Buka i javno zdravstvo - ugroženost adolescenata

Petrović, Violeta

Master's thesis / Diplomski rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:790615

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**



Repository / Repozitorij:

Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
MEDICINSKI FAKULTET

Violeta Petrović

Buka i javno zdravlje - ugroženost adolescenata

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2014.

Ovaj diplomski rad izrađen je na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Škola narodnog zdravlja „Andrija Štampar“, Katedra za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada, pod vodstvom doc. dr. sc. Iskre Alexandre Nole i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2014./2015.

Sadržaj

Sažetak

Summary

Popis kratica

1. Uvod _____ 1
    1.1. Zvuk _____ 1
    1.2. Buka _____ 3
        1.2.1. Okolišna buka _____ 4
        1.2.2. Buka na radnom mjestu _____ 7
        1.2.3. Buka tijekom društvenih i rekreacijskih aktivnosti _____ 10
2. Utjecaj buke na zdravlje _____ 12
    2.1. Anatomija ljudskog uha _____ 12
    2.2. Slušni put _____ 14
    2.3. Auditorni učinci _____ 16
        2.3.1. Oštećenje sluha _____ 16
        2.3.2. Tinitus _____ 19
    2.4. Ne-auditorni učinci _____ 20
        2.4.1. Kardiovaskularni učinci _____ 20
        2.4.2. Smetnje spavanja _____ 21
        2.4.3. Psihološki i psihosocijalni učinci _____ 22
        2.4.4. Učinak na kognitivne sposobnosti _____ 22
        2.4.5. Utjecaj buke slušalica i prijenosnih uređaja za reprodukciju zvuka na prometne nesreće kod adolescenata _____ 23
3. Izloženost adolescenata buci i javnozdravstveno djelovanje _____ 24
    3.1. Izloženost adolescenata buci _____ 24
    3.2. Javnozdravstveno djelovanje _____ 27
4. Zaključak _____ 29
5. Zahvale _____ 30
6. Literatura _____ 31
7. Životopis _____ 35

Sažetak

Buka i javno zdravlje – ugroženost adolescenata

Violeta Petrović

Buka je definirana kao neželjeni zvuk koji ima širok spektar štetnih učinaka: zdravstvenih, socijalnih i ekonomskih. Razlikujemo buku u općem okolišu, buku na radnom mjestu, buku tijekom društvenih i rekreacijskih aktivnosti. Učinci buke mogu biti auditorni i ne – auditorni. U auditorne učinke spadaju oštećenje sluha i tinnitus. U ne – auditorne učinke ubrajaju se kardiovaskularni učinci, smetnje spavanja, psihološki i psihosocijalni učinci, te učinci na kognitivne sposobnosti.

Učinci buke izraženi su u adolescenata kroz njihovu izloženost buci vrlo visokim razinama pri posjeti disko klubovim i upotrebom uređaja za reprodukciju zvuka, kao MP3 - uređaj, iPod i sl., što dovodi do pojave tinitusa i oštećenja sluha sa visokom prevalencijom. Pri tome adolescenti nisu svjesni štetnosti takvom izlaganju i rijetko koriste zaštitu za uši, kao na primjer čepiće za uši.

Javnozdravstvene intervencije i edukacija trebale bi početi već u dječjoj dobi, te uključivati i roditelje, nastavnike i sve one koji su na bilo koji način uključeni u rad sa glasnom glazbom (glazbenici, organizatori koncerata…). Najznačajniji doprinos javnozdravstvenim intervencijama očitovao bi se u suradnji s proizvođačima uređaja za reprodukciju zvuka i slušalica.

Ključne riječi: buka, učinak buke, adolescenti, javnozdravstveno intervencije

Summary

Noise and public health – vulnerability of the adolescents

Violeta Petrović

Noise is defined as unwanted sound which has wide range of adverse impacts: health, social and economic effects. There are environmental, occupational, social and recreational noise. Noise can cause both auditory and non – auditory health effects. Auditory effects are noise-induced hearing loss and tinnitus. Non – auditory health effect are cardiovascular effects, sleep disturbance, psychological symptoms and annoyance, and effects on cognitive performance.

Noise effects are expressed in adolescents through their exposure to loud music in disco clubs and listening of music on their personal portable devices such as MP3 devices, iPod etc. what can lead to high prevalent tinnitus and hearing damage. Further, adolescents are not aware of harmful effects and rarely use ear protection, e.g. earplugs.

Public health interventions and education should start already in children age and should invole parents, teachers and all those involved in loud music (musicians, concert organizers...). The most significant contribution to public health interventions would be manifested in cooperation with producers of personal portable devices and headphones.

Key words: noise, effects of noise, adolescents, public health interventions

1. Uvod

Čovjek se kroz povijest suočavao sa raznim uzrocima pobola, kako zbog utjecaja prirode tako i zbog utjecaja samog čovjeka. U 21. stoljeću svjedoci smo zagađivanja okoliša bukom, tzv.moderne kuge, od koje se ne može pobjeći. Prisutna je u našim domovima i dvorištima, na našim ulicama, u našim autima, restoranima, parkovima i drugim javnim mjestima. Raširenija je i višeg intenziteta nego ikad prije, koji raste i dalje zbog rasta populacije, urbanizacije, koja rezultira mega - gradovima gdje su visoke razine buke postale uobičajene 24 sata na dan. Uzroci su dakle, osim tehnološkog razvitka, i sve veća upotreba raznih izvora buke, kao i konstantni rast i širenje cestovnog, zračnog i željezničkog prometa, koji su glavni izvor okolišne buke (Goines et al. 2007).

1.1. Zvuk

Zvuk je mehanički val što nastaje uslijed titranja nekog tijela i svoju mehaničku energiju titranja prenosi kroz zrak ili neki drugi medij kojim se širi. Po načinu širenja to je uglavno longitudinalni val, jer čestice koje prenose energiju titraju u smjeru širenja energije. Taj se lokalni poremećaj zrakasto širi na sve strane od izvora kao izmjenično zgušnjavanje i razrjeđivanje zraka, tj. kao tlačni val s izmjeničnim vršcima i udolinama tlaka.

Zvuk ima svoju brzinu, valnu duljinu, frekvenciju, intenzitet i nivo intenziteta. Frekvencija tlačnog vala je broj vršaka što u jedinici vremena mimoilaze danu točku, a mjeri se hercima (Hz, 1Hz = 1 titraj u sekundi). Frekvencija vala određuje visinu (ili dubinu) zvuka. Ljudsko uho je osjetljivo na frekvencije zvuka u rasponu od 20 do 20 000Hz (ako ti zvuci imaju intenzitet dovoljan da prijeđe prag čujnosti). No, slušni sustav je najosjetljiviji na frekvencije u rasponu od 1000 do 4000Hz. Zvuk što nastaje titranjem glasnica govornika je glas (a niz

takvih glasova je govor). Zvuk što nastaje titranjem u nekom glazbalu je ton (a niz takvih tonova je melodija). Brzina zvuka ovisi o mediju kroz koji se širi. Kao parametar određenja zvučnog vala koristimo intenzitet, koji se definira kao energija koju zvučni val prenese kroz jediničnu površinu u jedinici vremena i mjeri se u W/m^2.

Mogući raspon intenziteta zvuka što ga ljudsko uho zamjećuje toliko je velik (oko 120dB), da je tlak zvuka što ga čujemo kao najglasniji ton (što još uvijek ne uzrokuje nelagodu) milijun puta veći od tlaka zvuka najtišeg, jedva čujnog tona. Upotreba apsolutnog intenziteta nije praktična i zato je uveden parametar nivo intenziteta. To je odnos promatranih intenziteta prema dogovorenom osnovnom intenzitetu, a za taj referentni intenzitet je odabran intenzitet praga čujnosti za ljudsko uho na frekvenciji 1000Hz, 10^{-12} Wm^{-2} . Jedinica za nivo zvučnog intenziteta je decibel (dB).

Decibel (dB) je logaritamski omjer definiran kao:

razina tlaka zvuka (dB) = $20 \log P_t/P_r\,(N/m^2)$

P_t= tlak provjere (tlak utvrđen testiranjem, tj.mjerenjem u danom slučaju)

P_r= referentni tlak (tlak s kojim uspoređujemo izmjereni tlak,a vrijednost mu je $20mN/m^2$).

U navedenoj jednadžbi, P_t je tlak zvuka potreban da izazove zvuk frekvencije između 1000 i 3000Hz, kojeg prosječni slušatelj upravo čuje, tj. intenzitet zvuka je takav da upravo prelazi prag čujnosti. Zvuk kojem je P_t 10x veći od P_r ima glasnoću od 20dB (P_t / P_r= 10,stoga $20\log_{10}10=20$). Za usporedbu, glasnoća razgovornog govora je oko 65dB. Tonovi glasniji od 100dB mogu oštetiti osjetne slušne stanice Cortijevog organa, a opseg oštećenja ovisi o intenzitetu zvuka, njegovoj frekvenciji i trajanju izloženosti. Slušni sustav nije osjetljiv samo na intenzitet (glasnoću) i frekvenciju (visinu) zvuka, on također raspoznaje i tzv.boju zvuka, tj.smjesu zvukova, timbar (Judaš & Kostović 1997).

Pri mjerenjima razina buke u okolini i na radnom mjestu koristi se nekoliko pojmova za opis a to su:

L (level)$_{95}$ – jest osnovna razina buke koja je pređena 95% vremena mjerenja

L_{eq} – jest ekvivalentna trajna razina buke koja bi na čovjeka jednako djelovala kao promatrana promjenjiva buka istog vremena trajanja

L_{maxT} – jest najviša razina buke tijekom zadanog perioda

L $_{den}$ (indikator buke za dan-večer-noć) - jest indikator buke za ukupne smetnje buke

L $_{day}$ – jest indikator buke za vremensko razdoblje „dan“ koje traje 07 - 19h

L $_{evening}$ – jest indikator buke za vremensko razdoblje „večer“ koje traje 19 - 23h

L $_{night}$ – jest indikator buke za vremensko razdoblje „noć“ koje traje 23 - 07h

(Basner et al. 2014).

1.2. Buka

Buka je definirana kao neželjeni zvuk u sredini u kojoj ljudi borave i rade, a koji izaziva osjećaj neugode ili može nepovoljno utjecati na zdravlje. Ona je zagađivač čiji je utjecaj na zdravlje zanemaren unatoč brojnim mogućnostima mjerenja i izračunavanja razine buke. Buka ima širok spektar štetnih učinaka; zdravstvenih, socijalnih i ekonomskih. Evolucija je „programirala“ ljudska bića da budu svjesni zvukova kao mogući izvor opasnosti. Tijelo čovjeka reagira na buku odgovarajućom reakcijom – borbom ili bijegom, rezultirajući vegetativnim, endokrinim i krvožilnim promjenama sa dalekosežnim posljedicama. Iako se čovjek može naviknuti na izloženost buci, razina habituacije razlikuje se od individue do individue i rijetko je potpuna.

U Europskoj uniji, oko 56 milijuna ljudi (54%), koji žive u područjima sa više od 250 000 stanovnika, izloženo je buci izazvanoj prometom sa prosječnom razinom buke višom od 55dB, koja se smatra štetnom za zdravlje (Basner et al. 2014).

Također, grube procjene govore da 2 – 8 % stanovništva Europe živi u područjima sa razinom buke L(dan-noć) > 60dB, ovisno o zemlji. Razlikujemo buku u općem okolišu, buku na radnom mjestu, buku tijekom društvenih i rekreacijskih aktivnosti. Rapon razine buke kreće se od uobičajenih situacija kao što je na primjer padanje lišća koje je jako tiho i iznosi 10 – 20dB, zatim rad usisavača, 55 – 65dB, lokacije u blizini glavnih prometnica ili autoputeva, 70 – 80dB, pa do koncertata pop glazbe, 100 – 110dB (Passchier – Vermeer & Passchier 2000).

1.2.1. Okolišna buka

Buka u općem okolišu predstavlja svaki neželjeni zvuk u zajednici osim onog na radnom mjestu, kao na primjer buka izazvana prometom, bilo zračnim, cestovnim ili željezničkim, te industrijskim postrojenjima (Goines & Hagler 2007).

"Buka okoliša jest neželjan ili po ljudsko zdravlje i okoliš štetan zvuk u vanjskome prostoru izazvan ljudskom aktivnošću, uključujući buku koju emitiraju: prijevozna sredstva, cestovni promet, pružni promet, zračni promet, pomorski i riječni promet kao i postrojenja i zahvati za koje se prema posebnim propisima iz područja zaštite okoliša pribavlja rješenje o objedinjenim uvjetima zaštite okoliša, odnosno rješenje o prihatljivosti zahvata za okoliš (Zakon o zaštiti od buke 2009)".

Zakonom o zaštiti od buke utvrđuju se mjere u cilju izbjegavanja, smanjivanja ili sprječavanja štetnih učinaka na zdravlje ljudi koje uzrokuje buka u okolišu. Odredbe ovoga Zakona ne odnose se na buku koju izaziva sama izložena osoba, buku svakodnevnih kućanskih

aktivnosti, buku unutar vozila, buku iz stambenih prostora, buku na radnome mjestu, buku od vojnih aktivnosti u strogo određenim vojnim područjima te na zvučno oglašavanje zvonima ili elektroakustičkim uređajima na/iz vjerskih objekata i buku od uporabnih predmeta koji predstavljaju kulturno dobro sukladno propisima o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara.

Prema novom Zakonu o zaštiti od buke, donesenom 2009. godine, obavezna je izrada karata buke na temelju metoda za ocjenjivanje buke u okolišu. Podaci će biti javno dostupni, ali će se karte izrađivati samo u gradovima koji imaju više od sto tisuća stanovnika. Ti će gradovi morati izraditi i akcijske planove koji se temelje na podacima korištenim u izradi tih karata, što će osobito biti važno u javnim parkovima ili drugim tihim područjima u naseljima, u prirodi, pored škola, bolnica i drugih zgrada i područja osjetljivih na buku. Taj zakon predviđa i novčane kazne, u slučaju ne pridržavanja mjera, no istodobno dopušta jedinicama lokalne samouprave da radi održavanja javnih manifestacija na otvorenom odrede lokacije i razinu prekoračenja dopuštenih razina buke (Zakon o zaštiti od buke 2009).

U tablicama 1 i 2 prikazane su prema Pravilniku o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave najviše dopuštene razine buke u otvorenom i zatvorenom prostoru.

Tablica 1. Prikaz najviše dopuštenih razina buke u otvorenom prostoru

Zona buke	**Namjena prostora**	**Najviše dopuštene razine buke u dB**	
		Dnevne	**Noćne**
1.	Zona namjenjena odmoru, oporavku i liječenju	50	40
2.	Zona namjenjena samo stanovanju i boravku	55	40
3.	Zona mješovite, pretežito stambene namjene	55	45
4.	Zona mješovite, pretežito poslovne namjene sa stanovanjem	65	50
5.	Zona gospodarske namjene	< 80	< 80

Tablica 2. Prikaz najviše dopuštene razine buke u zatvorenim prostorima

Zona buke (prema tablici 1)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
Najviša dnevna dopuštena razina buke	30	35	35	40	40
Najviša noćna dopuštena razina buke	25	25	25	30	30

1.2.2. Buka na radnom mjestu

Buka na radnom mjestu je najviše istraživani oblik buke, iako je taj fokus premješten na istraživanje buke u društvenim aktivnostima, kao na primjer tijekom izloženosti buci u kafićima i disko klubovima, te na istraživanje okolišnog zagađenja bukom.

Unatoč standardima za zaštitu od buke, redukciji buke na radnom mjestu u razvijenim zemljama i javnozdravstvenom djelovanju, gubitak sluha zbog izloženosti buci na radnom mjestu i dalje ostaje veliki problem.

U Sjedinjenim Američkim Državama – a oštećenje sluha uzrokovano bukom je najčešća profesionalna bolest, a otprilike 22 milijuna radnika je izloženo štetnim razinama buke na poslu (Basner et al. 2014).

Prema epidemiološkim studijama u uredima sa razinama buke višim od 55dB mogući je nastanak povećane nervoze zaposlenika. Nekoliko studija pokazalo je da se 35- 40% uredskih zaposlenika osjeća nervoznijima pri razinama buke od 55 do 60dB (Passchier – Vermeer & Passchier 2000).

U Hrvatskoj su prema Zakonu o zaštiti od buke predviđene najviše dopuštene razine buke na radnom mjestu (Zakon o zaštiti od buke 2009). Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu propisuje granične vrijednosti izloženosti buci, 87dB, gornju upozoravajuću vrijednosti granice izloženosti buci tijekom osmosatnog radnog dana, 85dB, te donju upozoravajuću vrijednost granice, 80dB (Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu 2008).

U Ujedinjenom Kraljevstvu Zakon o zaštiti od buke na radnom mjestu postavlja granicu od 80dB pri kojoj je obavezna dostupnost zaštite za uši i granicu od 85dB pri kojoj je obavezna primjena zaštite za uši. U Sjedinjenim Američkim Državama ta je granica nešto viša nego u ostalim zemljama i iznosi 90dB (Basner et al. 2014).

Općenito je prihvaćen stav da izloženost buci razinama manjima od 70dB ne dovodi do oštećenja sluha, bez obzira na trajanje izloženosti. Također je općenito prihvaćen stav da izloženost buci u trajanju duljem od 8 sati pri razini buke od 85dB je potencijalo štetno. Pri razini buke višoj od 85dB oštećenje izravno ovisi o zvučnom tlaku i o vremenu trajanja izloženosti (Goines & Hagler 2007).

Stoga se na radnim mjestima, gdje buka prelazi dozvoljene razine, provodi ocjenjivanje opasnosti od buke na radnom mjestu. Prvi indikator da bi moglo biti riječ o buci koja je prekomjerna jest nemogućnost komuniciranja normalnim tonom na udaljenosti od 1 - 2 metra. Ako se subjektivnom ocjenom došlo do zaključka da se ne može isključiti štetno djelovanje buke na sluh, treba izmjeriti nivo ukupne buke, bez obzira na njen spektralni sastav. To se mjerenje izvodi mjeračem zvuka. Da li je buka manje ili više opasna, ovisi i o akustičkom spektru, tj. o tome je li pretežno sastavljena od tonova niskih frekvencija ili opasnijih tonova srednjih i visokih frekvencija. Zato treba analizirati buku po oktavama. Analiza buke po oktavama izvodi se instrumentom koji ima filtre koji propuštaju samo tonove unutar određenih frekventnih područja. To su oktave karakterizirane srednjim frekvencijama oktava (geometrijska sredina ekstremnih frekvencija). Ako stepen buke u bilo kojoj oktavi prelazi maksimalno dopušteni nivo buke, buka je opasna za izloženost tokom pune radne smjene (Beritić - Stahuljak et al. 1999).

Tablica 3 prikazuje prema Pravilniku o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu prikazuje najviše dopuštene razine buke s obzirom na vrstu djelatnosti.

Tablica 3. Prikaz dopuštenih razina buke s obzirom na vrstu djelatnosti

Opis posla	**Najviša dopuštena razina buke $L_{A,\ eq}$ u dB**	
	Razina buke na radnom mjestu od proizvodnih izvora	Razina buke na radnom mjestu od neproizvodnih izvora (ventilacija, klimatizacija)
Najzahtjevniji umni rad, vrlo velika usredotočenost, rad vezan za veliku odgovornost, najsloženiji poslovi upravljanja i rukovođenja	45	40
Pretežno umni rad koji zahtijeva usredotočenost, kreativno razmišljanje, dugoročne odluke istraživanje, projektiranje, komuniciranje sa skupinom ljudi	50	40
Zahtjevniji uredski poslovi, liječničke ordinacije, dvorane za sastanke, školska nastava, neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje	55	45
Manje zahtjevni uredski poslovi, pretežno rutinski umni rad koji zahtijeva usredotočenje ili neposredno govorno i/ili telefonsko komuniciranje, komunikacijske centrale	60	50
Manje zahtjevni i uglavnom mehanizirani uredski poslovi, prodaja, vrlo zahtjevno upravljanje sustavima, fizički rad koji zahtijeva veliku pozornost i usredotočenost, zahtjevni poslovi montaže	65	55
Pretežno mehanizirani uredski poslovi, zahtjevno upravljanje sustavima, upravljačke kabine, fizički rad koji zahtijeva stalnu usredotočenost, rad koji zahtijeva nadzor sluhom, rad koji se obavlja na temelju zvučnih signala	70	60
Manje zahtjevni fizički poslovi koji zahtijevaju usredotočenost i oprez, manje zahtjevno upravljanje sustavima	75	65
Pretežno rutinski fizički rad sa zahtjevom na točnost, praćenje okoline slušanjem	80	65

1.2.3. Buka tijekom društvenih i rekreacijskih aktivnosti

Povećana razina buke postala je općeprihvaćena za vrijeme društvenih i rekreacijskih aktivnosti, kao što su rock koncerti, prilikom posjeta disko klubovima, automobilskih utrka, korištenje osobnih uređaja za reprodukciju zvuka itd.

Iako je stupanj buke na radnom mjestu snižen još tijekom 1980 - tih, broj mladih ljudi koji su izloženi buci pri društvenim i rekreacijskim aktivnostima je utrostručen. Pokazalo se da je 66% mladih koji posjećuju noćne klubove ili rock koncerte na području Nottinghama u Engleskoj prijavilo privremene slušne tegobe ili tinitus (Smith et al. 2000).

U Hrvatkoj je na primjer u objektima koji rade noću i u kojima se obavlja ugostiteljska djelatnost, a u kojima je predviđeno izvođenje glazbe, određena najviša granica razine buke od 90dB sa srednje vršnim razinama od 100dB (Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave 2004).

Buci iz disko klubova i kafića izloženi su mnogi stanovnici Hrvatske, pogotovo oni duž jadranske obale tijekom turističke sezone, te tako izaziva nelagodu i remeti njihov mir. Zbog toga osnivaju udruge kao što je Udruga Želim miran život iz Novigrada ili Grupa za zaštitu od buke u Puli kako bi ostvarili upravo to pravo na mir.

Inspekcijski nadzor nad primjenom zakona i propisa donesenih na temelju zakona obavlja sanitarna inspekcija Ministarstva zdravlja. U obavljanju inspekcijskoga nadzora sanitarni inspektori ovlašteni su narediti akustička mjerenja pravnim i fizičkim osobama koje koriste izvore buke u sredini u kojoj ljudi borave (Zakon o zaštiti od buke 2009).

Zavodi za javno zdravstvo rade mjerenja razina buke po nalozima Sanitarne inspekcije kao i tijekom vještačenja u sudskim procesima. Tijekom 2005. godine izvršeno je 93 mjerenja buke ometanja (http://www.zmz.hr/download/buka-okolisa-javnozdravstveni-problem.pdf).

Zakon o prekršajima protiv javnog reda i mira koji uz ostale prekršaje predviđa i sankcioniranje onih koji remete javni red i mir preglasnom glazbom. U članku 5. piše da će se onaj tko bez potrebnog odobrenja ili izvan uvjeta utvrđenih odobrenjem nadležnog tijela glasnim reproduciranjem ili izvođenjem glazbe ili drugih sadržaja narušava javni red i mir, kazniti novčanom kaznom u iznosu od tisuću do tri tisuće kuna, a ako se prekršaj počini u vremenu od 22 do 6 sati, kaznit će se s tri do šest tisuća kuna. Članak 13. spomenutog zakona govori o tome da će se onaj tko svađom ili vikom, bukom vozila ili iz vozila te drugim zvukovima ili svjetlosnim znakovima ili bukom iz stambenih ili poslovnih prostora ili na drugi način remeti javni red i mir novčano kazniti od tisuću do tri tisuće kuna (Zakon o prekršajima protiv javnog reda i mira 1994).

2. Utjecaj buke na zdravlje

Buka je sveprisutna u svakodnevnom životu i predstvalja opasnost za zdravlje. Može imati kako auditorne tako i ne-auditorne učinke.

Izloženost i učinak ovise i o ekonomskim i socijalnim uvjetima, a način života te izložrnost ostalim faktorima može igrati ulogu. Tako su neki ljudi osjetljiviji na izloženost buci te mogu reagirati jednim ili više štetnih učinaka na zdravlje za razliku od drugih ljudi.

Osobe izložene buci su razdražljive, dekoncentrirane, radni učinak im pada te prouzrokuju više nesreća na radnom mjestu. Buka utječe na živčani, krvožilni, probavni i hormonski sustav, što se može očitovati porastom krvnog tlaka, poremećajem u radu probavnih organa, naročito crijeva, suženjem vidnog polja te endokrinološkim i metaboličkim poremećajima.

1.2. Anatomija ljudskog uha

Uho je organ sluha i ravnoteže (*organum vestibulocochleare*) kojeg čine tri anatomska odsječka: vanjsko uho (*auris externa*), srednje uho (*auris media*) i unutarnje uho (*auris interna*).

Vanjsko uho uključuje ušku *(auricula)* i zvukovod ili vanjski slušni hodnik *(meatus acusticus externus)*, a srednje uho sastoji se od bubnjišta *(cavum tympani)*, mastoidnih ćelija *(cellulae mastoideae)* i Eustahijeve slušne cijevi *(tuba auditiva)*. U srednjem uhu nalaze se i tri slušne koščice *(malleus, incus i stapes)* i uz njih vezana dva mala poprečnoprugasta mišića *(musculus stapedius i musculus tensor tympani).*

Srednje uho od vanjskg zvukovoda odvojeno je bubnjićem *(membrana tympani)*, tankom i poluprozirnom ovalnom opnom. S unutarnjim uhom srednje uho povezano je sa dva mala koštana prozorčića *(fenestra ovalis = fenestra vestibuli i fenestra rotunda= fenestra cochleae)*

prekrivenih tanašnim membranama. Slušna cijev (*tuba auditiva*) spaja srednje uho i nazofarinks. Baza stremena *(basis stapedis)* uložena je u ovalni prozorčić *(fenestra ovalis)* i tako na tekućinu unutarnjeg uha prenosi titranje bubnjića.

Unutarnje uho čini složen sustav koštanih šupljina unutar kojih su smještene dvije funkcionalne cjeline: organ ravnoteže *(organum vestibulare)* i slušni Cortijev organ *(organum spirale)* (Krmopotić - Nemanić & Marušić 2004).

Unutarnje uho dijeli se na dva temeljna anatomska dijela,koštani labirint *(labyrinthus osseus)* i membranski labirint *(labyrinthus membranaceus)*. Koštani labirint čine tri dijela: pužnica - *cochlea*, predvorje - *vestibulum* i polukružni kanali - *canales semicirculares*.

Pužnica ima oblik puževe kućice te je dva i pol puta svijen koštani kanal oko *modiolusa*, koštane osnove. Koštana pločica koja ide uzduž pužnice dijeli koštani kanal pužnice nepotpuno na dva kanala. Gornji kanal, *scala vestibuli*, spojen je na donjemu kraju s vestibulumom. Donji kanal, *scala tympani*, na donjemu kraju, kroz okrugli prozorčić, u dodiru je s bubnjištem. Otvorom helikotrema, kanali su međusobno spojeni na gornjem kraju pužnice.

Polukružni kanalići čine nešto više od pola kruga i smješteni su u tri ravnine. U polukružnim kanalima nalaze se tri polukružne membranske cijevi, *ductus semicirculare*, a uzduž pužnice nalazi se *ductus cochlearis*.

Membranski labirint nalazi se unutar koštanoga. U predvorju koštanoga labirinta nalaze se *sacculus* i *utriculus*. Svi dijelovi membranskog labirinta međusobno su spojeni, te ih ispunjava endolimfa. Unutar koštanog labirinta nalazi se perilimfa koja izvana plakuje membranski labirint. U utriculusu i sakulusu nalaze se pjege, *macula utriculi* i *macula sacculi*, koje sadrže potporne i osjetilne stanice i koje su, zajedno sa stanicama u ampulama polukružnih kanalića,bitne za ravnotežu. Od sakulusa se odvaja *ductus endolymphaticus* koji

je spojen i s utrikulusom. Izlazi iz piramide sljepoočne kosti na stražnjoj strani gdje prelazi u *saccus endolymphaticus*.

Ductus cochlearis zajedno sa spiralnom koštanom pločicom u potpunosti dijeli preostalli kohlearni kanal na dvije skale. Na površini bazilarne membrane nalazi se Cortijev organ,koji se sastoji od niza elektromehanički osjetljivih stanica, tzv. stanica sa dlačicama. *Nervus cochlearis* odlazi od Cortijeva organa, te zajedno s nitima za ravnotežu čine *nervus vestibularis* i ličnim živcem, prolazi kroz unutarnji slušni hodnik, *meatus acusticus internus* (Bumber et al. 2004).

2.2. Slušni put

Zvuk ulazi u vanjski zvukovod, dopire do bubnjića i uzrokuje njegovo titranje. Pokreću se tri slušne koštice koje to titranje prenose na otvor u pužnici *(fenestra ovalis).* U srednjem uhu nalaze se dva poprečnoprugasta skeletna mišića - *musculus tensor tymapni* i *musculus stapedius* čiju refleksnu kontrakciju izazivaju glasni zvukovi tih mišića te se tako donekle sprječava oštećenje unutrašnjeg uha. Velika razlika u površini bubnjića i baze stremena omogućuju učinkovito prenošenje titranja zraka na tekućinu (endolimfe) pužnice. Titraji stremena *(stapes)* u ovalnom prozorčiću energiju zvuka prenose na tekućinu sva tri odjeljka pužnice - bubnjišnog, vestibularnog i kohlearnog. Tijekom titranja, stremen se utiskuje u pužnicu i potom vraća natrag, pa se tlak na tekućinu *(scala vestibuli)* mijenja. Nastali tlačni val uzrokuje izmjenično kretanje (van-unutra) membrane okruglog prozorčića *(fenestra rotunda)*, ali i titranje bazilarne membrane na kojoj počiva Cortijev organ. Titranje podražuje osjetne stanice s dlačicama u Cortijevom organu. Tri odjeljka pužnice su tako raspoređeni da razliku tlaka između vestibularnog i bubnjišnog stubišta pretvaraju u oscilacije bazilarne membrane. Slušne osjetne stanice s dlačicama smještene su u Cortijevom organu. Različiti

dijelovi bazilarne membrane različito su osjetljivi na titranje različitih frekvencija. Tijela osjetnih stanica učvršćena su uz bazilarnu membranu, a vršci njihovih stereocilija uronjeni su u pokrovnu membranu (*membrana tectoria*). Tijekom pomicanja bazilarne membrane dolazi do povijanja stereocilija u odnosu na tijelo osjetne stanice.Tijekom titranja bazilarne membrane, stereocilije se miču amo-tamo i time izazivaju sinusoidne promjene membranskog potencijala osjetne stanice.

Osjetna stanica optimalno odgovara na zvuk određene frekvencije zbog toga što je smještena u specifičnom dijelu bazilarne membrane, ali i zbog svojih specifičnih fizioloških svojstava, a međusobno se razlikuju po svojim elektromehaničkim svojstvima. U bazalnom dijelu pužnice štapići bazilarne membrane su kruti, membrana je uska, a stereocilije osjetnih stanica kratke i krute. U vršku pužnice štapići membrane su gipkiji,membrana je široka, a stereocilije osjetnih stanica dvaput dulje i gipkije od onih u bazi pužnice. Prvi neuron slušnog puta su bipolarni neuroni spiralnog ganglija (*ganglion spirale*), a njihovi perifreni nastavci su primarna aferentna vlakna slušnog živca što sinaptički završavaju na osjetnim stanicama Cortijevog organa. Kroz slušni živac centralni nastavci tih neurona ulaze u pontocerebelarnom uglu u moždano deblo i završavaju u dorzalnoj i ventralnoj kohlearnoj jezgri (*nucleus cochlearis dorsalis et ventralis*) gdje je smješteno tijelo drugog neurona slušnog puta. Akson drugog neurona može završiti u nekoliko struktura moždanog debla kako na istoj tako i na suprotnoj strani. Oni mogu završiti u istostranim donjim kolikulima (ipsilateralna projekcija); aksoni dorzalne kohlearne jezgre križaju stranu kao *striae acusticae dorsales*, a aksoni ventralne kohlearne jezgre križaju stranu kao *corpus trapezoidum*. Dio tih aksona sinaptički završi već u sklopu gornje olive (*nucleus olivaris cranialis s.superior*), no glavnina uzlazi prema kontralateralnim gornjim kolikulima kao *lemniscus lateralis*. Unutar tog snopa smještena je mala skupina neurona što oblikuje *nucleus lemnisci lateralis*. Treći neuron slušnog puta može biti u sklopu gornje olive,u nucleus lemnisci lateralis i u donjim kolikulima. Konačno, slušni

put preko medijalnog koljenastog tijela (corpus geniculatum mediale) kao radiatio acustica odlazi u primarnu slušnu moždanu koru (Judaš & Kostović 1997).

Prekomjerna stimulacija i buka mijenjaju fiziološka svojstva neurona u nižem centralnom slušnom putu. Studije su već pokazale kako procesi u kohlei, reverzibilna i ireverzibilna oštećenja slušnih stanica, pridonose akutnom oštećenju sluha. Prekomjerna ekscitacija glutamatom u perifenom slušnom putu mogla bi donekle biti odgovorna za akutno oštećenje sluha, slično kao i u centralnom slušnom putu. Ova prekomjerna ekscitacija mogla bi biti uzrokom neurodegenerativnih mehanizama kao što su apoptoza ili nekroza. Tako bi traumatska oštećenja mogla biti sprječena aktivacijom inhibitatornih interneurona u kohlearnim jezgrama smanjujući tako ascendentnu transmisiju (Gröschel 2014).

2.3. Auditorni učinci buke

U auditorne učinke buke, dakle učinke na sluh, svrstavaju se oštećenje sluha kao posljedica akustične traume, te tinitus, osjećaj šuma ili zujanja u uhu.

2.3.1. Oštećenje sluha

Električni impuls putuje slušnim putem do slušne kore. Vanjsko, srednje, unutarnje uho i prvi neuron slušnog puta (do kohlearnih jezgara) su periferni slušni sustav, a sve strukture centralno od kohlearnih jezgara su središnji slušni sustav. Periferni slušni sustav dijelimo na provodni mehanički dio (vanjsko i srednje uho) i perceptivni dio (unutarnje uho i kohlearni dio VII. živca). U perceptivnom dijelu nalazi se receptor (Cortijev organ) i neuralni dio (aksoni kohlearnog živca).

Prema tome, ovisno o mjestu promjene ili lezije,razlikujemo:

a) Provodno (konduktivno) oštećenje sluha - oštećenje je u vanjskom i/ili srednjem uhu
b) Zamjedbeno (perceptivno, senzoneuralno) oštećenje sluha - oštećenje je u unutarnjem uhu i/ili kohlearnom živcu
c) Mješovito oštećenje sluha - oštećenje je i u provodnom i u perceptivnom dijelu

Kod perceptivnog oštećenja sluha razlikujemo:

1) Receptorno (senzoričko) oštećenje - stradao je Cortijev organ
2) Neuralno oštećenje - stradao je kohlearni živac.

Gubitak sluha u senzoneuralnom oštećenju tipično je, ali ne uvijek, za više nego za niže frekvencije, a često je praćen i osjetom zvonjave ili zujanja u ušima (tinitus).
Različitim dijagnostičkim testovima možemo odrediti o kojoj vrsti oštećenja sluha je riječ. Ovisno o jačini oštećenja sluha, razlikujmo nagluhost i gluhoću. Urednim sluhom smatramo sluh s pragom čujnosti jednak ili manji od 26dB. Ako je prag čujnosti viši od 26dB, govorimo o nagluhosti, a ako je viši od 93dB čovjek je gluh (Judaš & Kostović 1997).

Oštećenje sluha je javnozdravstveni problem i najčešće je oštećenje koje se može spriječiti, ali teško liječiti. Buka, oštećuje stereocilije osjetilnih stanica Cortijeva organa. One gube čvrstoću, lome se i oštećuju. Slušne stanice buka oštećuje mehanički, ali oštećenje može nastati i oslobađanjem slobodnih radikala. Najprije se oštećuju vanjske osjetilne stanice, potom i unutarnje. Oštećenje sluha je zamjedbeno. Oštećenje bukom može biti i akutno i kronično. Akutno se većinom oporavlja unutar 12 do 48 sati nakon izloženosti buci. Kronično oštećenje nastaje kao posljedica dugotrajne izloženosti buci. Šum je također prisutan, odgovara visini najjačeg gubitka, intenziteta je koji odgovara jačini gubitka. Može biti

privremen i trajati 24 sata od izloženosti ili može poprimiti kroničan tijek (Žumber et al. 2004).

Glavna posljedica oštećenja sluha jest nemogućnost razumijevanja govora u svakodnevnim aktivnostima. Također, oštećenje sluha utječe na kognitivne sposobnosti i pažnju. Bolesnici kojima je oštećen sluh žale se kako glasno govore i slabije razumiju kada više ljudi govori istodobno. Prema studiji Globalnog opterećenja bolestima iz 2010. procjenjeno je da je 1.3 milijarde ljudi zahvaćeno oštećenjem sluha te je ono svrstano na 13. mjesto po doprinosu godinama života sa invaliditetom (global years lived with disability) sa ukupno 19.9 milijuna godina.

U Sjedinjenim Američkim Državama i Europi, 26% odraslih ima obostrani poremećaj sluha koji utječe na sposobnost razumijevanja govora u bučnim uvjetima. Svjetska zdravstvena organizacija procjenjuje da je 10% svjetske populacije izloženo razinama buke koja potencijalno može oštetiti sluh. U posljednih 5 godina povećalo se razumijevanje mehanizma oštećenja sluha bukom. To oštećenje je prihvaćeno kao simptom složene bolesti koja rezultira interakcijom genetike i okoliša. Napredak je postignut i u razumijevanju molekularnog mehanizma oštećenja slušnih stanica i živaca. Nekoliko terapijskih mogućnosti je istraživano u posljednje vrijeme kao i lijekovi za zaštitu od bukom izazvanog oštećenja sluha koji bi mogli postati dostupni u idućih 10 godina. Budući da bi kohlearno oštećenje moglo biti povezano sa oksidativnim stresom, istraživanja na životinjama pokazala su kako otoprotektivni lijekovi glutation i D - metionin preveniraju bukom izazvano oštećenje sluha (Basner et al. 2014).

Istraživanja u Hrvatskoj, tijekom 1998. i 1999. godine, mladih ispitanika u dobi od 16 do 20 godina pokazala su zabrinjavajuće rezultate. U uzorku u kojem je bilo više od 12 000 zdravih ispitanika pokazalo se da je u 11% njih sluh oštećen, a u više od 7% lezija sluha bila je

posljedica akustične traume. Kod više od 90% ispitanika oštećenje sluha je nastalo kao posljedica civilizacijskog naslijeđa – životnog okoliša (disko klubovi, glasno slušanje glazbe, petarde,rakete.....), a tek neznatan broj je bio izložen industrijskoj buci, što se svakako može tumačiti i životnom dobi ispitanika (Buka okoliša – javnozdravstveni problem).

2.3.2. Tinitus

Šum, tinitus (lat.tinnire:zvoniti, zveckati) je osjećaj percepcije zvuka u glavi ili uhu bez očiglednog vanjskog podražaja. Mnoge promjene ili bolesti u tijelu, ne samo u slušnome sustavu, već i arterijska hipertenzija, prisutnost cerumena, deformacije vratne kralježnice mogu biti uzrokom takve senzacije. Bolesnici tinitus opisuju kao osjećaj zvonjenja, šuma, zujanja, zviždanja. Većina ih uz tinitus ima i oštećenje sluha koje se može objektivizirati audiometrijom, no mnogi bolesnici sa oštećenjem sluha nemaju tinitus.

Tinitus utječe na kvalitetu života na nekoliko načina tako da remeti san, utječe na raspoloženje, uzrokujući osjećaj tjeskobe i depresije, utječe na koncentraciju i pažnju, te uzrokuje probleme u razumijevanju govora (Basner et al. 2014).

Većina ljudi tinitus ne liječi, budući da do sada nije trajno izliječen (Dobie 1999).

Tinitus je većinom tretiran psihološkom terapijom, antidepresivima i anksioliticima. Bolesnicima se savjetuje da budu okruženi poznatim, najbolje prirodnim zvukovima (šum vjetra, vode, ugodna tiha glazba) ili se rabe aparati koji se najčešće nose kao zaušnjaci i prozvode tihi, širokopojasni šum (terapija maskiranja) (Snow 2004).

2.4. Ne – auditorni učinci buke

U ne – auditorne učinke buke spadaju svi oni učinci koji utječu na zdravlje i opće dobro čovjeka pri izloženosti buci, osim učinaka na sluh i posljedično oštećenje sluha.

2.4.1. Kardiovaskularni učinci

Studije pokazuju da dugotrajna izloženost buci u okolišu zahvaća krvožilni sustav i uzrokuje hipertenziju, ishemijsku bolest srca i moždani udar. Izloženost buci povisuje sistolički i dijastolički krvi tlak, otkucaje srca i uzrokuje oslobađanje stres hormona. Kronična izloženost uzrokuje disbalans u organizmu, koji zahvaća metabolizam i kardiovaskularni sustav, te dolazi do povišenja tlaka, povišene koncentracije lipida u krvi, viskoznosti krvi i povišenja glukoze u krvi. Te promjene povisuju rizik za aterosklerozu, hipertenziju i infarkt miokrada. Istraživanja pokazuju da izloženost cestovnoj i zračnoj buci povisuju rizik za hipertenziju i ishemijske srčane bolesti za 7% - 17% za svakih 10dB (Basner et al. 2014).

Također, jedna švedska studija pokazala je da je prevalencija hipertenzije bila viša među ljudima izloženima buci raspona razine od 55dB do 72dB od zrakoplova u okolici zračne luke Arlanda, Stockholm (Stansfeld & Matheson 2003).

Najjači dokaz o povezanosti buke sa kardiovaskularnim učincima pokazuju studije o vrijednostima krvnog tlaka u profesionalnim zanimanjima. Pa je tako dokazano kako radnici koji su izloženi razinama buke od 85dB imaju više vrijednosti krvnog tlaka nego oni koji joj nisu izloženi (Lang et al. 1992).

2.4.2. Smetnje spavanja

Smetnje spavanja smatraju se najštetnijim ne – auditornim učincima buke, budući da je neometen san dovoljnog trajanja potreban za normalan dnevni učinak i pažnju, kvalitetu života i zdravlje. Čovjek i za vrijeme spavanja percipira i reagira na zvukove u okolini. Razine zvuka od 33dB mogu tijekom spavanja inducirati fiziološke reakcije kao što su autonomne, motorne i kortikalne reakcije (tahikardija, pokreti tijela i buđenje). Ponavljano izlaganje buci tijekom sna mijenja strukturu sna, povezano je sa odgođenim nastupom sna, ranim buđenjem, reduciranim duboki snom, a produljenim vremenom provedeno u plitkom snu. Učinci ometenog sna očituju se promjenama raspoloženja, pospanošću preko dana i smanjenim kognitivnim sposobnostima. Epidemiološke studije pokazuju da je ometen san zbog buke povezan sa kardiovaskularnim učincima. Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje prosječne noćne razine buke manje od 55dB a cilj je da te preporuke dosegnu 40dB (Basner et al. 2014).

Buka je, uz bol, anksioznost, često buđenje zbog dijagnostičkih pretraga, jedan od glavnih čimbenika koji dovodi do smetnji spavanja u hospitaliziranih pacijenata u jedinicama intenzivne njege. Dolazi do promjena u lučenju melatonina i abnormalnosti u cirkadijalnom ritmu. Manjak svjetlosti potiče lučenje melatonin iz pinealne žlijezde i tako signalizira tijelu da je vrijeme za spavanje. Razina metabolita melatonina, 6 – sulfa – oksimelatonina, mjerena je u urinu u pacijenata u jedinicama za intenzivno liječenje kao marker cirkadijalnog ritma. Mjerenja su pokazala ravnu krivulju i izostanak tipičnog noćnog povišenja (Venkateshiah et al. 2012).

2.4.3. Psihološki i psihosocijalni učinci

Povišena nervoza je najučestaliji subjektivni odgovor na izloženost buci u populaciji. Utječe na svakodnevne aktivnosti, san, misli i odmor, a očituje se osjećajem nezadovoljstva, neugode, neudobnosti, ljutnje i umora. Simptomi koje su prijavljivali radnici u industrijskim postrojenjima uključuju mučninu, glavobolju, promjene raspoloženje i aniksioznost. Istraživanja pokazuju da stanovništvo u bučnim područjima u visokom postotku prijavljuje simptome kao što su napetost, svadljivost, besane noći i glavobolje. Visoke frekvencije djeluju više iritirajuće nego niske frekvencije. Općenito, može se reći kako buka okoliša dovodi više do psiholoških simptoma a manje do ozbiljnih kliničkih psihijatrijskih poremećaja (Stansfeld & Matheson 2003).

2.4.4. Učinak na kognitivne sposobnosti

Buka nepobitno djeluje na kognitivne sposobnosti. Smanjuje koncentraciju, povisuje uznemirenost, izaziva osjećaj bespomoćnosti. Utječe na socijalne učinke, maskira govor i ostale zvukove iz okoline, utječe na komunikaciju i ometa pažnju. Izloženost buci može utjecati na sposobnost pamćenja i na izbor strategija u obavljanju poslova. Također, postoje dokazi kako buka smanjuje prijateljski nastrojeno raspoloženje i povisuje agresivnost (Stansfeld & Matheson 2003).

Bronzaft i McCarthy proveli su studiju u koju su uspoređivali djecu u osnovnoj školi koja su boravila u učionici kraj željezničke pruge i koja su bila izložena buci sa onom djecom koja su boravila u tihoj učionici. Rezultati su pokazali kako su djeca koja su boravila u bučnoj učionici naučila čitati 3 do 4 mjeseca kasnije nego djeca u tihoj učionici (Bronzaft & McCarthy 1975).

Djeca koja su kronično izložena bučnoj okolini imaju slabiju percepciju govora kao i smanjen kapacitet pamćenja. Konačno, ta djeca imaju slabije sposobnosti čitanja i ostvaruju slabije rezultate na nacionalnim standardiziranim ispitima (Stansfeld & Matheson 2003).

Habibi i suradnici (2013) istraživali su utjecaj izloženosti buci na radni učinak; brzinu rada, količinu grešaka i na sposobnost manualnog rada. Prema tom istraživanju, pri razinama buke od 95dB, radni učinak se smanjuje a povisuje se broj grešaka.

Također, izloženost buci na radnom mjestu i oštećenje sluha povećavaju mogućnost od nastanka ozljeda na radu, pa bi smanjenje razine buke, kao i korištenje slušnih aparata kod osoba sa oštećenjem sluha, moglo pridonijeti povećanju sigurnosti na radnom mjestu (Amjad - Sardrudi et al. 2012) .

2.4.5. Utjecaj buke slušalica i prijenosnih uređaja za reprodukciju zvuka na prometne nesreće kod adolescenata

Preglasno slušanje glazbe danas, u bilo koje vrijeme i na bilo kojem mjestu, nažalost utječe i na povećan broj nesreća jer mladi ne mogu sa slušalicama na ušima adekvatno pratiti zbivanja u prometu. Naime, istraživanje Goldenbeld i suradnika (2012) pokazalo je kako je povećan broj ozljeda u mladih biciklista u dobi od 12 do 37 godina koji su za vrijeme vožnje koristili uređaje za reprodukciju glazbe.

Lichenstein et al. (2012) istraživali su povezanost upotrebe slušalica i ozljede te broj smrtnih slučajeva u pješaka u Sjedinjenim Američkim Državama u periodu od 2004 – 2011. Zabilježeno je 116 ozljeda ili smrtnih slučajeva u tom periodu. Žrtve su bile uglavnom muškog spola (68%) i u dobi ispod 30 godina (67%). Vozila uključena u nesreće bili su vlakovi (55%), a većina ih se dogodila u urbanim područjima. U 74% slučajeva žrtva je nosila slušalice u vrijeme udara, a u 29% slučajeva žrtva je bila upozorena zvučnim signalom.

3. Izloženost adolescenata buci i javnozdravstveno djelovanje

Buka, osobito ona u napučenim gradskim sredinama, postala je javnozdravstveni problem. Premda ju je većina stanovništva prihvatila kao dio svakodnevice, ona postaje sve pogubnija.Takozvano akustično onečišćenje, poput onog svjetlosnog, boljka je suvremenog svijeta koja ne zaobilazi ni Hrvatsku.

3.1. Izloženost adolescenata buci

Adolescencija je razdoblje razvoja i odrastanja čovjeka. Označava prijelaz iz djetinjstva u svijet odraslih i obuhvaća razdoblje od 11 - te do 22 - e (25 - te) godine života. Uobičajeno se razlikuju rana, srednja i kasna adolescencija. Pojam adolescencija uključuje ukupne psihičke, fiziološke i hormonalne promjene. Ta životna faza se odlikuje kristalizacijom stavova i mišljenja, konsolidiranjem mentalnog života, a posebno racionalnim mentalnim sazrijevanjem. Tada se posebno razvijaju samopoštovanje, povjerenje, samostalnost i osobnost. Tijekom adolescencije čovjek doseže sam vrh svojih intelektualnih sposobnosti učenja (Rudan 2000).

Adolescenti i mladi ljudi se u zemljama zapadnog svijeta izlažu vrlo visokim razinama buke najčešće u diskotekama, na rock-koncertima i u teretanama. U diskotekama je izmjerena buka jačine u rasponu od 104dB pa sve do 112dB. Drugi izvor visoke razine buke među mlađim generacijama jesu uređaji za osobnu upotrebu, kao što su MP3 uređaji, iPod i slično, čije su slušalice direktno umetnute u uši, a glasnoća podešena na vrlo visoke razine, pogotovo kada je slušatelj u bučnom okruženju (Gilles et al. 2009).

Postoji opravdani povećani rizik od razvoja oštećenja sluha i tinitusa u populaciji koja sluša glasnu glazbu na svojim uređajima za reprodukciju glazbe. Adolescenti, koristeći MP3

uređaje pribjegavaju riskantnim navikama slušanja i vjerojatno neće koristiti zaštitu. Analogno profesionalno izazvanom oštećenju sluha zbog buke, MP3 – uređajem izazvano oštećenje sluha postaje značajan socijalni i javnozdravstveni problem (Vogel et al. 2011). U prosjeku, mladi u dobnoj skupini od 14 do 20 godina slušaju glazbu preko 3 sata dnevno (Eggemann et al. 2002).

Redovito izlaganje buci razinama višim od 90dB, u slobodno vrijeme, znatno povećava rizik za razvoj oštećenja sluha i tinitusa. Privremeni tinitus izazvan bukom je čest fenomen u adolescenata sa prevalencijom od 45% - 77%. Iako većina simptoma poput tinitusa i slabijeg sluha ima privremeni karakter, takvi su simptomi jasan znak prekomjernom izlaganju buci. Prisutnost privremenog tinitusa nakon izlaganja visokoj razini buke vjerojatno je udružen sa kohlearnim i/ili neuralnim oštećenjem. Redovito izlaganje glasnoj glazbi u mlađoj dobi može dovesti do velikog broja štetnih učinaka u starijoj dobi i povećati vulnerbilnost unutarnjeg uha na starenje. Oštećenje sluha uzrokovano bukom dovodi do smanjenja kvalitete života i do redukcije socijalnih interakcija, izolacije, osjećaja depresije i može imati štetan učinak na obrazovanje. Internetsko istraživanje u Sjedinjenim Američkim Državama pokazalo je da 14% adolescenata koristi čepiće za uši na mjestima gdje svira glasna glazba, dok u Brazilu samo 1.6% njih koristi čepiće. Nadalje, švedski studenti su 12.8 puta više koristili zaštitu za uši od američkih adolescenata prilikom boravka na koncertima. Muški ispitanici više su koristili čepiće za zaštitu ušiju nego ženski vjerojatno zbog češćeg prijašnjeg iskustva tinitusa (Gilles et al. 2009). Widen i suradnici (2004) u studiji, provedenoj na uzorku od 1285 mladih u dobi od 13 do 19 godina, kao rezultat dobili su prevalenciju trajnog tinitusa od 8.7%.

Procjenjeno je da je oko 20% nizozemskih adolescenata u dobi od 12 do 16 godina u opasnosti od razvoja auditornih simptoma nakon 5 godina zbog potencijalno štetnih učinika slušanja glasne glazbe. Između 30% i 61.2% njih prijavilo je privremene auditorne simptome kao tinitus nakon izlaganja glazbi u diskotekama i MP3 uređaju (Vogel et al. 2012).

Prema istraživanju Vogel i suradnika (2012) koje je provedeno na uzorku od 1228 studenta, njih 19.2% bilo je izloženo visokorizičnim razinama zvuka i to 56 sati na tjedan iz svih izvora glazbe zajedno, od toga 15.4% slušajući glazbu na MP3 uređaju i 3.1% u diskotekama.

Nakon slušanja glazbe na MP3 uređaju 14.5% ispitanika iskusilo je privremene auditorne simptome, kao tinitus, a nakon boravka u diskotekama i/ili pop/rock koncertima njih 44.2% prijavljuje takve simptome. Gotovo 10% ispitanika izvjestilo je o konstantnim slušnim simptomima, a otprilike trećina ispitanika je zatražila liječničku pomoć.

U kineskoj studiji provedenoj na uzorku od 120 mlađih korisnika osobnih uređaja za reprodukciju glazbe, oštećenje sluha pronađeno je u njih 14% (Peng JH 2007), a francuska studija među 1364 mladih pokazala je kako 66% njih, koji odlaze na koncerte ili koriste osobne uređaje za reprodukciju glazbe više od 7 sati na tjedan, ima oštećenje sluha (Meyer - Bisch 1996).

Johnson i suradnici (2014) proveli su istraživanje na uzorku od 325 studenata koje je pokazalo da 88.3% njih je imalo osjećaj zujanja nakon izlaska iz disko kluba dok je 66.2% njih imalo oslabljen sluh iduće jutro. U pogledu ponašanja, 73.2% studenata reklo je kako rizik od oštećenja sluha ne bi utjecao na njihov odlazak u disko klubove, no većina studenata mišljenja je kako bi razine buke u noćnim klubovima trebalo ograničiti na sigurne razine.

Također, studije pokazuju kako je iskustvo takvih auditornih simptoma povezano sa subjetivnim osjećajem lošeg općeg i mentalnog zdravlja, te sa depresijom i suicidalnim mislima (Gilles et al. 2009).

Trajno oštećenje sluha jest rastući socijalni problem također iz razloga što su mladi ljudi ograničeni u odabiru posla ili su čak odbijeni (Vogel et al. 2007).

3.3. Javnozdravstveno djelovanje

Svi smo rođeni sa određenim brojem kohlearnih stanica sa dlačicama. U čovjeka (i svih drugih sisavaca), one se ne mogu regenerirati. U nekih kralježnjaka, kao naprimjer u ptica, ta regeneracija je moguća. Ta regeneracija počinje iz lokalnih potpornih stanica koje djeluju kao matične stanice. U našem vestibularnom organu moguća je regeneracija stanica ali u kohlearnom ta regeneracija nije moguća. Rade se ispitivanja o mogućoj regeneraciji kohlearnih stanica upotrebom hormona rasta ili pronalaskom načina pokretanja procesa stanične diferencijacije. Ali, trenutačno ostaje činjenica da slušne stanice zbog izlaganja prekomjernoj buci propadaju i bivaju izgubljene zauvijek, što predstavlja rastući problem današnjeg društva (Harrison 2012).

Iz tog razloga postoji hitna potreba za razvojem i implementacijom preventivnih strategija i javnozdravstvenih intervencija, kako bi se čitave generacije djece i mladih ljudi spasile od izlaganja prekomjernoj buci i glasnoj glazbi, te spriječilo posljedično oštećivanje sluha.

Vogel i suradnici (2011) sugeriraju kako bi najučinkovitije bilo kada bi se sa preventivnim programom i edukacijom o štetnim učincima glasnog slušanja glazbe trebalo počelo već u osnovnim školama.

Gilles i suradnici (2013) smatraju kako je najbrži i najučinkovitiji način promjene stava i navika o glasnom slušanju glazbe osobno iskustvo bukom izazvanih simptoma. Također kampanje bi trebale koristiti internetsku mrežu i danas široko dostupnu tehnologiju u svrhu edukacije mladih ljudi. Većina kampanja do sada se fokusirala na razvoj oštećenja sluha kao posljedica redovitog izlaganja glasnoj glazbi, a autori u studiji sugeriraju kako bi se preventivne kampanje trebale više fokusirati na tinitus kao upozoravajući znak bukom izazvanog oštećenja.

Kako bi se potaknule promjene u ponašanju i navikama, prije nego nastanu trajna i nepovratna oštećenja sluha, Vogel i suradnici (2012) preporučuju da zdravstvene ustanove, škole, roditelji i mladi ljudi budu informirani o potencijalnim štetnim učincima slušanja glasne glazbe putem masivnih medija i zdravstvenih kampanja, te bi trebali biti upozoreni o potrebi preventivnih pregleda sluha od strane pedijatara, obiteljskih medicinara, audiologa i specijalista školske medicine.

Nadalje, kako bi se spriječili šteti učinci buke na zdravlje adolescenata prilikom posjeta diskotekama, potrebne su mjere kao što su držanje odstojanja najmanje 2 metra od zvučnika, zatim osiguranje soba za odmor (područja sa tihom glazbom) kao i osiguranje zaštite za uši, te i ograničenja razine buke. Vlasnici diskoteka, DJ-evi (eng. disk jockey) i glazbenici trebali bi biti informirani o potrebama mjerenja razine zvuka i naprednim tehnologijama ozvučenja (Vogel et al. 2007).

Savjeti roditeljima i djeci o korištenju osobnih uređaja za reprodukciju glazbe uključuju uzimanje periodičnih odmora od slušanja glazbe na taj način u trajanju od 15-20 minuta, kako bi se unutarnjem uhu dopustilo da se „odmori“. Isto tako djecu bi trebalo navikavati da prilikom slušanja glazbe preko tih uređaja periodično provjeravaju da li ljudi u njihovoj okolini također mogu čuti tu glazbu i ako je tomu tako tada je razina glazbe previsoka, što istotako ovisi i o vrsti slušalica. Različite slušalice utječu na različit doživljaj zvuka i potiču osobe na različito namještanje glasnoće. Postoje tri glavne vrste slušalica; slušalice koje se umetnu u uho, zatim naglavnom tipu slušalica koje se stavljaju preko cijele uške i povezane su obručem preko glave, treći tip slušalica tzv. „kanalske slušalice“ . Najsigurnijima za sluh pokazale su se te kanalske slušalice koje se umetnu nešto dublje u uho, ali blokiraju pozadinske zvukove, što osigurava uhu bolji zvuk, te smanjuje potrebu sa pojačavanje glasnoće glazbe (Harrison 2012).

4. Zaključak

Rezultati mnogih istraživanja izneseni u ovom radu ukazuju na potrebu kako za daljnjim istraživanjima o posljedicama buke na sluh tako i za razvoj i implementaciju strategija za prevenciju i intervenciju.

Najveći problem predstavlja činjenica da se ozbiljne zdravstvene posljedice zamjećuju tek u kasnijoj dobi, te je stoga teško provoditi edukaciju i preventivno djelovanje, budući da ugrožene skupine mlađe životne dobi takva oštećenja sluha ne prepoznaju kao zdravstveni problem.

Što hitnije javnozdravstvene intervencije i daljna istraživanja potrebna su pogotovo i zbog dugoročnih štetnih učinaka buke na kognitivne sposobnosti već u dječjoj dobi.

Također, intervencije su potrebne kako bi se utjecalo na ponašanje adolescenata i odnos prema izlaganju buci i tako preveniralo daljnje pogoršanje simptoma te zaštitio sluh od daljnje deterioracije.

Javnozdravstvene intervencije bi, dakle, trebale biti fokusirane prvenstveno na edukaciju mladih, s time da bi ona trebala započeti što ranije. Također javnozdravstvene intervencije bi trebale uzeti u obzir i mogućnost educiranja roditelja, socijalnih radnika, nastavnika te svih onih koji su na bilo koji način uključeni u rad sa glasnom glazbom (glazbenici, organizatori koncerata..). Najznačajniji doprinos javnozdravstvenim intervencijama očitovao bi se u suradnji s proizvođačima uređaja za reprodukciju zvuka i slušalica, jer bi to značilo djelovanje na samom izvoru problema.

5. Zahvale

Zahvaljujem se svojoj mentorici doc.dr.sc. Iskri Alexandri Noli na velikoj pomoći i uputama za pisanje ovog rada.

Svojoj se obitelji zahvaljujem na podršci i ohrabrenjima tijekom studija i pisanju diplomskog rada.

6. Literatura

1. Amjad-Sardrudi H, Dormohammadi A, Golmohammadi R, Poorolajal J (2012) Effect of Noise Exposure on Occupational Injuries: A Cross-sectional Study. J Res Health Sci 12(2):101-4.
2. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, Stansfeld S (2014) Auditory and non – auditory effect of noise on health. Lancet 383:1325- 1332.
3. Beritić – Stahuljak D, Žuškin E, Valić F, Mustajbegovič J (1999) Buka. U: Medicina rada. Zagreb: Medicinska naklada, 35 – 38.
4. Bronzaft AL, McCarthy DP (1975) The effects of elevated train noise on reading ability. Environ Behav 7:517 - 527.
5. Buka okoliša – javnozdravstveni problem.
   Dostupno sa: http:// www.zmz.hr/download/buka-okolisa-javnozdravstveni-problem.pdf Accessed: 14.11.2014.
6. Bumber Ž, Katić V, Nikšić – Ivančić M, Pegan B, Petrić V, Šprem N (2004) Audiologija i vestibulogija. Katić i Kekić, ur. U: Otorinolaringologija. Zagreb: Naklada Ljevak, 65-97.
7. Bumber Ž, Katić V, Nikšić – Ivančić M, Pegan B, Petrić V, Šprem N (2004) Otologija. Katić i Kekić , ur. U: Otorinolaringologija. Zagreb: Naklada Ljevak, 11-60.
8. Dobie RA (1999) A review of randomized clinical trials in tinnitus. Laryngoscope 109(8):1202 - 1211.
9. Eggemann C, Koester M, Zorowka P (2002) Hörschaden durch Freizeitlärm nehmen zu. Auch das Ohr braucht mal Pause. MMW Fortschr Med 144:30 - 33.
10. Gilles A, Van Hal G, De Ridder D, Wouters K, Van de Heying P (2013) Epidemiology of Noise-Induced Tinnitus and the Attitudes and Beliefs towards Noise and Hearing

Protection in Adolescents. PLoS One. 8(7):e70297. doi:10.1371/journal.pone.0070297 Accessed: 22.10.2014.

11. Gröschel M, Ryll J, Götze R, Ernst A, Basta D (2014) Acute and long-term effects of noise exposure on the neuronal spontaneous activity in cochlear nucleus and inferior colliculus brain slices. Biomed Res Int 2014; article ID 909260. http://dx.doi.org/ 10.1155/2014/909260. Accessed: 14.11.2014.
12. Goines L, Hagler L (2007) Noise Pollution: A Modern Plague. South Med J 100(3):287 – 294.
13. Goldenbeld C, Houtenbos M, Ehlers E, De Waard D (2012) The use and risk of portable electronic devices while cycling among different age groups. J Safety Res 43(1):1-8.
14. Habibi E, Dehghan H, Dehkordy SE, Maracy MR (2013) Evaluation of the effect of noise on the rate of errors and speed of work by the ergonomic test of two-hand co-ordination. Int J Prev Med 4(5):538-45.
15. Harrison RV (2012) The prevention of noise induced hearing loss in children. Int J Pediatr 2012; article ID 473541, 13 pages; http://dx.doi.org/10.1155/2012/473541 Accessed: 18.10.2014.
16. Judaš M, Kostović I (1997) Slušni i vestibularni sustav. U: Temelji neuroznanosti. Zagreb: MD, 387 - 482.
17. Johnson O, Andrew B, Walker D, Morgan S, Aldren A (2014) British university students' attitudes towards noise-induced hearing loss caused by nightclub attendance. J Laryngol Otol 128(1):29-34.
18. Judaš M, Kostović I (1997) Uho – organ sluha i ravnoteže. U: Temelji neuroznanosti. Zagreb: MD, 373 - 386.

19. Krmopotić – Nemanić J, Marušić A (2004) Auris,uho. U: Anatomija čovjeka. Zagreb: Medicinska naklada, 545 - 559.
20. Lichenstein R, Smith DC, Ambrose JL, Moody LA (2012) Headphone use and pedestrian injury and death in the United States: 2004-2011. Inj Prev 18(5):287-90.
21. Meyer-Bisch C (1996) Epidemiological evaluation of hearing damage related to strongly amplified music (personal cassette players, discotheques, rock concerts) high-definition audiometric survey on 1364 subjects. Audiology 35(3):121–142.
22. Oishi N, Schacht J (2011) Emerging treatments for noise - induced hearing loss. Expert Opin Emerg Drugs 16:235–245.
23. Passchier WF, Passchier – Vermeer W (2000) Noise Exposure and Public Health. Environ Health Perspect 108(1):123 – 131.
24. Peng JH, Tao ZZ, Huang ZW (2007) Risk of damage to hearing from personal listening devices in young adults. Journal of Otolaryngology 36(3): 81–185.
25. Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (2004) Narodne novine 145/04, Zagreb. Dostupno sa: http://www.zmz.hr/download/pravilnik-o-najvisim-dopustenim-razinama-buke-u-sredini-u-kojoj-ljudi-rade-i-borave.pdf Accessed: 16.10.2014.
26. Pravilnik o zaštiti radnika od izloženosti buci na radu (2008) Narodne novine 46/08, Zagreb. Dostupno na: http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/339066.html Accessed: 18.10.2014.
27. Rudan V (2000) Adolescent development and external influences. Coll Antropol 24(2):585 – 596.
28. Smith PA, Davis A, Ferguson M, Lutman ME (2000) The prevalence and type of social noise exposure in young adults in England. Noise Health 2:41–56.

29. Stansfeld SA, Matheson M (2003) Noise pollution: non – auditory effects on health. Br Med Bull 68:243 – 257.
30. Venkateshiah SB, Collop NA (2012) Sleep and sleep disorders in the hospital. Chest 141(5):1337-1345.
31. Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CPB, Raat H (2011) Adolescents risky MP3-player listening and its psychosocial correlates. Health Ed Res 24:254 -264.
32. Vogel I, Brug J, Van der Ploeg CPB, Raat H (2009) Prevention of adolescents‘ music – induced hearing loss due to discotheque attendance: A Delphi study. Health Ed Res 24:1043 – 1050.
33. Vogel I, Van de Looij-Jansen PM, Mieloo CL, Burdorf A, De Waart F (2012) Risky Music-Listening Behaviors and Associated Health-Risk Behaviors. Pediatrics 129(6):1097-1103.
34. Vogel I, Van de Looij-Jansen PM, Mieloo CL, Burdorf A, De Waart F (2007) Young People’s Exposure to Loud Music. Am J Prev Med 33(2):124 - 133.
35. Widen SE, Erlandsson SI (2004) Self – reported tinnitus and noise sensitivity among adolescents in Sweden. Noise Health 7:29 - 40.
36. Zakon o zaštiti od buke (2009) Narodne novine 30/09, Zagreb. Dostupno na: http://www.zakon.hr/z/125/Zakon-o-zaštiti-od-buke Accessed: 18.10.2014.
37. Zakon o prekršajima protiv javnog reda i mira (1994) Narodne novine 5/90,30/90,47/90,29/94 Zagreb. Dostupno sa http://www.mup.hr/144.aspx. Accessed 30.10.2014.

7. Životopis

Rođena sam 21.06.1989. u Tuzli u Bosni i Hercegovini. Prva tri razreda osnovne škole pohađam u Alzey–u u Njemačkoj, te daljnje školovanje nastavljam u Zagrebu. Prirodoslovno – matematičku gimnaziju Lucijana Vranjanina završavam u Zagrebu 2007. godine i upisujem Medicinski fakultet u Rijeci gdje sam završila prvu godinu studija, a daljnje obrazovanje nastavljam na Medicinskom fakultetu u Zagrebu.