VÝVOJ IMPAKTU EXPOZÍCIE RÔZNYM ZDROJOM ENVIRONMENTÁLNEHO HLUKU VO VULNERABILNEJ POPULÁCII

THE DEVELOPMENT OF THE IMPACT OF EXPOSURE TO VARIOUS SOURCES OF ENVIRONMENTAL NOISE IN A VULNERABLE POPULATION

FILOVÁ Alexandra[1], HIROŠOVÁ Katarína[1], VONDROVÁ Diana[1],GOTTFRIEDOVÁ Nikol[2], RAMS Roman1[3], SAMOHÝL Martin[1], JURKOVIČOVÁ Jana[1], ARGALÁŠOVÁ Ľubica[1]*

[1] *Ústav hygieny Lekárska fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Bratislava, SR*
[2] *Ústav epidemiológie a ochrany verejného zdravia, Lekárska fakulta, Ostravská univerzita, ČR*
[3] *Regionálny úrad verejného zdravotníctva so sídlom v Poprade, Poprad, SR*
** korešpondenčný autor*

ABSTRAKT

Východiská: Hluk z voľnočasových aktivít môže ovplyvniť kvalitu sluchu. Pri častom vystavovaní vysokým hladinám zvuku môže dôjsť k krátkodobému posunutiu sluchových prahov, tinitu a neskoršiemu zhoršeniu počutia.

Ciele: Cieľom štúdie bolo analyzovať trendy používania osobných hudobných prehrávačov u študentov Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave počas uplynulých desiatich rokov so zameraním na frekvenciu a intenzitu používania osobných hudobných prehrávačov (OHP), mp3 prehrávačov a mobilných telefónov. Sledovať frekvenciu účasti na podujatiach s vysokou hladinou zvuku a vyhodnotiť subjektívne zníženú schopnosť počutia.

Súbor a metódy: Štúdie sa zúčastnilo 2 920 študentov medicíny s trvalým alebo prechodným pobytom v Bratislave, z toho 69,5 % žien a 30,5 % mužov. Priemerný vek účastníkov bol 23,2 ± 1,8 roka. Na zber údajov sme použili metódu subjektívneho hodnotenia prostredníctvom štandardizovaného anonymného dotazníka „Dotazník o obťažovaní hlukom“. Pri odhadovaní expozičných dávok osobných hudobných prehrávačov sme aplikovali metodiku podľa Portnuffa [1, 2]. Respondenti subjektívne posudzovali intenzitu a frekvenciu expozície hluku. Zisťovali sme preferovaný typ slúchadiel (in-ear vs. over-ear), úroveň hlasitosti pri používaní osobných hudobných prehrávačov, frekvenciu návštev podujatí s vysokou intenzitou zvuku a hranie na hudobnom nástroji. Súčasťou dotazníka bolo aj hodnotenie obťažovania hlukom z dopravy, zo susedných bytov a zo zábavných zariadení. Na základe údajov zozbieraných pomocou cieleného validovaného dotazníka sme analyzovali environmentálne, behaviorálne a psychosociálne faktory. Dáta boli spracované v štatistickom programe IBM SPSS 29.

Výsledky: Z celkového súboru uviedlo 83 % študentov používanie osobných hudobných prehrávačov počas posledného týždňa v priemere 296 minút. Počas uplynulých desiatich rokov sme zaznamenali signifikantne stúpajúci trend v používaní osobných hudobných prehrávačov ($p < 0,01$). Najčastejšie používaným typom slúchadiel boli slúchadlá do uší (87,4 %), zatiaľ čo slúchadlá s mostíkom (headset) používalo 12,6 % respondentov. Z celkového počtu používateľov osobných hudobných prehrávačov 34,3 % prekročilo LAV (z angl. lower action value for industry), teda dolnú akčnú hodnotu expozície pre zamestnancov za 8-hodinový pracovný čas ($L_{AEX,\,8h,\,A}$ = 80 dB).

Záver: Predbežné výsledky štúdie ukázali, že používanie osobných hudobných prehrávačov je v súčasnosti podstatne intenzívnejšie než v minulosti, najmä vďaka ich širokej dostupnosti prostredníctvom smartfónov. Respondenti v priebehu 10-ročnej štúdie častejšie používali osobné hudobné prehrávače a zároveň sa predĺžila doba ich počúvania. Táto problematika si vyžaduje zvýšenú pozornosť, keďže nadmerná expozícia hluku je v mladej populácii každodenným javom. Z uvedených dôvodov je nevyhnutné posilniť vedecké východiská pre efektívne riadenie opatrení na redukciu hluku a pre systematické monitorovanie jeho dopadov na verejné zdravie.

Kľúčové slová: Osobný hudobný prehrávač. Voľnočasový hluk. Slúchadlá.

ABSTRACT

Background: Noise from leisure time activities can affect hearing quality. Frequent exposure to high sound levels can lead to short-term shifts in hearing thresholds, tinnitus, and later hearing loss.

Aims: The aim of the study was to analyze trends in the use of personal music players among students of the Faculty of Medicine at Comenius University in Bratislava over the past ten years. We focused on how often and how loudly our respondents use personal music players (PMPs), MP3 players, and mobile phones. Furthermore, we examined how frequently they attend events with high sound intensity and assessed their subjectively perceived hearing impairment.

File and Methods: The study included 2,920 medical students with permanent or temporary residence in Bratislava, of whom 69.5% were women and 30.5% were men. The mean age of participants was 23.2 ± 1.8 years. Data collection was based on subjective assessment using a standardized anonymous questionnaire entitled the *Noise Annoyance Questionnaire*. To estimate exposure doses from personal music players, we applied the methodology described by Portnuff [1, 2]. Respondents subjectively evaluated both the intensity and frequency of their noise exposure. We inquired about their preferred type of headphones (in-ear or over-ear/headset), the volume level at which they listened to their devices, the frequency of attendance at events with high sound intensity, and whether they played a musical instrument. They also assessed noise originating from traffic, neighbouring apartments, and entertainment venues. Based on data collected through the targeted validated questionnaire, we evaluated environmental, behavioral, and psychosocial factors. All data were analyzed using IBM SPSS Statistics 29.

Results: Of the total sample, 83% of students reported using personal music players during the past week, with an average listening duration of 296 minutes. Over the past 10 years, we observed a significant increasing trend in the use of personal

music players ($p < 0.01$). The most commonly used type of headphones was in-ear headphones (87.4%), compared with over-ear (headband) headphones (so-called headsets) (12.6%). Among all users of personal music players, 34.3% exceeded the Lower Action Value (LAV) for industry, i.e., the lower exposure action value for employees over an 8-hour working period ($L_{AEX,\,8h,\,A}$ = 80 dB).

Conclusion: Preliminary results of the study indicate that the use of personal music players is currently far more intensive than in the past, largely due to their widespread availability through smartphones. Throughout the 10-year study period, respondents not only used personal music players more frequently but also reported longer listening durations. This issue warrants increased attention, as excessive noise exposure has become a daily occurrence among young people. Therefore, strengthening the scientific basis for effective noise-reduction strategies and for systematic monitoring of noise-related health impacts is essential for public health protection.

Key words: Personal music player. Leisure noise. Headphones.

ÚVOD

Podľa Svetovej zdravotníckej organizácie je viac než 1 miliarda mladých dospelých vystavená riziku trvalej alebo čiastočnej straty sluchu v dôsledku dlhodobého počúvania hudby na príliš vysokej hlasitosti prostredníctvom osobných prehrávačov. Strata sluchu vyvolaná hlukom je výsledkom metabolického a mechanického poškodenia Cortiho orgánu, čo vedie k zvýšeniu prahu sluchu. Pravidelné alebo dlhodobé vystavenie hlasným zvukom môže natrvalo poškodiť vláskové bunky a ďalšie štruktúry v kochlei, čo má za následok nezvratnú stratu sluchu. Spočiatku býva postihnutý najmä vysokofrekvenčný rozsah, no ak expozícia pretrváva, dochádza k ďalšiemu zhoršovaniu sluchu. Mladí dospelí často používajú osobné hudobné prehrávače a navštevujú miesta s vysokou hladinou zvuku, čo výrazne zvyšuje riziko poškodenia sluchu [3, 4]. Vzhľadom na možné zdravotné dôsledky dlhodobej expozície nadmernému hluku je potrebné si uvedomiť, že akustická energia sa s každými 3 dB zdvojnásobuje. To znamená, že každý nárast hladiny zvuku o 3 dB skracuje prípustnú dobu expozície na polovicu. Ak je pri hladine hluku 85 dB prípustná expozícia 8 hodín, pri 94 dB je to už len 1 hodina a pri hladine 106 dB iba približne 3 ¾ minúty [5].

CIEĽ

Preskúmať a zistiť, ako sa počas 10-ročného obdobia menili návyky mladých dospelých v oblasti používania osobných hudobných prehrávačov, vrátane preferovaných typov slúchadiel, intenzity a frekvencie počúvania, ako aj frekvencie návštev zábavných podnikov charakterizovaných zvýšenou hladinou hluku, a vyhodnotiť, do akej miery tieto zmeny prispievajú k zvýšeniu celkovej hlukovej expozície.

SÚBOR

Súbor tvorila homogénna skupina mladých dospelých jedincov, ktorá bola z hľadiska veku, vzdelania, životného štýlu a zdravotného stavu v priebehu rokov relatívne homogénna. Študenti mali ukončené stredoškolské vzdelanie, boli duševne pracujúci a neboli vystavení hluku na pracovisku. Do štúdie bolo zahrnutých 2 920 študentov 4. ročníka Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, ktorí mali trvalý alebo prechodný pobyt v Bratislave. Táto populačná skupina bola tvorená prevažne ženami (69,5 %), muži predstavovali 30,5 % súboru.

Priemerný vek respondentov bol 23,2 ± 1,8 roka, čo predstavuje typickú vekovú štruktúru vysokoškolských študentov v SR. Homogenita daného súboru umožnila minimalizovať vplyv socio-demografických faktorov na hodnotené ukazovatele hlukovej expozície z voľnočasových aktivít (Tab. 1).

Tabuľka 1 Charakteristika súboru respondentov v priebehu rokov

Rok	Pohlavie (%)		Fajčenie (%)			Konzumácia alkoholu (%)		
	Muži	Ženy	Nikdy	Prestal	Pravidelne	Vôbec	Príležitostne	Denne
2014	30,2	69,8	71,9	10,7	17,4	7,3	88,6	4,1
2015	24,0	76,0	79,4	10,5	10,1	6,9	90,3	2,9
2016	36,0	64,0	79,2	9,1	11,7	9,4	86,7	4,0
2017	28,4	71,7	79,5	9,9	10,7	6,8	90,7	2,4
2018	26,9	73,1	77,7	8,4	13,9	9,5	87,6	2,9
2019	30,9	69,2	76,5	11,2	12,3	9,6	85,1	5,3
2022	31,2	68,8	78,0	10,4	11,6	9,1	80,2	2,7
2023	30,9	69,1	77,0	11,2	11,8	10,1	87,3	2,6
2024	32,8	67,3	73,0	14,8	12,2	9,0	89,3	1,7
2025	31,0	69,0	77,7	11,4	10,9	16,0	80,8	3,3
P-hodnota	0,13		0,35			0,08		

METODIKA

Študenti vypĺňali štandardizovaný validovaný anonymný „Dotazník o obťažovaní hlukom“, vypracovaný na Ústave hygieny Lekárskej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Dotazník pozostával zo 73 otázok zameraných na zdravotný stav a jeho subjektívne hodnotenie, životný štýl (fajčenie, konzumácia alkoholu), psychosociálnu pohodu vo vzťahu k vystaveniu environmentálnemu hluku, osobitne hluku z voľnočasových aktivít. V dotazníku študenti subjektívne hodnotili frekvenciu a intenzitu používania osobných hudobných prehrávačov, expozíciu vysokým hladinám zvuku pri návšteve rôznych podujatí (koncerty, diskotéky, športové podujatia, návšteva kina) a aktivít (hra na hudobnom nástroji, športové aktivity). Na hodnotenie vplyvu hluku bola použitá 5-stupňová škála rušenia a obťažovania hlukom podľa odporúčaní expertov z tímu ICBEN (The International Commission on the Biological Effects of Noise) [6]. Respondenti hodnotili vplyv hluku na stav organizmu, rušenie a obťažovanie dopravným hlukom. Škála bola nasledovná: 0 = neruší, 1 = ruší trochu, 2 = ruší, 3 = ruší veľmi, 4 = ruší extrémne.

Na hodnotenie nastavenia osobných hudobných prehrávačov bola použitá 4-stupňová škála, kde:

- 1 = hudba nie je hlasnejšia ako ľudská reč,
- 2 = hudba mala zvyčajne takú hlasitosť, že bolo možné ešte počuť rozhovor,
- 3 = hudba mala zvyčajne takú hlasitosť, že bolo možné počuť prechádzajúce auto,
- 4 = hudba mala zvyčajne takú hlasitosť, že nebolo možné počuť ani rozhovor, ani hluk z dopravy.

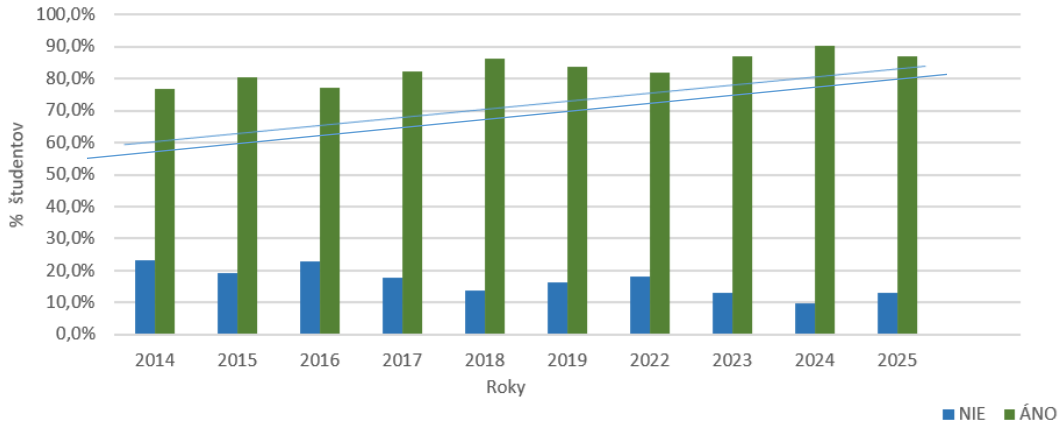
Zber dát sa uskutočnil v časovom období 10 rokov, teda od roku 2014 do roku 2025, pričom počas rokov 2020 a 2021 sa kvôli pandémii a príslušným opatreniam zber dát neuskutočnil. Na analýzu dát sme použili štatistický program IBM SPSS verzia 29.0, použili sme deskriptívne štatistiky a kontingenčné tabuľky (custom tables). Významnosť vzorcov a rozdielov sme testovali pomocou chí-kvadrátového testu (Chi-squared) a Cochranovej a Mantel-Haenszelovej štatistiky.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Výsledky naznačujú narastajúci trend v používaní osobných hudobných prehrávačov ($p < 0,01$) počas sledovaného obdobia. V roku 2025 používalo osobný prehrávač 86,9 % študentov, zatiaľ čo v roku 2014 to bolo len 76,8 % študentov (graf 1).

Študenti najčastejšie preferovali typ slúchadiel, ktoré si zasúvali do uší. Pri najvyššie nastavenej hlasitosti tieto slúchadlá produkujú akustický tlak 97,8 dB, čo vychádza z výpočtu expozičnej dávky podľa Portnuffa [1, 2]. Pri slúchadlách s mostíkom dosahuje akustický tlak pri najvyššej nastavenej hlasitosti 101 dB. Obe skupiny najčastejšie nastavovali hlasitosť na strednú úroveň: v skupine so slúchadlami zasunutými do uší to bola hodnota 73,2 dB, v skupine so slúchadlami s mostíkom 76,4 dB. Štatisticky významne častejšie mali používatelia slúchadiel s mostíkom nastavenú hlasitosť na najvyššiu úroveň (t.j. 101 dB).

Filová et al. sa zaoberali vyšetrením audiometrických prahov u študentov medicíny, pričom zistili zhoršený sluch vo vyšších frekvenciách (6000 Hz a 8000 Hz obojstranne) a tiež v nižších frekvenciách (1000 Hz na pravom uchu a 2000 Hz obojstranne) [7]. Porovnanie študentov, ktorí počúvali osobné prehrávače pomocou slúchadiel do uší, a študentov používajúcich slúchadlá s mostíkom, spolu s príslušnými hodnotami hlasitosti, je znázornené na grafoch 2 a 3.



Graf 1 Trend používania osobných hudobných prehrávačov, roky 2014 – 2025

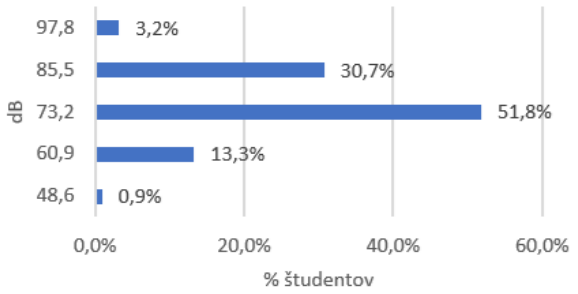
prehrávače pomocou slúchadiel do uší, a študentov používajúcich slúchadlá s mostíkom, spolu s príslušnými hodnotami hlasitosti, je znázornené na grafoch 2 a 3.

Engdahl uvádza, že používanie osobných hudobných prehrávačov sa zvýšilo z 8 % v roku 1998 na 30 % v roku 2018, čo koreluje s výsledkami našej štúdie. Uviedol, že jeho výsledky nepreukázali súvislosť medzi nastavením nízkej až strednej úrovne hlasitosti OHP a poruchami sluchu, avšak používatelia OHP nastavených na vysokú hlasitosť mali zvýšené prahy sluchu [8].

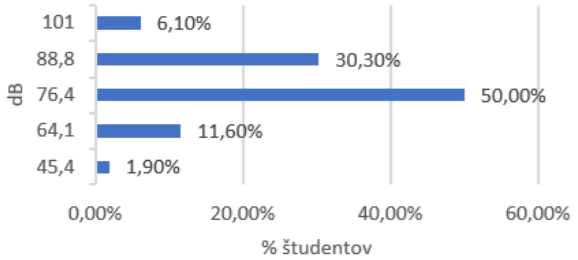
Ako prevenciu, Svetová zdravotnícka organizácia vydala odporúčanie, aby hlasitosť osobného hudobného prehrávača nepresiahla 60 % maximálnej hlasitosti [9]. Portnuff odporúča nastaviť hlasitosť na 80 % maximálnej hlasitosti počas maximálne 90 minút denne [10]. Jiang v rámci prevencie odporúča používanie slúchadiel s redukciou alebo potlačením hluku v pozadí. Vo svojej analýze expozície hluku z OHP uviedol, že hladiny pozadia korelovali ($r = 0{,}70$; $p < 0{,}05$) s vyššími hladinami počúvania na OHP [11]. Slúchadlá s potlačením hluku pomáhajú blokovať hluk z okolitého prostredia a zistilo sa, že znižujú hladiny počúvania o 4 dB [12].

V našej štúdii sme tiež zaznamenali nárast doby počúvania OHP v minútach za týždeň. Najdlhšia doba počúvania bola v roku 2025, keď študenti počúvali OHP v priemere 414,55 minút za týždeň (graf 4).

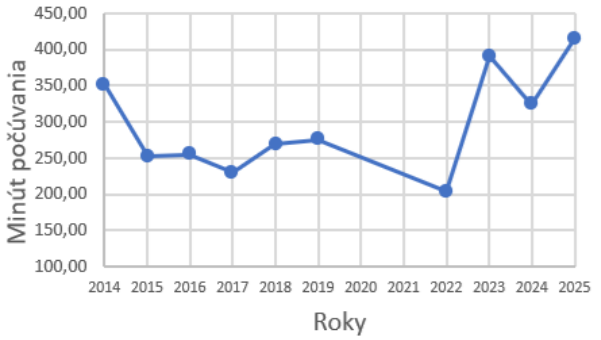
Vysoké hladiny zvuku schopné trvalo poškodiť sluch sa vyskytujú aj pri voľnočasových aktivitách, ako návšteva koncertov, nočných klubov alebo športových štadiónov. Z aktivít, pri ktorých je zvýšená expozícia hluku, sa študenti celkovo najčastejšie venovali domácim prácam s hlučnými spotrebičmi, ako sú vysávač, kosačka alebo vŕtačka. Potom nasledovala návšteva kina a diskotéky (graf 5).



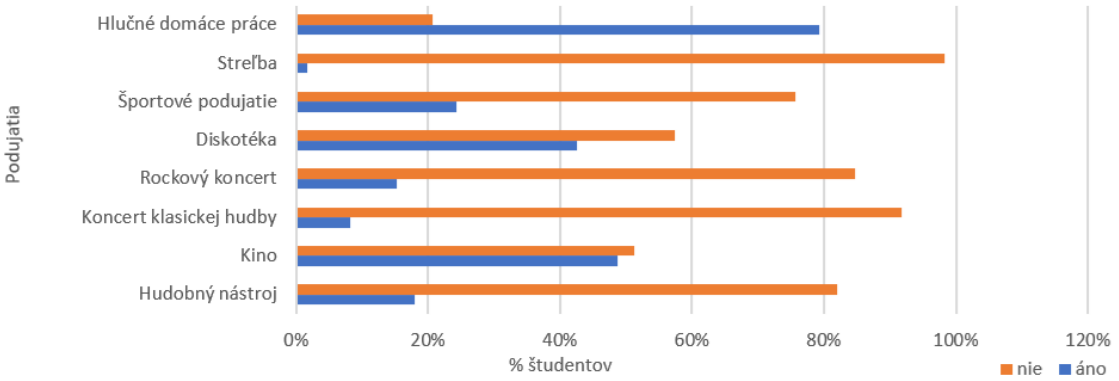
Graf 2 Študenti počúvajúci osobné hudobné prehrávače cez slúchadlá do uší



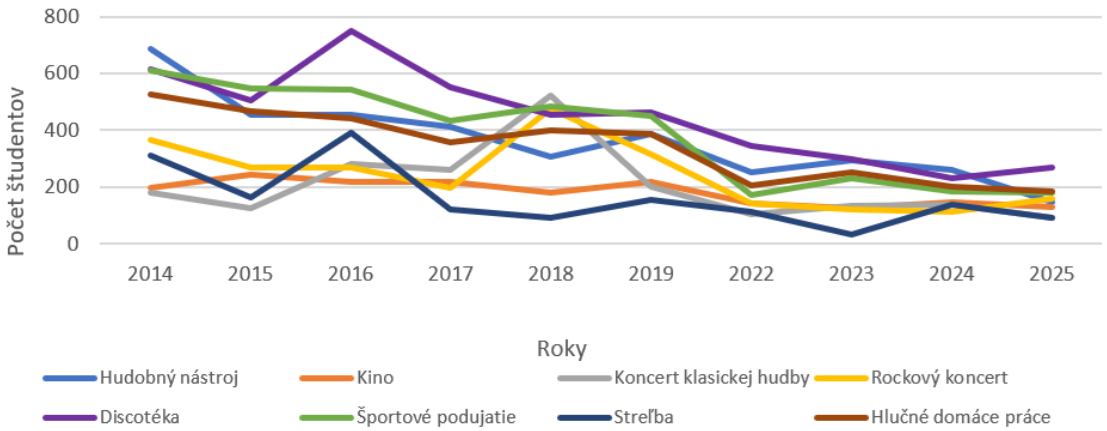
Graf 3 Študenti počúvajúci osobné hudobné prehrávače cez slúchadlá s mostíkom



Graf 4 Priemerné doby počúvanie osobných prehrávačov za jednotlivé roky v minútach



Graf 5 Prehľad voľnočasových aktivít s vyššou expozíciou hlukom za mesiac



Graf 6 Trend voľnočasových aktivít v rokoch 2014 – 2025

Medziročne sme zaznamenali pokles expozície hluku z voľnočasových aktivít, keďže o tieto aktivity klesá záujem, čo dokumentuje aj graf 6. Výrazný pokles bol zaznamenaný pri hre na hudobný nástroj, ale aj návštevy diskoték a športových podujatí majú klesajúci trend. Stabilné hodnoty návštevnosti si zachovalo kino.

Podľa Balka môžu športové podujatia dosiahnuť hladinu hluku 95 – 104 dB, koncert rockovej hudby a stereo v aute až 120 dB [13]. Chung et al. vo svojej štúdii uvádzajú, že približne polovica respondentov z ich výskumu (n = 9 693) po návšteve koncertu alebo nočného klubu zaznamenala dočasné posunutie prahu sluchu a prechodný tinitus [14]. Tieto udalosti môžu u niektorých jedincov spôsobiť nenapraviteľné poškodenie určitej časti kochleárnych vláskových buniek a nervových vlákien. Hoci sa audiometrické prahy spočiatku obnovia a tinitus zmizne, pri opakovanom vystavení sa môže nakoniec nahromadiť dostatok poškodení, ktoré spôsobia ďalšie chronické problémy so sluchom [15, 16].

ZÁVER

Na základe výsledkov našej štúdie, môžeme skonštatovať že medziročne u študentov medicíny klesá záujem o voľnočasové aktivity s vyššou expozíciou hluku, ale narastá používanie osobných hudobných prehrávačov so slúchadlami, ktoré sú častokrát nastavené na vyššiu hlasitosť. Tento trend zrejme súvisí aj ľahkou dostupnosťou prehrávačov cez smartfóny, a slúchadlá, ako aj s možnosťou pripojiť sa na verejne dostupné siete wifi. Odporúčame nastaviť bezpečnostný limit pre maximálnu hlasitosť, ak to prehrávač umožňuje a robiť pravidelné prestávky pri dlhodobom počúvaní hudby. Takisto je vhodné obmedziť návštevy podujatí s vysokou expozíciou hluku alebo skrátiť čas na nich strávený a dopriať ušiam 12 až 24 hodín ticha po expozícii. V štúdii plánujeme pokračovať so zameraním na vyšetrenie audiometrických prahov pomocou tónového audiometra.

Poďakovanie

Tento príspevok vyšiel s podporou projektu Projekt KEGA č. 029UK-4/2025 „Využitie nových výučbových technológií pri inovácii výučby v oblasti ochrany a podpory zdravia pre študentov medicínskych odborov“.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

[1] PORTNUFF C.D.F., FLIGOR B.J., AREHART, K.H. Teenage Use of Portable Listening Devices: A Hazard to Hearing? *Journal of the American Academy of Audiology*. 2011; 22: 663-677.

[2] PORTNUFF C.D.F., FLIGOR B.J., AREHART K.H. Self-report and long-term field measures of MP3 player use: How accurate is self-report? *International Journal of Audiology.* 2014; 52: 33-40.

[3] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *World report on hearing.* Ženeva: WHO, 2021. ISBN 978-92-4-002048-1. Dostupné z: https://iris.who.int/handle/10665/339913

[4] OOMMEN B., SAGESH M., MIDHUNA K. et al. Epidemiology and Risk Factors for Recreational Noise Exposure Induced Hearing Loss Among Adults. *Indian Journal of Otolaryngology and Head and Neck Surgery.* 2025; 77 (9): 3707-3713.

[5] JURKOVIČOVÁ,J. et al. *Hygiena.* Bratislava: Univerzita Komenského, 2020. 482 s. ISBN 978-80-223-4905-5.

[6] FIELDS J.M., DE JONG R.G., GJESTLAND T. et al. Standardized general-purpose noise

reaction questions for community noise surveys: Research and recommendation. *Journal of Sound and Vibration.* 2001; 242 (4): 641-679.

[7] FILOVÁ A., JURKOVIČOVÁ J., HIROSOVÁ K. et al. Social Noise Exposure in a Sample of Slovak University Students. *Int J Environ Res Public Health.* 2020; 17 (1): 324.

[8] ENGDAHL B., AARHUS L. Personal Music Players and Hearing Loss: The HUNT Cohort Study. *Trends Hear.* 2021; 25: 23312165211015881.

[9] WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Tips for safe listening.* [online]. Ženeva: WHO, 2019 [cit. 28. 5. 2022]. Dostupné z: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/330017/WHO-NMH-NVI-19.3-eng.pdf

[10] PORTNUFF C.D.F. Reducing the risk of music-induced hearing loss from overuse of portable listening devices: Understanding the problems and establishing strategies for improving awareness in adolescents. *Adolescent Health, Medicine and Therapeutics.* 2016; 7: 27-35.

[11] JIANG W., ZHAO F., GUDERLEY N. Daily music exposure dose and hearing problems using personal listening devices in adolescents and young adults: A systematic review. *International Journal of Audiology.* 2016; 55: 197-205.

[12] ROBERTS B., NEITZEL R. Noise exposure limit for children in recreational settings: Review of available evidence. *Journal of the Acoustical Society of America.* 2019; 146 (5): 3922-3933.

[13] BALK S.J., BOCHNER R.E., RAMDHANIE M.A. et al. Preventing excessive noise exposure in infants, children, and adolescents. *Pediatrics.* 2023; 152 (5): e2023063752.

[14] CHUNG J.H., DES ROCHES C.M., MEUNIER J. et al. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. *Pediatrics.* 2005; 115: 861-867.

[15] JONES P. *Tinnitus: Warning for Music Fans Attending Concerts. BBC Wales News*, 12. júl 2019 [cit. 15. 4. 2021]. Dostupné z: https://www.bbc.com/news/uk-wales-47948065

[16] PIENKOWSKI M. Loud music and leisure noise is a common cause of chronic hearing loss, tinnitus and hyperacusis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2021; 18 (9): 4236.