

# Używanie osobistych odtwarzaczy muzyki a uszkodzenie słuchu

## Personal music players use and hearing loss

MARIOLA ŚLIWIŃSKA-KOWALSKA

Klinika Audiologii i Foniatrii Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi

W ostatnich latach istotnie wzrasta liczba osób korzystających z osobistych odtwarzaczy muzyki (Personal Music Players, PMPs). Obecnie ich stosowanie deklaruje aż 88-90% nastolatków. Mimo że głośna muzyka nie spełnia definicji hałasu, skala zjawiska musi rodzić pytanie o jej niekorzystny wpływ na narząd słuchu. Celem pracy było podsumowanie aktualnej wiedzy dotyczącej bezpieczeństwa stosowania PMPs w aspekcie możliwości rozwoju uszkodzenia słuchu i szumów usznych. Prace opublikowane w ostatnich latach wskazują, że średnie poziomy odtwarzania muzyki przez PMPs wśród młodych osób zawierają się w szerokim zakresie od 68 do 86 dB(A) i zależą od warunków otoczenia, rodzaju słuchawek oraz typu muzyki. Średni czas odtwarzania muzyki jest bardzo różny i waha się od kilku minut do 12 godzin. Biorąc pod uwagę poziom i czas ekspozycji ryzyko uszkodzenia słuchu występuje szacunkowo u 17%-29% osób. W rzeczywistości częstość występowania niedosłuchów w częstotliwościach wysokich u osób młodych wynosi 5-20%, jednak odsetek ten wydaje się nie zmieniać na przestrzeni ostatnich 20-30 lat. Niepokojącym zjawiskiem jest natomiast wzrost głębokości niedosłuchów u dziewcząt, równoległy do zwiększonej częstości stosowania przez nie PMPs. Biorąc pod uwagę bardzo wolną dynamikę rozwoju uszkodzenia słuchu po narażeniu na hałas, prawdopodobnym jest, że skutki nadmiernych ekspozycji na zbyt głośną muzykę w młodym wieku ujawnią się dopiero w późniejszych latach. O wiele bardziej niepokojące dane dotyczą szumów usznych, które występują ok. 4 razy częściej w grupie osób narażonych na nadmierne dźwięki muzyki. Wydaje się, że koniecznym jest podjęcie działań prewencyjnych ukierunkowanych na zmniejszenie nadmiernych ekspozycji związanych z używaniem PMPs.

**Słowa kluczowe:** *ryzyko, szumy uszne, redukcja hałasu, SCENIHR*

In recent years the number of individuals listening to music through Personal Music Players (PMPs) significantly increased. Nowadays, up to 88-90% of teenagers declare they use them. Even though loud music is not a noise by definition, the scale of this phenomenon must raise a question about the influence of the auditory organ to such exposures. The aim of this paper was to summarize current knowledge regarding the safety of the PMPs use in relation to hearing loss and tinnitus. The articles published in recent years indicate that the mean levels of listening to music by the youth range from 68 to 86 dBA, and depend on background noise, type of earphones, and type of music. The mean time of listening to music through PMPs also differs significantly and ranges from few minutes to up to 12 hours a day. Taking into account the level and time of exposure, 17-29% of PMPs users might be at risk of developing hearing loss. In fact, 5-20% of teenagers and young adults have a high frequency hearing loss that may indicate an acoustic trauma, but this rate has remained stable over the last 20-30 years. A worrisome observation is an increase of hearing threshold shifts in teenage girls, in parallel to an increased use of PMPs in this group of individuals. As the dynamic of noise-induced hearing loss development is very slow, it can be anticipated that the overexposures to music in young ages may result in significant hearing threshold shifts in later years of life. Much greater concern arises from the data on the prevalence of tinnitus in teenagers. It was shown that in those overexposed to music its rate is four times higher than in the not exposed group. Preventive action should be taken for teenagers and young adults to reduce their exposure to loud music listen through the PMPs.

**Key words:** *risk, tinnitus, noise reduction, SCENIHR*

## Wprowadzenie

Otoczający nas świat jest pełen dźwięków, zarówno tych przyjemnych, pożądaných, jak i tych niechcianých, wpływających niekorzystnie na zdrowie. Te ostatnie, określane mianem hałasu, mogą powodować szereg dobrze poznanych skutków ubocznych, poczynając od uszkodzenia słuchu do zaburzeń ze strony układu sercowo-naczyniowego, nerwowego, zaburzeń snu, czy reakcji psychicznych wynikających z przewlekłej uciążliwości hałasu. Uszkodzenia słuchu związane są z nadmiernymi poziomami ekspozycji na hałas, podczas gdy skutki pozasłuchowe mogą występować w odpowiedzi na długotrwałe zmęczenie hałasem o poziomach niższych, nie uszkadzających słuchu.

Czy jednak słuchanie głośnej muzyki, tak popularne w dzisiejszej dobie, można traktować jak ekspozycję na hałas? Wychodząc z samej definicji hałasu należałoby stwierdzić, że nie, jako że muzyka jest bodźcem jak najbardziej pożądanym, a nie czynnikiem postrzeganym jako uciążliwy. Zdają się to też potwierdzać badania prowadzone u zawodowych muzyków orkiestrowych. Pomiaru dozymetryczne wykazały, że są oni narażeni na dźwięki o poziomach rzędu 81-90 dB(A) przez 20-45 godzin tygodniowo [1]. Opierając się na modelu ISO 1999:1990, pozwalającym na szacowanie ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na hałas wynikałoby, że przy tej wielkości ekspozycji na dźwięki po 40 latach narażenia może dojść do uszkodzenia słuchu powyżej 35 dB w wysokich częstotliwościach aż u 26% osób. W rzeczywistości badania wykazują, że częstość uszkodzeń słuchu u muzyków nie odbiega od populacji ogólnej, jakkolwiek u muzyków bardziej narażonych ubytki słuchu w wysokich częstotliwościach są głębsze niż u muzyków o mniejszym narażeniu [1].

W ostatnich latach niepokojąco wzrasta częstość ekspozycji środowiskowych na nadmiernie głośne dźwięki, w tym zwłaszcza u ludzi młodych. Narażenia związane są m.in. z uczęszczaniem na koncerty muzyki, do klubów nocnych i na zawody sportowe [2]. Oceniono, że w okresie 20 lat, między rokiem 1980 a 2000 częstość tych ekspozycji zwiększyła się trzykrotnie od 6,7% do 18,8% [3]. W ostatnich kilkudziesięciu latach systematycznie wzrasta również liczba dzieci i młodzieży odsłuchujących muzykę przez osobiste odtwarzacze, typu MP3. Aktualnie 88-90% nastolatków i młodych osób dorosłych twierdzi, że słucha muzyki przez słuchawki [4, 5]. Wobec społecznego zaniepokojenia możliwością występowania zwiększonego ryzyka uszkodzenia słuchu u najmłodszej generacji, w 2008 roku *Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health*

*Risks* (SCENIHR) – komitet Komisji Europejskiej zlecił opracowanie, a następnie opublikował raport dotyczący zagrożeń zdrowia, w tym w szczególności uszkodzeń słuchu i szumów usznych, wynikających ze stosowania osobistych odtwarzaczy muzyki (*Personal Music Players*, PMPs) [6]. W jego przygotowaniu uczestniczyła grupa europejskich ekspertów (przewodniczący – prof. Konrad Rydzyński, Instytut Medycyny Pracy w Łodzi, sekretarz – Mariola Śliwińska-Kowalska, Instytut Medycyny Pracy w Łodzi, członkowie: Adrian Davis (Wlk. Brytania), Deepak Prasher (Wlk. Brytania), Hans Vershuure (Holandia), Paolo Ravazzani (Włochy), Yves Cazals (Francja), Staffan Hygge (Szwecja), Thomas Yung (Szwajcaria) i James Bridges (Wlk. Brytania).

Od 2008 roku liczba publikacji dotyczących ryzyka uszkodzenia słuchu związanego z narażeniem na muzykę odtwarzaną przez PMPs znacząco wzrosła. Ostatnie doniesienia wskazują, że urządzenia te są najczęstszym źródłem nadmiernych ekspozycji na dźwięki u mieszkańców dużych miast, mimo że przez większość osób używane są jedynie przez niewielką część dnia [7]. Celem pracy było podsumowanie aktualnej wiedzy dotyczącej bezpieczeństwa stosowania osobistych odtwarzaczy muzyki w aspekcie możliwości rozwoju uszkodzenia słuchu i szumów usznych.

## Ryzyko uszkodzenia słuchu związanego z używaniem PMPs

Osobiste odtwarzacze muzyki mogą emitować dźwięki o bardzo wysokich wartościach ciśnienia akustycznych. Zgodnie z raportem SCENIHR w zależności od typu odtwarzanej muzyki, czy też hałasu, sięgać one mogą od 89 do 113 dBA (tab.I). W przypadku odtwarzania muzyki przez słuchawki wewnętrzne, maksymalne poziomy dźwięku są o 7-9 dB wyższe, tak więc w najbardziej niebezpiecznej sytuacji osiągają wartość 120 dBA [6]. Aktualnie opublikowane badanie jest nawet bardziej alarmujące, bowiem wskazuje, że maksymalne ciśnienie akustyczne dźwięku emitowanego przez słuchawki wewnętrzne może osiągać wartość 126 dB, z różnicami rzędu ok. 14 dB w zależności od stylu odsłuchiwanej muzyki [8].

Preferowane przez młodzież i młodych dorosłych średnie poziomy odsłuchiwanie muzyki przez słuchawki są oczywiście znacznie niższe od poziomów maksymalnych urządzenia. Mieszczą się one w dość szerokim zakresie od 68 to 86 dBA i zależą od badanej populacji, typu muzyki i szumu tła, a także od zastosowanej techniki pomiarowej [9, 10]. W świetle powyższych wartości wydaje się, że dla większości młodych osób poziomy dźwięku,

Tabela I. Maksymalne ciśnienie akustyczne dźwięku (w dBA) emitowane na wyjściu różnego typu osobistych odtwarzaczy muzyki [6]

	Standardowy hałas	Muzyka klasyczna	Muzyka jazzowa	Muzyka popowa	Muzyka rockowa
iPod Nan	96	88.6	93.7	93.6	92.7
Sweex Bluebay	113.3	106.4	100.4	111.3	110.2
Samsung H3	106.5	99.6	104.2	104	103.1
Sony A1200	97.8	90.8	96.2	95.7	94.6

Odtwarzanie muzyki przez słuchawki wewnętrzne może zwiększać wartość maksymalną na wyjściu o 7-9 dB. Maksymalny poziom ciśnienia akustycznego dźwięku wynosić więc może 120dBA

przy jakich słuchają muzyki nie stanowią istotnego zagrożenia dla narządu słuchu.

Pytanie brzmi jednak, jaki odsetek młodych ludzi słucha muzyki zbyt głośnej i u jakiego odsetka tych osób występuje zwiększone ryzyko uszkodzenia słuchu? Opublikowane w tym zakresie dane są bardzo niepokojące. Wśród 1687 uczniów szkoły średniej w Holandii, aż ok. 29% z nich zgłaszało narażenie na dźwięki muzyki stanowiące zagrożenie dla narządu słuchu, a 5% słuchało muzyki nastawiając wzmocnienie urządzenia powyżej 100 dBA [11, 12]. Odsetki osób, które w badaniach ankietowych zgłaszały ryzykowne zachowania w aspekcie słuchania muzyki przez PMPs były nawet wyższe wśród mieszkańców Nowego Jorku [13] i uczniów liceów w Kanadzie [14], i wynosiły odpowiednio 58% i 42%.

Zgodnie z Dyrektywą Komisji Europejskiej 2003/10/EC dotycząca narażenia na hałas [15], dolny próg działania w związku z ekspozycją na hałas, ustalony został na 80 dBA dla 8 godzinowego dnia pracy, przyjmując, że poniżej tej wartości ryzyko uszkodzenia słuchu jest pomijalne. Wartość 80 dBA uwzględniana była również przy szacowaniu ryzyka uszkodzenia słuchu w raporcie SCENIHR z 2008 roku [6].

Jeśli dzienny czas trwania ekspozycji różni się od 8 godzin, a w przypadku stosowania PMPs waha się w szerokim zakresie od 0,014 do 12 godzin [9], dla wyznaczenia równoważnego poziomu dźwięku stosuje się regułę energii równoważnej. Zgodnie z nią dopuszczalny poziom ekspozycji zwiększa się lub zmniejsza o 3 dB, w zależności odpowiednio od skrócenia o połowę lub wydłużenia o połowę czasu dziennej ekspozycji. I tak, skrócenie czasu narażenia z 8 do 4 godzin dziennie pozwala na zwiększenie dopuszczalnego poziomu ekspozycji z 80 dB(A) do 83 dB(A). Zgodnie z regułą energii równoważnej odsłuchiwanie muzyki na poziomie 95 dB(A) jest bezpieczne pod warunkiem, że słucha się jej nie dłużej niż 15 min. dziennie (tab.II).

Oczywiście wszystkie te szacunki odnoszą się do skutków słuchowych, do których rozwoju dochodzi po wieloletnich ekspozycjach na hałas i nie mogą być przekładane na ekspozycje krótkotrwałe.

Tabela II. Przykłady poziomów ekspozycji zrównoważonych pod względem intensywności hałasu i czasu trwania narażenia, odniesionych do referencyjnej wartości 80 dBA dla 8 godzinowego dnia pracy [15]

Poziom równoważny dla ekspozycji 8-godzinnej (Leq8h)	Poziom równoważny dla ekspozycji o różnych czasach trwania (reguła 3 dB)
	83 dB(A) – 4 godz.; 86 dB(A) – 2 godz. 89 dB(A) – 1 godz.
80 dB (A)	92 dB(A) – 30 min.; 95 dB(A) – 15 min. 98 dB(A) – 8 min.; 101 dB(A) – 4 min. 104 dB(A) – 2 min.; 107 dB(A) – 1 min.

Biorąc pod uwagę poziom i czas ekspozycji w badaniach prowadzonych w ostatnich latach wykazało, że u znacznego odsetka młodzieży i młodych osób występuje zwiększone ryzyko uszkodzenia słuchu związane z używaniem PMPs. Badania takie prowadzone były w wielu populacjach i niemal na wszystkich kontynentach, z wyjątkiem Afryki, w tym m.in. w USA [16, 17], Kanadzie [9], Holandii [11, 12], Włoszech [18], Izraelu [10], Chile [8], Brazylii [19] i Malezji [20]. W najgorszych warunkach odsłuchiwanie muzyki, przy znacznym szumie tła (zwykle przy korzystaniu ze środków transportu publicznego) odsetek młodzieży i młodych osób dorosłych zagrożonych rozwojem uszkodzenia słuchu zawierał się w przedziale od 17% do niemal 29% (17% w USA, 18% w Chile, 22,4% w Kanadzie, 27,4% we Włoszech, i 28,6% w Holandii) (tab. III). Ryzyko uszkodzenia słuchu w związku ze stosowaniem PMPs zmniejszało się wraz z wiekiem i było pomijalne u osób po 30 roku życia [21].

Należy jednak podkreślić, że przy szacowaniu ryzyka uszkodzenia słuchu u nastolatków i młodych osób dorosłych stosowane były przez różnych autorów różne metody (Leq dla 8 godzin dziennie vs Leq dla 56 godzin tygodniowo; tygodniowa dorymtria vs pomiar jednorazowy poziomu dźwięku; ekspozycja graniczna 75 dBA vs 82dBA vs 85dBA).

Tabela III. Parametry narażenia na muzykę odtwarzaną przez osobiste odtwarzacze przez nastolatki i młode osoby dorosłe w świetle publikacji za lata 2011-2013 [8-12, 16-19]

Parametr	Wartość parametru
Średnie poziomy ciśnienia akustycznego dźwięku	68-86 dB(A)
w tym	
- w ciszy	do 82 dB(A)
- w warunkach szumu tła	do 86 dB(A)
Średni dzienny czas słuchania muzyki	0,014 do 12 godzin
Odsetek osób nadmiernie narażonych	17-29%

Niezależnie jednak od tych różnic, odsetek młodych ludzi narażonych na nadmierne poziomy ekspozycji związane ze słuchaniem muzyki przez PMPs wydaje się być aktualnie wyraźnie większy niż ten, oszacowany w opublikowanym 5 lat temu raporcie SCENIHR (5-10% populacji) [6]. Jest to bardzo niepokojące zjawisko, wskazujące na konieczność podjęcia działań prewencyjnych.

### **Częstość uszkodzeń słuchu i szumów usznych u młodzieży i młodych osób dorosłych**

Dane literaturowe wskazują, że u 5 do 20% młodych osób w audiogramie tonalnym stwierdza się załamek dla 4-6 kHz, mogący wskazywać na nadmierne narażenie na hałas. Częstość ta wydaje się być jednak niezmienną na przestrzeni ostatnich 30 lat [6, 22]. Tylko pojedyncze, doniesienia wskazywały na możliwość zwiększania się częstości wysokoczęstotliwościowych uszkodzeń słuchu u młodych osób na przestrzeni lat 1987-2005, w porównaniu z latami 70. i początkiem lat 80. ubiegłego stulecia [23]. Badania dotyczące występowania niedosłuchów u młodzieży prowadzone były przy tym m.in. w Niemczech, Australii, Szwecji i USA, gdzie osobiste odtwarzacze muzyki były w powszechnym użyciu od wczesnych lat 80. ubiegłego stulecia. Również prace opublikowane w ostatnich latach wskazują na podobną częstość nieprawidłowości w audiogramach tonalnych. W grupie 1300 austriackich nastolatków występowanie ubytków słuchu powyżej 20 dB w zakresie wysokich częstotliwości stwierdzono u ok. 15% osób [24]. Natomiast w badaniach prowadzonych w Malezji w grupie osób używających osobistych odtwarzaczy muzyki uszkodzenie słuchu  $\geq 25$  dla jednej lub więcej częstotliwości wykazano u 7,3% osób [20].

Niepokojącym jest jednak fakt, że częstość ubytków słuchu jest istotnie większa w grupach osób narażonych na muzykę o wysokich poziomach akustycznych [24]. Tendencje wzrostowe odnotowano również w grupie młodych kobiet [25]. W badaniach opartych na danych *National Health and Nutrition Examination Survey*, prowadzonych u amerykańskich nastolatków w latach 1988-1994 oraz 2005-2006 wykazano, że mimo braku wzrostu odsetka ubytków słuchu typowych dla uszkodzeń powodowanych przez hałas w całych badanych grupach, znaczące przesunięcia progów słuchu obserwowano u dziewcząt [22]. Tendencja ta może wynikać z obserwowanego w ostatnich latach zwiększenia narażenia na hałas środowiskowy, w tym zwłaszcza muzykę, u osób płci żeńskiej [21].

Biorąc pod uwagę dynamikę rozwoju uszkodzenia słuchu spowodowanego hałasem, zmiany

degeneracyjne ślimaka powodowane przez zbyt głośną muzykę mogą być jednak niezauważalne w młodym wieku. Bardziej czułym narzędziem oceny wczesnych zmian w narządzie słuchu wydaje się być emisja otoakustyczna. Pojedyncze badania prowadzone w tym zakresie potwierdziły niekorzystny wpływ głośno odsłuchiwanej muzyki na narząd słuchu [26].

O wiele bardziej alarmujące od wyników badań audiometrycznych są dane dotyczące występowania szumów usznych u nastolatków. W badaniach przeprowadzonych w Kanadzie wykazano, że częstość szumów usznych u młodzieży słuchającej muzyki przez PMPs o poziomach  $\leq 80$  dB(A) wynosi 4%, podczas gdy u osób słuchających muzyki o poziomach powyżej 80 dB(A) jest aż 4-krotnie, istotnie statystycznie większa i wynosi 16% [14]. Natomiast badania przeprowadzone w Brazylii, porównujące częstość szumów usznych w populacji nastolatków używających MP3 i nie korzystających z tych urządzeń wykazały występowanie szumów u 8% osób nieekspozowanych na muzykę i aż 28% ekspozowanych. Co więcej, występowaniu szumów usznych towarzyszyło większe przesunięcie progu słuchu w częstotliwości 8 kHz oraz obniżenie amplitudy emisji otoakustycznej wywołanej trzaskiem dla częstotliwości 2 kHz [19].

Szumy uszne związane z nadmierną ekspozycją na hałas wydają się być pierwszym objawem uszkodzenia ślimaka i mogą być obecne mimo braku przesunięcia progu słuchu w audiometrii tonalnej. Jak wykazano w badaniach na zwierzętach, są one najprawdopodobniej związane z uszkodzeniem włókien nerwu słuchowego o niskiej spontanicznej aktywności oraz będącej tego konsekwencją zwiększonej aktywności neuronalnej kory słuchowej [27].

### **Działania prewencyjne**

Działania prewencyjne mogą być prowadzone na wielu płaszczyznach – uświadamiania młodzieży o potencjalnym ryzyku uszkodzenia słuchu i wystąpienia szumów usznych; monitorowania i ograniczania ekspozycji na zbyt głośne dźwięki odtwarzane przez osobiste odtwarzacze muzyki oraz wykorzystania nowoczesnych technologii redukcji hałasu. Pierwsze z działań, jakkolwiek zwiększają świadomość młodzieży, nie przekładają się zazwyczaj na ich zachowania. Ci, którzy słuchali głośnej muzyki, nadal deklarują kontynuowanie tej praktyki, mimo nabytej wiedzy [28].

Wiele nadziei pokładanych jest natomiast w monitorowaniu narażenia i uregulowaniach prawnych. Od 2005 roku we Francji obowiązuje ograniczenie

poziomu ciśnienia akustycznego dźwięku na wyjściu urządzenia odtwarzającego muzykę do 100 dB SPL, a także oznakowanie samego urządzenia informacją o ryzyku uszkodzenia słuchu przy przewlekłym jego stosowaniu. Przyjęte zostały również i aktualnie wprowadzane są standardy europejskie w tym zakresie. Grupa robocza CENELEC (*European Committee for Electrotechnical Standardization*) opracowała dokument narzucający producentom ograniczenie poziomu akustycznego osobistych urządzeń odtwarzających muzykę do 100 dBA oraz automatycznego ostrzeżenie na drodze komunikatu słownego osoby korzystającej z urządzenia o przekroczeniu bezpiecznych dla narządu słuchu poziomów dźwięków [29].

Wraz z postępem technologicznym rozpoczęto również testowanie nowej generacji słuchawek z systemem redukowania hałasu otoczenia w trakcie odsłuchiwania muzyki [30]. Oceniono, że ich

stosowanie zmniejsza nawet o 4 dB poziom wybieganego przez słuchacza wzmocnienia urządzenia w porównaniu ze słuchawkami standardowymi [31]. Wprowadzenie tego typu słuchawek dawałoby nadzieję na znaczną redukcję nadmiernych ekspozycji na muzykę u młodzieży.

## Wnioski

Badania ostatnich lat wskazują, że istotnie wzrasta populacja młodych osób, u których występuje zwiększone ryzyko uszkodzenia słuchu w związku ze zbyt głośnym słuchaniem muzyki przez osobiste odtwarzacze. Nadmierne ekspozycje na wiele rodzajów hałasu i dźwięków mogą przełożyć się w późniejszym wieku na zwiększenie częstości uszkodzeń słuchu młodej obecnie generacji. Konieczne jest zatem podjęcie działań prewencyjnych ukierunkowanych na zmniejszenie środowiskowych na nadmiernie głośne dźwięki muzyki.

## Piśmiennictwo

- Pawlaczyk-Luszczynska M, Dudarewicz A, Zamojska M, Słowińska-Kowalska M. Evaluation of sound exposure and risk of hearing impairment in orchestral musicians. *Int J Occup Saf Ergon* 2011;17:225-69.
- Beach EF, Gilliver M, Williams W. Leisure noise exposure: participation trends, symptoms of hearing damage, and perception of risk. *Int J Audiol*. 2013; 52 Suppl 1:S20-5.
- Smith PA, Davis A, Ferguson M, Lutman ME. The prevalence and type of social noise exposure in young adults in England. *Noise Health* 2000;2:41-56.
- Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CP, Raat H. Adolescents risky MP3-player listening and its psychosocial correlates. *Health Educ Res*. 2011; 26(2):254-64.
- Pellegrino E, Lorini C, Allodi G, Buonamici C, Garofalo G, Bonaccorsi G. Music-listening habits with MP3 player in a group of adolescents: a descriptive survey. *Ann Ig*. 2013; 25(5):367-76.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks - SCENIHR, Potential health risks of exposure to noise from personal music players and mobile phones including a music playing function (2008). Available from: [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihr/docs/scenihr\\_o\\_018.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_018.pdf)
- Neitzel RL, Gershon RR, McAlexander TP, Magda LA, Pearson JM. Exposures to transit and other sources of noise among New York City residents. *Environ Sci Technol*. 2012; 46(1):500-8.
- Breinbauer HA, Anabalón JL, Gutierrez D, Cárcamo R, Olivares C, Caro J. Output capabilities of personal music players and assessment of preferred listening levels of test subjects: outlining recommendations for preventing music-induced hearing loss. *Laryngoscope*. 2012; 122(11):2549-56.
- Keith SE, Michaud DS, Feder K, Haider I, Marro L, Thompson E, Marcoux AM. MP3 player listening sound pressure levels among 10 to 17 year old students. *J Acoust Soc Am*. 2011; 130(5):2756-64.
- Muchnik C, Amir N, Shabtai E, Kaplan-Neeman R. Preferred listening levels of personal listening devices in young teenagers: self reports and physical measurements. *Int J Audiol*. 2012; 51(4):287-93.
- Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CP, Raat H. Adolescents risky MP3-player listening and its psychosocial correlates. *Health Educ Res* 2011;26:254-64.
- Vogel I, Verschuure H, van der Ploeg CP, Brug J, Raat H. Estimating adolescent risk for hearing loss based on data from a large school-based survey. *Am J Public Health* 2010;100:1095-100.
- Levey S, Levey T, Fligor BJ. Noise exposure estimates of urban MP3 player users. *J Speech Lang Hear Res* 2011;54:263-77.
- Lévesque B, Fiset R, Isabelle L, Gauvin D, Baril J, Larocque R, et al. Exposure of high school students to noise from personal music players in Québec City, Canada. *Int J Child Adolesc Health* 2010;3:413-20.
- Directive 2003/10/EC of European Parliament and of the Council of 6 February 2003 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (noise) (17th individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) (Official Journal of the European Communities. No L42/38,15.2.2003, 2003.
- Portnuff CD, Fligor BJ, Arehart KH. Teenage use of portable listening devices: a hazard to hearing? *J Am Acad Audiol*. 2011; 22(10):663-77.
- Portnuff CD, Fligor BJ, Arehart KH. Self-report and long-term field measures of MP3 player use: how accurate is self-report? *Int J Audiol*. 2013; 52 Suppl 1:S33-40.
- Pellegrino E, Lorini C, Allodi G, Buonamici C, Garofalo G, Bonaccorsi G. Music-listening habits with MP3 player in a group of adolescents: a descriptive survey. *Ann Ig*. 2013; 25(5):367-76.

19. Figueiredo RR, Azevedo AA, Oliveira PM, Amorim SP, Rios AG, Baptista V. Incidence of tinnitus in mp3 player users. [Article in English, Portuguese]. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011; 77(3):293-8.
20. Sulaiman AH, Seluakumaran K, Husain R. Hearing risk associated with the usage of personal listening devices among urban high school students in Malaysia. *Public Health.* 2013; 127(8):710-5.
21. Williams W. Trends in listening to personal stereos. *Int J Audiol* 2009;48:784-8.
22. Henderson E, Testa MA, Hartnick C. Prevalence of noise-induced hearing-threshold shifts and hearing loss among US youths. *Pediatrics* 2011;127:e39-46.
23. Gissel S, Mortensen JT, Juul S. Evaluation of hearing ability in Danish children at the time of school start and at the end of school. *Int J Adolesc Med Health* 2002;14:43-9.
24. Weichbold V, Holzer A, Newesely G, Stephan K. Results from high-frequency hearing screening in 14- to 15-year old adolescents and their relation to self-reported exposure to loud music. *Int J Audiol* 2012; 51(9): 650-4.
25. Biassoni EC, Serra MR, Richtert U, Joekes S, Yacci MR, Carignani JA, et al. Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents. Part II: Development of hearing disorders. *Int J Audiol* 2005;44:74-85.
26. Bhagat SP, Davis AM. Modification of otoacoustic emissions following ear-level exposure to MP3 player music. *Int J Audiol.* 2008; 47(12):751-60.
27. Furman AC, Kujawa SG, Liberman MC. Noise-induced cochlear neuropathy is selective for fibers with low spontaneous rates. *J Neurophysiol.* 2013; 110(3):577-86.
28. Widén SE. A suggested model for decision-making regarding hearing conservation: towards a systems theory approach. *Int J Audiol.* 2013; 52(1):57-64.
29. Annual Report 2010 CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardization [ftp://ftp.cenelec.eu/PUB/Publications/AnnualReports/CENELEC\\_AR2010.pdf](ftp://ftp.cenelec.eu/PUB/Publications/AnnualReports/CENELEC_AR2010.pdf).
30. Henry P, Foots A. Comparison of user volume control settings for portable music players with three earphone configurations in quiet and noisy environments. *J Am Acad Audiol.* 2012; 23(3):182-91.
31. Liang M, Zhao F, French D, Zheng Y. Characteristics of noise-canceling headphones to reduce the hearing hazard for MP3 users. *J Acoust Soc Am.* 2012; 131(6):4526-34.