative history of otitis, and with normal vs. abnormal result of the hearing screening test. Risk of tinnitus was also compared between the children with, and without a history of noise exposure from listening to loud music.

Results. Hearing impairment, history of ear infections and noise exposure through listening to loud music have been proved to be the risk factors of tinnitus in 7-year children.

Conclusions. Identification of the risk factors for tinnitus seems to represent a valuable guideline for the development of procedures for early and primary prevention of tinnitus in children.

Key words: tinnitus, risk factors, children

WSTĘP

Czynnik ryzyka wskazuje na możliwość wystąpienia określonego zdarzenia, co w odniesieniu do szumów usznych oznacza prawdopodobieństwo ich wystąpienia. Współczesna medycyna nastawiona jest głównie na profilaktykę schorzeń, stąd specjalnego znaczenia nabiera ocena czynników ryzyka wystąpienia szumów usznych, których identyfikacja pozwala na ocenę czynników etiologicznych i wypracowanie procedur postępowania zapobiegawczego. Dotychczas na podstawie danych z piśmiennictwa potwierdzono, że wiek dziecka, płeć żeńska, niedosłuch, narażenie na hałas, nadwrażliwość słuchowa, zaburzenia równowagi stanowią czynniki ryzyka szumów usznych u dzieci [1-9]. Zdania na temat przebytych infekcji uszu oraz górnych dróg oddechowych jako potencjalnego czynnika ryzyka szumów usznych u dzieci wśród różnych autorów są podzielone [10-12].

MATERIAŁ I METODY

Analizę częstości występowania szumów usznych u dzieci 7-letnich wykonano w oparciu o 118 005 odpowiedzi ankietowych uzyskanych od rodziców. W grupie tej znalazło się 59 502 (50,4%) ankiet zebranych od rodziców chłopców oraz 58 503 (49,6%) ankiet uzyskanych od rodziców dziewczynek. Badanie przesiewowe słuchu zostało wykonane u 118 005 dzieci w wieku 7 lat. Odpowiedzi 116 240 rodziców 7-latków posłużyły jako materiał badany do oceny czynnika ryzyka wystąpienia szumów usznych jakimi mogą być przebyte zapalenia uszu wśród dzieci. Do oceny wpływu hałasu pod postacią słuchania głośnej muzyki posłużyły odpowiedzi 59079 rodziców 7-latków. Różna liczność badanych grup przy ocenie czynników ryzyka wynika z braku odpowiedzi rodziców na pytania zawarte w ankiecie.

Badania zaplanowano, jako retrospektywną analizę wyników danych ankietowych, które zostały zebrane podczas realizacji przez Instytut Fizjologii i Patologii Słuchu programu przesiewowych badań słuchu w roku 2008 wśród dzieci w wieku 7 lat zamieszkujących małe miasta i wsie z regionu Polski wschodniej oraz w roku 2010 na terenie Polski zachodniej.

W badaniach przesiewowych słuchu zastosowano urządzenie „Platforma Badań Zmysłów”, które jest przenośnym, przesiewowym audiometrem. Według normy PN-EN 60645-1 urządzenie do badań zakwalifikowane jest jako audiometr klasy 4, który składa się z komputera typu notebook, słuchawek audiometrycznych oraz przycisku pacjenta. Karta dźwiękowa komputera umożliwiała generację

dźwiękowych sygnałów audiometrycznych. U każdego dziecka wykonano badanie progu słyszenia dla przewodnictwa powietrznego w zakresie częstotliwości od 0,25 kHz do 8 kHz. Za wynik nieprawidłowy uznano takie badanie, gdzie przynajmniej dla jednej częstotliwości chociażby w jednym uchu uzyskany próg słyszenia był większy od 20 dB HL.

W liście przekazanych przez wychowawców lub dyrektorów szkół do rodziców poproszono ich o wypełnienie załączonej ankiety i przekazanie jej wraz ze zgodą na wykonanie badań przesiewowych słuchu dzieciom podczas wizyty badacza w szkole.

Dla oceny częstotliwości występowania szumów usznych wśród dzieci 7-letnich wykorzystano odpowiedzi rodziców na pytanie: „Czy dziecko skarży się na występowanie szumów usznych, gdy jest cicho?” Rodzice mieli możliwość wskazania jednej z odpowiedzi: „nigdy”, „sporadycznie”, „często”, „bardzo często”.

Aby oszacować czy niedosłuch stanowi czynnik ryzyka wystąpienia szumów usznych u dzieci odpowiedzi rodziców na pytanie o obecność szumów usznych podzielono odpowiedzi dwukategoriowe – odpowiedź „nigdy” przeciw odpowiedziom „rzadko, często i bardzo często”. Porównano dwie grupy dzieci z prawidłowym oraz nieprawidłowym wynikiem przesiewowego badania słuchu i oceniono szansę wystąpienia szumów usznych w obu grupach.

Aby stwierdzić istnienie ewentualnych zależności pomiędzy odczuwaniem szumów usznych a przebytymi schorzeniami uszu wykorzystano wyniki odpowiedzi ankietowych rodziców na pytanie, które zostało sformułowane w następujący sposób: „Czy dziecko było leczone z powodu zapaleń uszu?” Rodzice mogli zaznaczyć jedną z podanych odpowiedzi: „tak” lub „nie”. Uzyskane wyniki zestawiono z odpowiedziami rodziców na temat występowania szumów usznych u ich dzieci. W celu oceny wpływu hałasu pod postacią słuchania muzyki na wystąpienie szumów usznych u dzieci analizowano odpowiedzi rodziców i dzieci. Rodzice mogli zaznaczyć jedną z dwóch możliwości; „tak” lub „nie” odpowiadając na pytanie: „Czy dziecko często słucha głośnej muzyki?”

Uzyskane wyniki zestawiono z odpowiedziami rodziców na temat występowania szumów usznych u dzieci. Do określenia siły związku i zależności między zmiennymi stosowano test chi-kwadrat oraz iloraz szans (OR, odds ratio) dla danych zagregowanych do tabel dwukategoriowych. Wyniki istotne statystycznie przyjęto dla współczynnika istotności statystycznej $p < 0,05$. Ryzyko wystąpienia szumów usznych zostało ocenione za pomocą wartości ilo-

razu szans OR określającego ile razy jedna grupa względem drugiej ma większą szansę na określone zachorowanie.

WYNIKI

Analiza wyników danych ankietowych zebranych od rodziców wykazała 15 244 (12,9%) odpowiedzi pozytywnych wskazujących na występowanie szumów usznych u ich dzieci. Pozostała grupa to 102 761 (87,1%) odpowiedzi negatywnych. Występowanie szumów usznych u dziewcząt stwierdzono w 7751 (13,2%) przypadków, u chłopców w 7496 (12,6%) przypadków. Występujące różnice w odczuwaniu szumów usznych u dzieci w zależności od płci okazały się nieistotne statystycznie.

Po wykonaniu badań przesiewowych słuchu wśród 118 005 dzieci w wieku 7 lat u 15 444 (13,1%) z nich stwierdzono niedosłuch natomiast u pozostałych 102 561 (86,9%) wynik przesiewowego badania słuchu był prawidłowy. W grupie dzieci z prawidłowym wynikiem przesiewowego badania słuchu, występowanie szumów usznych na podstawie wyników ankietowych uzyskanych od rodziców, stwierdzono u 12,0% dzieci (12 274). Wśród dzieci z nieprawidłowym wynikiem badania przesiewowego słuchu u 19,2% (2970 odpowiedzi rodziców) stwierdzono występowanie szumów usznych (tab. I). Częstsze występowanie szumów usznych wśród dzieci w wieku 7 lat z niedosłuchem

w porównaniu z grupą dobrze słyszących 7-latków okazało się istotne statystycznie ($p < 0,0005$, chi kwadrat = 629,474). Wartość ilorazu szans wystąpienia szumów usznych wśród dzieci z niedosłuchem w porównaniu z grupą dzieci prawidłowo słyszących wyniosła $OR=1,751$ (95%CI:1,676–1,831).

Na podstawie odpowiedzi ankietowych rodziców dzieci 7-letnich na temat przebytych zapaleń uszu stwierdzono 30 151 (25,9%) pozytywnych odpowiedzi potwierdzających przebyte zapalenia uszu u ich dzieci. Ilość oraz odsetek odpowiedzi negujących dotyczących przebyte zapalenia uszu wśród wyniósł 86 089 (74,1%). W grupie dzieci, których rodzice w ankiecie potwierdzili przebyte zapalenia uszu stwierdzono 22,6% (6803) pozytywnych odpowiedzi rodziców na temat występowania szumów usznych u dzieci.

W grupie dzieci, u których rodzice nie potwierdzili w ankiecie przebytych zapaleń uszu występowanie szumów usznych stwierdzono u 9,5% (8142) dzieci (8142) (tab. II). Stwierdzone różnice okazały się istotne statystycznie ($p < 0,0005$, chi kwadrat = 3423,13). Szansa wystąpienia szumów usznych na podstawie oceny wartości ilorazu szans u dzieci z przebytymi zapaleniami uszu, okazała się prawie trzykrotnie wyższa, w porównaniu z grupą dzieci, u których nie stwierdzono przebytych zapaleń uszu [$OR=2,789$ (CI: 95% 2,693-2,890)].

Tabela I. Częstość występowanie szumów usznych u dzieci 7-letnich z prawidłowym i nieprawidłowym wynikiem przesiewowego badania słuchu

Odpowiedzi rodziców dzieci 7-letnich na pytanie o odczuwania szumów usznych przez dzieci:			Wynik przesiewowego badania słuchu		Ogółem
			norma	niedosłuch	
Czy dziecko skarży się a występowanie szumów lub innych dźwięków w uszach, gdy jest cicho?	nie	Liczebność	90 287	12 474	102 761
		%	88,0	80,8	87,1
	tak	Liczebność	12 274	2970	15 244
		%	12,0	19,2	12,9
Ogółem		Liczebność	102 561	15 444	118 005
		%	100,0	100,0	100,0

Tabela II. Częstość występowanie szumów usznych u dzieci 7-letnich z dodatnim i ujemnym wywiadem dotyczącym przebytych zapaleń uszu

Odpowiedzi rodziców dzieci 7-letnich na pytania:			Czy dziecko było leczone z powodu zapaleń uszu?		Ogółem
			nie	tak	
Czy dziecko skarży się na występowanie szumów lub innych dźwięków w uszach, gdy jest cicho?	nie	Liczebność	77 947	23 348	101 295
		%	90,5	77,4	87,31
	tak	Liczebność	8142	6803	14 945
		%	9,5	22,6	12,9
Ogółem		Liczebność	86 069	30 151	116 240
		%	100,0	100,0	100,0

Występowanie szumów usznych stwierdzono u 32,2% dzieci (4945), które wg rodziców często słuchają głośnej muzyki. W grupie dzieci u których rodzice nie stwierdzili w ankiecie narażenia na hałas pod postacią częstego słuchania głośnej muzyki występowanie szumów usznych stwierdzono u 23,2% dzieci (10 121) (tab. III). Stwierdzone różnice okazały się istotne statystycznie ($p < 0,0005$, chi kwadrat = 484,629). Szansa wystąpienia szumów usznych oceniona na podstawie wartości ilorazu szans u dzieci, które wg rodziców słuchają głośnej muzyki, okazała się o 57% większa, w porównaniu z grupą dzieci, które wg rodziców nie słuchają głośnej muzyki [OR=1,573 (95%CI:1,510-1,638)].

DYSKUSJA

Stan słuchu u dzieci 7-letnich został poddany analizie jako potencjalny czynnik ryzyka wystąpienia szumów usznych u dzieci. W literaturze większość autorów wskazuje, na fakt częstszego występowania szumów usznych u dzieci niedosłyszących w porównaniu z grupą dzieci prawidłowo słyszących [1,5,13-15]. Wg Coelho szansa wystąpienia szumów usznych na podstawie oceny wartości ilorazu szans wśród dzieci z lekkim niedosłuchem wyniosła 1,8 a wśród dzieci z średnim i głębokim niedosłuchem 0,5 [3]. Szansa wystąpienia szumów usznych w badaniach własnych wśród dzieci z niedosłuchem okazała się o 75,0% większa w porównaniu z grupą dzieci prawidłowo słyszących. Wg Holgers iloraz szans związany z wystąpieniem szumów usznych u dzieci z niedosłuchem wynosi 3,3 [4]. Fakt, że nawet lekkiego stopnia niedosłuch stanowi czynnik ryzyka wystąpienia szumów usznych może być wyjaśniony w ten sposób, że nawet niewielkie ubytki słuchu powodują tonotopową reorganizację kory słuchowej [16].

Przebyte zapalenia uszu przez dzieci zostały poddane analizie jako kolejny czynnik ryzyka wystąpienia szumów usznych. Szansa wystąpienia szumów usznych na podstawie oceny wartości ilorazu szans

wśród dzieci 7-letnich, których rodzice potwierdzili w ankiecie przebyte zapalenia uszu okazała się prawie trzykrotnie wyższa (OR=2,8) w porównaniu z grupą dzieci, u których nie stwierdzono przebytych zapaleń uszu. Dzieci są bardziej predysponowane na infekcje górnych dróg oddechowych ze względu na odmienności anatomiczne nosogardła i mniejszą odporność immunologiczną.

Relatywnie mało wiadomo na temat związku pomiędzy wysiękowym zapaleniem uszu a szumami usznymi. Zmiany zapalne pod postacią wysięku w uszach stanowią wg Borawskiej 25,0% przyczyn występowania szumów usznych u dzieci [11]. Mills w swoich badaniach dowodzi, że szumy uszne występowały częściej u dzieci z chorobami ucha środkowego (43,9%) w porównaniu z dziećmi (29,5%) dobrze słyszącymi [10]. Wg Borawskiej przewlekłe wysiękowe zapalenie uszu u dzieci stanowi jeden z najczęściej występujących czynników ryzyka szumów usznych u dzieci. Szumy uszne po właściwie zastosowanym leczeniu przyczynowym usuwającym patologię z przestrzeni ucha środkowego czy nosogardła mogą ustąpić nawet u 33,4% pacjentów [11]. Savastano dowodzi odwrotnej tezy twierdząc, że przebyte wysiękowe zapalenia ucha środkowego u dzieci nie wydaje się istotnym czynnikiem wystąpienia szumów usznych u dzieci [12].

Ocena wpływu hałasu pod postacią słuchania głośnej muzyki w odpowiedziach rodziców 7-latków wykazała istotnie statystycznie częste występowanie szumów usznych u dzieci słuchających głośnej muzyki w porównaniu z grupą dzieci, które nie potwierdziły słuchania głośnej muzyki. Opierając się na odpowiedzi uzyskanych od rodziców szansa wystąpienia szumów usznych u 7-latka często słuchającego głośnej muzyki okazała się o 57% większa w porównaniu z grupą dzieci, których rodzice nie potwierdzili słuchania głośnej muzyki przez dziecko. Wg Coelho narażenie na hałas wśród młodzieży stanowi czynnik ryzyka wystąpienia szumów usznych o ilorazie szans OR=1,8. Najczęstszym rodzajem hałasu wywołującego szumy uszne były wg Coelho

Tabela III. Częstość występowanie szumów usznych u dzieci 7-letnich w zależności od nawyku częstego słuchania głośnej muzyki

Odpowiedzi rodziców 7-latków na pytania:			Czy dziecko często słucha głośnej muzyki?		Ogółem
			nie	tak	
Czy dziecko skarży się na występowanie szumów lub innych dźwięków w uszach gdy jest cicho?	nie	Liczebność	33 580	10 433	44 013
		%	76,8	67,8	74,5
	tak	Liczebność	10 121	4945	15 066
		%	23,2	32,2	25,5
Ogółem		Liczebność	43 701	15 378	59 079
		%	100,0	100,0	100,0

wybuchy fajerwerków [3]. Analiza 53 przypadków dzieci w wieku od 4 do 14 lat, które doznały urazu akustycznego pokazała, że 25,0% zostało narażone na hałas podczas zabawy z petardami i pistoletami na kapiszony [6]. W badaniach Borawskiej narażenie na hałas było przyczyną odczuwania szumów usznych u 8,5% dzieci wśród 82 osobowej grupy badanych [11]. Savastano po przebadaniu 374 dzieci w wieku od 6 do 16 roku życia stwierdziła uraz akustyczny jako przyczynę, która mogła spowodować odczuwanie szumów usznych u 9,0% z nich. Przyczynę urazu akustycznego stanowiły głośne zabawki, wybuch poduszki powietrznej, słuchanie głośnej muzyki przez słuchawki [12]. Współczesna młodzież narażona jest na specyficzny rodzaj hałasu występujący podczas słuchania głośnej muzyki. Holgers i Petterson stwierdzili, że iloraz szans wystąpienia szumów usznych u młodzieży uczęszczającej na koncerty oraz spędzającej czas w klubach i dyskotekach wynosi $OR=1,4$. Iloraz ten znacząco wzrasta do wartości $OR=4,4$ u młodzieży uczęszczającej na 6 do 12 koncertów rocznie w porównaniu z grupą młodzieży, która w takich koncertach nie uczestniczy. U młodzieży uczęszczających regularnie do klubów i dyskotek iloraz szans wystąpienia szumów usznych wynosi $OR=3,8$ [4]. Wystąpienie szumów usznych związane jest również z używaniem nośników muzyki takich jak walkman czy ipod [17]. Mittal opisuje występowanie szumów usznych u dzieci po wybuchu poduszki powietrznej [18].

W piśmiennictwie polskim Bartnik również wskazuje na uraz akustyczny, jako jedną z przyczyn występowania szumów usznych u dzieci [19]. Miarą zmęczenia słuchowego jest czasowe przesunięcie progu (TTS, *Temporary Threshold Shift*). U dzieci w wieku szkolnym, u których stwierdzono czasowe

przesunięcie progu (TTS) po ekspozycji na hałas, iloraz szans wystąpienia szumów usznych wyniósł $OR=1,4$ a iloraz szans wystąpienia szumów usznych spowodowanych hałasem wyniósł $OR=2,0$ [4].

Intensywny hałas może spowodować uszkodzenie ucha środkowego (perforacja błony bębenkowej, rozerwanie łańcucha kosteczek), wewnętrznego (uszkodzenie przede wszystkim komórek słuchowych zewnętrznych) oraz wyższych pięter drogi słuchowej (zwyrodnienie włókien n. słuchowego, zmniejszenie gęstości komórek ciała kolankowatego przyśrodkowego, zmiany spontanicznych wyładowań we wzgórku dolnym) [20,21]. Reorganizacja tonotopowej mapy w korze słuchowej pierwszorzędowej powstająca po urazie akustycznym jest jednym z sygnałów powodujących aktywację plastyczności neutralnej, która jak się przypuszcza może być przyczyną odczuwania szumów usznych [22].

Czynniki ryzyka są parametrem, który można określić i który pozwala przewidzieć prawdopodobieństwo rozwoju choroby. Ich identyfikacja jest ważna, ponieważ może przyczynić się wprowadzenia i utrwalenia wzorców zdrowego stylu życia (tzw. profilaktyka wczesna) oraz wypracować mechanizmy zapobiegania występowaniu szumów usznych poprzez kontrolowanie czynników ryzyka (tzw. profilaktyka pierwotna).

WNIOSKI

Identyfikacja czynników ryzyka pozwoli na wypracowanie procedur profilaktyki wczesnej i pierwotnej szumów usznych w populacji dziecięcej.

Praca finansowana z grantu NN 403 153 540.

Piśmiennictwo

- Nodar RH. Tinnitus aurium in school age children: a survey. *J Audiol Res* 1972; 12: 133-5.
- Aksoy S, Akdogan O, Gedikli Y, Belgin E. The extent and level of tinnitus in children of central Ankara. *Int J Pediatr Otolaryngol* 2007; 71(2): 263-8.
- Coelho CB. Epidemiology of tinnitus in children. (w) *Textbook of Tinnitus*. Møller AR, Langguth B, De Ridder D, Kleinjung T (red.). Springer New York, 2011; 39-45.
- Holgers KM, Petterson B. Noise exposure and subjective hearing symptoms among school children in Sweden. *Noise Health* 2005; 7(27): 27-37.
- Stouffer J. Tinnitus in normal hearing and hearing-impaired children. (w) *Proc. IV International Tinnitus Seminar*. Kugler Publications, Bordeaux, 1992.
- Segal S, Eviatar E, Lapinsky J, Shlamkovitch N, Kessler A. Inner ear damage in children due to noise exposure from toy cap pistols and fire crackers: a retrospective study of 53 cases. *Noise Health* 2003; 5(18): 13-8.
- Folmer RL, Griest SE. Chronic tinnitus resulting from head and neck injuries. *Laryngoscope* 2003; 113: 821-7.
- Vernon JA, Press LS. Characteristics of tinnitus induced by head injury. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1994; 120: 547-51.
- Weiss LA, Abney M, Cook EH Jr, Ober C. Sex specific gene architecture of whole blood serotonin levels. *Am J Hum Genet* 2005; 76(1): 33-41.
- Mills RP, Cherry JR. Subjective tinnitus in children with otological disorders. *Int J Paediatric Otorhinolaryngol* 1984; 7: 21-7.
- Borawska B. Opracowanie procedury terapii szumów usznych u dzieci. Rozprawa na stopień doktora nauk medycznych. IFPS, Warszawa 2007.
- Savastano M. Characteristics of tinnitus in childhood. *Eur J Pediatr* 2007; 166(8): 797- 801.

13. Graham JM. Tinnitus in hearing impaired children. (w) Tinnitus. Hazell JWP (red.). Churchill Livingstone, London 1987; 131-43.
14. Viani LG. Tinnitus in children with hearing loss. *J Laryngol Otol* 1989; 103: 1142-5.
15. Drukier GS. The prevalence and characteristics of tinnitus with profound sensorineural hearing impairment. *Am Ann Deaf*. 1989; 134(4): 260-4.
16. Norena AJ, Eggermont JJ. Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization. *J Neurosci* 2005; 25(3): 699-705.
17. Bulbul SF, Muluk NB, Cakir EP, Tufan E. Subjective tinnitus and hearing problems in adolescents. *Int J Pediatr Otolaryngol* 2009; 73(8): 1124-31.
18. Mittal MK, Kallan MJ, Durbin DR. Breathing difficulty and tinnitus among children exposed to airbag deployment. *Accid Anal Prev* 2007; 39(3): 624-8.
19. Bartnik G, Fabijańska A, Raj-Koziak D. Szumy uszne i nadwrażliwość słuchowa u dzieci. *Audiofonologia* 2000; 18(1): 159-65.
20. Śliwińska-Kowalska M. Patofizjologia uszkodzeń słuchu wywołanych hałasem. (w) *Audiologia Kliniczna*. Śliwińska-Kowalska M (red.). Mediton, Łódź 2005; 89-96.
21. Basta D. Erratum to „Noise induced changes of neural spontaneous activity in mouse inferior colliculus brain slices”. *Neurosci Lett* 2005; 374(1): 74-9.
22. Komiya H, Eggermont JJ. Spontaneous firing activity of cortical neurons in adult cats with reorganization tonotopic map following pure-tone trauma. *Acta Otolaryngol* 2000; 120(6): 750-6.