

UTICAJ BUKE NA ZDRAVLJE LJUDI

Sunčica Stankov, Bogdan Stepančev
Dom zdravlja Novi Sad, Novi Sad

NOISE AND ITS INFLUENCE ON HUMAN HEALTH

Suncica Stankov, Bogdan Stepancev
Health Center Novi Sad, Novi Sad, Serbia

SAŽETAK

Buka prožima svakodnevni život čoveka i ubraja se u savremene zagađivače. Definiše se kao neželjeni zvuk i ima auditivne i neauditivne efekte na zdravlje ljudi. Osim profesionalne izloženosti buci u radnoj sredini, i u svakodnevnom životu sve je veći potencijalni nepovoljni uticaj buke kao egzogenog stresora na zdravlje. Efekti buke na zdravlje mogu biti privremeni i trajni. U profesionalnim okolnostima najčešće se ispoljavaju gubitak sluha i zujanje u ušima. Brojne studije ukazuju na to da buka utiče na: nastanak psihološkog distresa, poremećaje sna, veću zastupljenost arterijske hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti, pojavu dijabetesa melitusa, glavobolje i bolesti pluća. Takođe, poznato je nepovoljno dejstvo buke u zdravstvenim ustanovama, dok je značajan i specifičan uticaj buke na zdravlje posebno osetljivih grupa ljudi kao što su autistične osobe i osobe starijeg životnog doba. Pomoću različitih strategija i edukacionih programa moguće je smanjiti nepovoljan uticaj buke na zdravlje opšte populacije.

Ključne reči: buka; faktori rizika; zdravlje

UVOD

Među brojnim zagađivačima buka, koja se definiše kao neželjeni zvuk, bez razloga je zanemarena uprkos činjenici da je moguće precizno izmeriti ili izračunati kolika je izloženost buci tokom vremena. Buka sve više prožima svakodnevni život čoveka i može imati auditorne i neauditorne efekte na zdravlje ljudi. Iako se ljudi naviknu na izloženost buci, stepen navike se razlikuje među pojedincima i retko je potpun. Ukoliko je izloženost buci hronična i prevazilazi izvesne nivoe, mogu se ispoljiti potencijalni negativni efekti na zdravlje ljudi (1). Buka predstavlja jedan od faktora rizika iz spoljašnje sredine koji narušava zdravlje ljudi. Zagađenje bukom je sve zastupljenije i praćeno je brojnim zdravstvenim tegobama u opštoj populaciji kao što su: oštećenje sluha, otežana komunikacija, poremećaji sna, psihološki efekti, pojava kardiovaskularnih i neuroloških bolesti, subjektivni osećaj neprijatnosti, celokupni kvalitet života. Tokom profesionalne izloženosti buci njen efekat na zdravlje povezuje se sa gubitkom sluha i kardiovaskularnim rizikom, pri čemu se smatra da ovaj efekat interferira sa smenskim radom (2-4).

ABSTRACT

Noise pollution can affect human health and have an influence on daily life on people. Being an unpleasant sound, noise is defined as unwanted sound which can cause auditory and non-auditory effects on human health. Apart from the exposure of noise in the workplace and its consecutive effects, noise as an exogenous stressor in everyday life has a various potential negative impacts on human health, both temporary or permanent. Occupational noise exposure mostly causes hearing loss and tinnitus among workers. The potential negative health effects of noise pollution include psychological distress, sleep disturbances, higher incidence of arterial hypertension and cardiovascular diseases. Also, noise exposure may be associated with an increased incidence of diabetes mellitus, headache, and pulmonary diseases, with possible effects of noise in health centers and hospitals on medical staff and patients. Noise pollution can have specific negative influence on sensitive humans, such as autistic and elderly people. Implementation of the different strategies and educational programs can reduce potential negative effects of noise on human health.

Key words: noise; risk factors; health.

Glavni uzroci buke su drumski i avionski saobraćaj, železnica i industrija. Međutim, u savremenim urbanim naseljima izvori buke postaju sve brojniji. Na primer, značajni izvori buke su okupljanja na javnim površinama, glasan govor na ulici, vikanje i glasna muzika iz restorana i barova, posebno noću, što ometa san populaciji koja živi u određenom delu grada. Takođe, buka uzrokovana glasnim govorom, vikanjem i muzikom posebno je prisutna u obrazovnim ustanovama. Česte uzroke buke čine i zvuci rashladnih uređaja i domaćih životinja, pri čemu zvuci električnih aparata i hrkanje ukućana, kao i zvuci iz susedstva, češće ometaju ljude i čine ih osetljivijim na te zvuke nego na saobraćajnu buku. Veliki problem predstavlja i buka u stambenim objektima i njihovoj neposrednoj okolini, posebno buka nastala kao posledica narušavanja kućnog reda u vreme odmora i noću. Buka sa gradilišta, renoviranje stanova, glasan govor i muzika iz susednih stanova, neadekvatna upotreba zajedničkih prostorija (glasni govor u hodnicima, udaranje vratima lifta) takođe zahtevaju pažnju, te uvođenje zakonskih mera i njihovo sprovođenje (5-7).

Gubitak sluha uzrokovan bukom i dalje je pretežno zastupljen u profesionalnim okolnostima, dok su drugi izvori buke sve zastupljeniji (npr. muzički plejeri). Dosadašnja saznanja o molekularnim mehanizmima

nastanka oštećenja senzornih ćelija kohlee i nervnih vlakana značajno se povećavaju, a u skorije vreme se očekuju i preventivne i terapijske procedure za njihovo rešavanje. Sve je više dokaza o neauditornim efektima buke iz životne sredine na zdravlje ljudi. Brojne studije ukazuju na to da buka utiče na: nastanak psihološkog stresa, poremećaje spavanja, dnevnu pospanost, ishod bolesti, veću zastupljenost arterijske hipertenzije i kardiovaskularnih bolesti, te pogoršava kognitivne performanse kod dece školskog uzrasta (1). Izveštaji Svetske zdravstvene organizacije pokazuju da je skoro 40% osoba u zemljama Evropske unije tokom dana izloženo saobraćajnoj buci nivoa većeg od 55 dB (8). Smernice u Srbiji ukazuju na potrebu da se u stambenim oblastima buka limitira na 55 dB tokom dana i 45 dB tokom noći, što je usklađeno s preporukama Svetske zdravstvene organizacije (9).

Poseban entitet čini zvučno okruženje u hospitalnim uslovima, posebno u jedinicama intenzivne nege, koje podrazumeva zvuke iz izvora kao što su medicinski uređaji (npr. alarmi), telefoni ili pejdžeri, razgovori, zvuci vrata i aktivnosti tokom nege pacijenata. Osim dejstva na zdravlje medicinskog osoblja, ovakva buka može usporiti ozdravljenje pacijenata, što se objašnjava povišenim kardiovaskularnim stresom, dužim periodom lečenja, povećanjem doze lekova protiv bolova i povećanom stopom ponovnih prijema u bolnicu. Smatra se da su neonatusi, pacijenti koji dugo leže u bolnici i osobe starijeg životnog doba pod većim rizikom da podlegnu efektima buke (1, 10).

EFEKTI IZLOŽENOSTI BUCI

Gubitak sluha indukovano bukom

Buka je osnovni uzrok gubitka sluha koji se može prevenirati. Uzrok bukom indukovano gubitka sluha može biti jednokratna izloženost intenzivnom impulsu zvuka, kao što je pucanj iz pištolja, vatromet ili petarda, ili dugotrajna izloženost nivou zvučnog pritiska (L_a) većem od 75–85 dB u industrijskim uslovima. Prvobitno su zdravstveni efekti buke uočeni i najčešće ispitivani u profesionalnom okruženju, gde su visoki nivoi buke povezani s gubitkom sluha. Kasnija istraživanja su se proširila na ispitivanje efekata socijalne buke (koncerti, muzički plejeri) i buke iz okruženja (saobraćajna i industrijski indukovana buka).

Pored izloženosti buci na radnom mestu, sve je zastupljenija izloženost buci tokom slobodnog vremena. Posebno je značajan njen uticaj na tinejdžere i mlade odrasle osobe zbog stalne izloženosti visokim nivoima buke u noćnim klubovima, diskotekama i na koncertima kako u zatvorenim prostorima, tako i na otvorenim površinama. Izloženost ekstremnim nivoima buke iz muzičkih uređaja i korišćenje slušalica mogu povećati rizik od oštećenja sluha i zujanja u ušima.

Poznato je da izloženost prekomernim nivoima buke može indukovati metaboličke i mehaničke promene u Kortijevom organu, što izaziva gubitak sluha indukovano bukom čija je karakteristična patološka odlika gubitak auditivnih senzornih ćelija u kohlei (1, 11). S obzirom na to da se ove senzorne ćelije ne mogu regenerisati, remisija sluha je nemoguća, što znači da je jedini način da se spreči gubitak sluha – prevencija. Gubitak sluha može imati ozbiljne posledice na društveni život osobe i značajno utiče na kognitivne performanse i efikasnost na poslu. Nesreće i padovi takođe su povezani sa nedijagnostikovanim gubitkom sluha i praćeni su povećanim mortalitetom. Svetska zdravstvena organizacija procenjuje da je 10% celokupne svetske populacije izloženo buci koja može uzrokovati gubitak sluha. Kod oko polovine ovih ljudi auditorno oštećenje može se pripisati dejstvu intenzivne buke (1).

Kardiovaskularni rizici

Buka iz spoljašnje sredine je kako psihološki, tako i fiziološki stresor, koji može da ometa svakodnevni život i utiče na subjektivni osećaj blagostanja i fizičkog zdravlja. Kratkotrajno izlaganje kontinuiranoj buci (npr. saobraćajna buka) ili pojedinačnim događajima (npr. buka aviona) mogu uticati na endokrini ili autonomni nervni sistem ne samo u budnom stanju nego i u snu. U pojedinim eksperimentima zabeležen je porast krvnog pritiska prilikom akutnog izlaganja buci. Postoje podaci da je incidencija moždanog insulta u korelaciji sa saobraćajnom bukom (12, 13). Kombinacija saobraćajne buke i buke iz neposrednog okruženja povezana je sa pojavom arterijske hipertenzije i moždanog insulta, dok su opšta stopa smetnji uzrokovanih bukom i poremećaji spavanja signifikantno povezani sa ishemičnom srčanom bolesti (14).

Buka utiče na proces vazokonstrikcije, što može biti dominantni uzrok arterijske hipertenzije u kratkom periodu izloženosti buci. Otkriće da je korelacija između buke i izolovane arterijske hipertenzije veća kod ispitivane populacije koja je živela tokom kraćeg perioda (≤ 10 godina) izložena buci u svojim domovima u poređenju sa osobama koje su živele duže, može biti odraz kratkotrajnog emocionalnog odgovora na stres uzrokovan bukom. Osobe koje su se navikle na buku mogu imati razvijene manifestne i dugotrajne vaskularne promene, npr. poremećaj spavanja. Iako se istraživanja uglavnom sprovode na odrasloj populaciji, dokazano je da je izloženost buci u dečjem uzrastu snažan prediktor za nastanak arterijske hipertenzije tokom života (12, 15–17).

Različita istraživanja pokazala su da perzistentna izloženost buci povećava sistolni i dijastolni krvni pritisak, dovodi do nastanka atrijalne fibrilacije, aritmije i uzrokuje otpuštanje hormona stresa (uključujući i kateholamine i glikokortikoide). Buka predstavlja generalni stresor iz okruženja za neuroendokrini sistem,

vodi aktivaciji simpatičko-adrenalno-medularnog sistema, porastu nivoa kortizola i kateholamina u plazmi, vazokonstrikciji, povišenom krvnom pritisku i posledično kardiovaskularnim bolestima. Potencijalni mehanizmi su emocionalne stres reakcije tokom kojih se oseća diskomfor i nesvesni psihološki stres usled interakcije između centralnog auditornog sistema i drugih regija centralnog nervnog sistema (1, 18, 19).

Takođe, drugi mehanizam kojim hronična izloženost buci utiče na organizam jeste neravnoteža u mehanizmu homeostaze, zahvatajući i metabolizam i kardiovaskularni sistem, dovodeći do povišene koncentracije glukoze i lipida u krvi, povišenog viskoziteta krvi i nastanka dijabetesa melitusa. Ove promene povećavaju rizik za pojavu arterijske hipertenzije, arterioskleroze, i posledično utiču na nastanak infarkta miokarda, vaskularne demencije i insulta (1, 20–22).

Smetnje uzrokovane bukom i poremećaji spavanja

Smetnje uzrokovane bukom definišu se kao osećanje neprijatnosti usled svakog faktora ili stanja povezanog sa zvukom za koji se smatra da negativno utiče na individuu ili na grupu ljudi (23). Neprijatnost nastala usled dejstva buke koju pojedinac samostalno reprezentuje, kao i poremećaji spavanja često su korišćeni kao indikatori subjektivnog odgovora na buku. Iako se neprijatnost ne smatra direktnim efektom na zdravlje, može imati posrednu ulogu između dejstva buke i zdravlja. Ovaj indirektni put aktivacije organizma pokazuje kognitivnu percepciju zvuka, njenu kortikalnu aktivaciju i posledične emocionalne reakcije. Ovaj proces, kao i buka sama po sebi, inicira psihološku stres reakciju koja zahvata hipotalamus, limbički sistem, autonomni nervni sistem, hipofizu i nadbubrežne žlezde. Nastale psihološke disfunkcionalne reakcije mogu rezultovati manifestnim psihološkim promenama i efektima na zdravstveno stanje kroz duže periode izloženosti hroničnoj buci (14).

Smetnje uzrokovane bukom mogu biti rezultat uticaja buke na dnevne aktivnosti, osećanja, mišljenje, spavanje i odmor, i mogu biti praćene negativnim odgovorom kao što su bes, neprijatnost, iscrpljenost, i sa stresom povezani simptomi. U ozbiljnijim oblicima, smatra se da smetnje uzrokovane bukom zahvataju celokupni osećaj blagostanja i zdravlja, što je veoma značajno jer veliki broj ljudi može biti izložen ovim efektima koji značajno doprinose težini bolesti čiji je uzrok buka iz okruženja (1).

Poremećaj sna se smatra najštetnijim neauditornim efektom buke u okruženju, jer je neometan, dovoljno dugačak san neophodan za dnevne aktivnosti i budnost, kvalitet života i zdravlje uopšte. Čovek percipira, evaluira i reaguje na spoljašnje zvuke, čak i kad spava. Pojedine studije pokazuju korelaciju između broja bučnih događaja i promena u fazama sna. Buka smanjuje kvalitet sna i ima naknadni efekat, koji se oseća dan nakon nastalog

poremećaja sna. Naknadni efekat može se ispoljiti kao umanjena radna sposobnost, umanjene kognitivne performanse, promene u ponašanju tokom dana, kao i promene raspoloženja povezane sa negativnim emocijama (24, 25). Maksimalni pritisak zvuka visine od L_{amax} 33 dB može indukovati fiziološke reakcije tokom sna, uključujući autonomne, motorne i kortikalne reakcije (kao što su tahikardija, pokreti tela i buđenje). Osobe starijeg životnog doba, deca, ljudi koji rade u smenama i osobe s primarnim poremećajima sna smatraju se grupom pod rizikom za nastanak poremećaja sna koji nastaje kao posledica buke. Svetska zdravstvena organizacija preporučuje da prosečna noćna buka od $L_{aeq, outside}$ 55 dB bude privremeni, a 40 dB dugoročni cilj prevencije efekata na zdravlje čoveka indukovanih bukom (1, 25).

Spavanje je neophodan faktor za obezbeđivanje zdravlja čoveka i kvaliteta života. Nedostatak sna je povezan sa kardiovaskularnim i metaboličkim bolestima. Istraživanje Svetske zdravstvene organizacije ukazalo je na nastanak visokih stopa poremećaja spavanja zbog dejstva buke aviona, saobraćajnica i železnice usled porasta intenziteta buke za samo 10 dB (13). Nedostatak i loš kvalitet sna izaziva endokrinološke i metaboličke promene koje su povezane s brojnim kardiometaboličkim i psihijatrijskim oboljenjima i utiče na socijalni aspekt zdravlja kako kod odraslih osoba, tako i kod dece. Svetska zdravstvena organizacija je dokumentovala nekoliko kategorija uticaja buke na zdravstvene i socijalne efekte zagađenja bukom, koji su praćeni oštećenjem sluha, otežanom komunikacijom i oštećenjem kognicije.

Buka iz okruženja je rastući problem u modernim gradovima i smatra se glavnim uzrokom egzogenih poremećaja spavanja, nakon somatskih problema i dnevne napetosti, i značajno utiče na cirkadijalne fluktuacije i bioritam. San je značajni modulator otpuštanja hormona, regulacije glukoze i kardiovaskularne funkcije. Tokom najdublje faze, non-REM faze sna, faze sporih talasa, organizam se najviše regeneriše, usporava se frekvencija rada srca, snižava krvni pritisak, niska je aktivnost simpatičkog nervnog sistema i cerebralne utilizacije glukoze u odnosu na stanje budnosti. Tokom spavanja se otpušta hormon rasta, dok je dejstvo kortizola inhibirano. Zdrav san takođe ima značajnu ulogu u konsolidaciji memorije. Restrikcija spavanja i loš kvalitet sna značajno utiču na metabolizam glukoze, smanjuju glukoznu toleranciju i senzitivnost na insulin, kao i na disregulaciju apetita, povećavaju nivo kortizola i arterijskog krvnog pritiska i utiču na imunološke procese. Osim na fiziološke, nedostatak sna utiče i na psihološke i psihijatrijske poremećaje, povezan je s porodičnim nasiljem, nesrećama na poslu i u saobraćaju i povećanim profesionalnim apsentizmom. U slučaju negativnog dejstva buke na kvalitet sna, ovaj uticaj ima direktno i dugotrajno dejstvo na sve pomenute procese (26, 27).

Kognitivne performanse

Bukom indukovana ekscitotoksičnost i oksidativni stres povezani su s patološkim promenama koje imaju sličnosti s patološkom osnovom za nastanak Alchajmerove bolesti. Ovakav mehanizam oštećenja ukazuje na činjenicu da izloženost buci doprinosi već prisutnom riziku za nastanak Alchajmerove bolesti (28). Svetska zdravstvena organizacija posebno naglašava štetne efekte izloženosti buci iz okruženja kod dece uzrasta 7-19 godina u visokorazvijenim zemljama. Postulirani mehanizmi uticaja buke na kogniciju dece uključuju teškoće u komunikaciji, smetnje pažnje, teškoće tokom učenja, frustracije, smetnje uzrokovane bukom, kao i poremećaje sna (1).

Usled urbanizacije i industrijalizacije, zagađenje bukom postaje faktor rizika za nastanak depresije, poremećaja kognicije i neurodegenerativnih poremećaja. Različita istraživanja ukazuju na uticaj buke na centralni nervni sistem i nastanak emocionalnog stresa i anksioznosti, na kognitivne performanse i poremećaje memorije. Na neurofiziološkoj osnovi, ovaj proces se tumači kao uticaj buke na dve glavne oblasti koje primaju senzornu informaciju direktno i indirektno iz centralnog auditornog sistema, amigdalnu i hipokampus, pri čemu auditorna stimulacija sama po sebi može direktno ili indirektno uticati na ove centre. Buka podiže nivo generalne budnosti, brzine, aktivacije i pažnje. Takođe, buka može umanjiti stepen izvršenja i sposobnosti radne memorije, ali ne utiče na brzinu izvršenja performansi. Različit je uticaj buke na kognitivne i mentalne funkcije, i obuhvata dejstvo na reakciono vreme, pažnju, memoriju, inteligenciju i koncentraciju, dok izmenjene kognitivne funkcije vode ljudskim greškama i posledično povećavaju incidencu nastanka nesreća (29).

Uticaj buke na nastanak bolesti pluća

Buka je socioakustički stresor, koji može da utiče na imuni sistem kroz kaskadu neurohemijjskih procesa. Objasnjava se aktivacijom hipotalamičko-pituitarno-adrenalne i simpatiko-adrenalne osovine, dovodeći do porasta nivoa kateholamina i kortizola. Tačnije, hormoni stresa mogu biti odgovorni za smanjenje broja limfocita, njihovu migraciju i ateziju, kao i za supresiju prirodnih ćelija ubica, što može predisponirati respiratorni sistem za infekcije. Poremećaji sna uzrokovani bukom mogu otežati umnožavanje i migraciju limfocita, izazvati sistemsku inflamaciju i vršiti supresiju antiviralnog imunog odgovora. Buka može generisati slobodne radikale kiseonika i proinflamatorne ćelije, uključene u inflamaciju pluća, razgradnju ekstracelularnog matriksa i fibrozne promene vezivnog tkiva. S obzirom na to da su slični neuroimunološki mehanizmi uključeni u patogenezu hronične opstruktivne bolesti pluća, pojedina istraživanja (Dzhambov i sar.) ukazuju na mogućnost da buka može posredno da utiče na nastanak bolesti pluća. Da bi se

dokazalo postojanje korelacije između izloženosti buci i rizika za nastanak hronične opstruktivne bolesti pluća neophodna su dodatna istraživanja radi utvrđivanja fizioloških mehanizama direktnog uticaja buke na nastanak bolesti pluća.

Brojne studije preseka i longitudinalna istraživanja objašnjavaju povezanost između saobraćajne buke i respiratornih bolesti kao što su bronhitis, pneumonija i bronhijalna astma. Takođe, postoje i studije koje ukazuju na suprotan efekat buke na radnom mestu na funkciju pluća, dok je moguća i korelacija između većeg psihološkog stresa povezanog sa uticajem buke i hronične bolesti pluća (30).

Uticaj buke na osetljivu populaciju

Uticaj buke na celokupnu populaciju nije podjednak. Posebno osetljivu grupu čine deca, pri čemu brojne studije ukazuju na to da se kod dece izložene buci uočavaju porast krvnog pritiska, stres, neprijatnost, hiperaktivnost, poremećaji ponašanja i sna. Osim toga, saobraćajna buka može uticati i na kogniciju kod dece, posebno na memoriju i čitanje (31). Takođe, na decu sa posebnim potrebama, kao što su deca sa oštećenim sluhom i teškoćama prilikom učenja, buka više utiče nego na ostalu decu, što se ogleda u signifikantno lošijim rezultatima na svim testovima, osim u neverbalnoj brzini rešavanja testova, dok postoje razlike u čitanju i brzini rešavanja testova u odnosu na drugu decu (32).

Posebnu grupu dece sa posebnim potrebama čine deca sa autizmom. Jedan od najčešćih simptoma autizma jeste ekstremna senzitivnost na buku. Autistična deca čuju ranije u odnosu na drugu decu ili njihove roditelje. Smatra se da su deca sa autizmom često izuzetno osetljiva na specifične tipove buke, i određeni nivoi buke za njih mogu biti čak i bolni. Svakodnevna buka kod njih može uzrokovati napade plača, vikanja, potrebu za bežanjem i anksioznost. Postoji nekoliko tipova osetljivosti na buku kod ove dece, među kojima su hiperakuzija, hipersenzitivnost na specifične frekvencije i mizofonija. Hiperakuzija može imati različit uticaj na ovu grupu, i to na njihov emocionalni status, san, koncentraciju, a može izazvati i anksioznost. Kao neurofiziološka osnova, hiperakuzija se smatra rezultatom povećane neuralne sinhronizacije i reorganizacije tonotopične strukture auditornog korteksa, kao i verovatnoćom da neuroni odgovorni za glasne zvuke počnu reagovati na zvuke niskog intenziteta. To dokazuju istraživanja snimaka magnetne rezonance, sa povećanom auditornom aktivnošću srednjeg mozga, talamusa i korteksa, kao i povećanim reagovanjem subkorteksa i korteksa na zvuk kod osoba sa hiperakuzijom. Deca koja doživljavaju buku kao neprijatnu senzaciju razvijaju defanzivne reakcije i reakcije izbegavanja (pokrivaju uši rukama ili traže mesta bez buke). Ovakvo ponašanje usled različitih atipičnih reakcija može imati negativan uticaj na socijalizaciju i akademsko funkcionisanje (33, 34).

Posebno osetljivu grupu čine trudnice, što dokazuje činjenica da je Svetska zdravstvena organizacija ukazala na povezanost između izloženosti buci aviona i prevremeno rođene dece, dece niske porođajne težine, dece male za gestacionu dob i nastanka kongenitalnih malformacija (35).

Osobe starijeg životnog doba smatraju se posebno vulnerabilnom grupom na koju izloženost buci nepovoljno utiče. U gerijatrijskoj populaciji buka prvenstveno utiče na gubitak sluha, što se češće uočava kod muškaraca (36). Takođe, sve je uočljiviji uticaj buke na kognitivni status osoba starijeg životnog doba, posebno usled hronične izloženosti buci, uz pojavu osećaja neprijatnosti i gubitak sluha. Kao faktor rizika za nastanak Alchajmerove bolesti i nastanak blagog kognitivnog deficita kod gerijatrijske populacije smatra se saobraćajna buka, nezavisno od sociodemografskih, bihevioralnih i karakteristika okruženja (37, 38).

Urbana rešenja za borbu protiv buke

Buka je uvek bila značajan problem za ljudsku populaciju. Dok je ranije izloženost buci bila problem u brojnim zanimanjima, danas je i opšta populacija sve izloženija buci iz različitih izvora (28). Postoje brojni mehanizmi za rešavanje problema buke i zagađenja uopšte, a jedan od značajnih modela je sve veća zastupljenost zelenih površina u gradovima, koja utiče na smanjivanje buke i njenih efekata, a samim tim i na unapređenje mentalnog i fizičkog zdravlja ljudi. Veća zastupljenost zelenih površina utiče i na fizičke aktivnosti populacije i generiše raznovrsne benefite, koji uključuju smanjenje štetnih efekata buke, smanjenje stresa, podsticanje ponašanja povoljnih za zdravlje kao što su fizička aktivnost i socijalne interakcije. Zelene površine adekvatne gustine stvaraju značajnu barijeru koja smanjuje zagađenje bukom. Takođe, za smanjenje buke značajno je i postavljanje barijera u vidu zidova (napravljenih od kombinacije apsorptivnih i reflektivnih materijala) od ploča pleksiglasa u blizini većih saobraćajnica i auto-puteva koje mogu ublažiti saobraćajnu buku za oko 20 dB. Zvučna izolacija koju čine posebno napravljena prozorska stakla takođe može ublažiti buku u stambenim objektima (39, 40).

Svetska zdravstvena organizacija ima za cilj da promoviše zdravstveno prihvatljivo urbano okruženje i unapredi univerzalne pristupe formiranju zelenih površina za buduća pokoljenja (SZO, 2010 i 2016). Naučna dostignuća su neophodna radi informisanja i sprovođenja celokupne politike širenja zelenih površina. Takođe, identifikovanje relevantnih faktora omogućava uspeh u implementaciji budućih socijalnih intervencija kod izrade urbanističkih planova. Da bi se unapredila efikasnost kampanja za promociju javnog zdravlja neophodno je ukazivanje na činjenicu kako su ti faktori međusobno povezani i kakav oni imaju uticaj na

zastupljenost zelenih površina i, u krajnjem, na zdravlje populacije (39).

Takođe, smatra se da izloženost zvucima intenziteta preko 85 dB koja traje duže od osam sati može prouzrokovati oštećenje auditivnog sistema ukoliko nije obezbeđena zaštita, pri čemu na ove efekte utiču dužina nezaštićene izloženosti i intenzitet buke. Povećana svest o potrebi da se očuva sluh radnika koji su izloženi buci uticala je na upotrebu (u pojedinim zemljama obaveznu po zakonu) sredstava za zaštitu sluha. Obično je reč o određenim oblicima štitnika i čepova za uši, kaciga, štitnika za lice, pri čemu svaki tip poseduje različite sisteme za umanjenje buke. Ipak, različita istraživanja pokazuju da su sredstava za zaštitu sluha nedovoljno zastupljena te se iz tog razloga njihova efikasnost ne može adekvatno proceniti (41). U skladu sa činjenicom da u našoj zemlji postoji dodatni problem sa sve starijim vozilima u saobraćaju koja su bučnija od novih vozila, donošenje adekvatne zakonske regulative i njeno sprovođenje može značajno uticati na uklanjanje ovog problema.

Svetska zdravstvena organizacija je radi sprečavanja gubitka sluha uzrokovanog bukom formirala profesionalne i neprofesionalne preporuke. U okviru profesionalnih preporuka određeni su: dozvoljene vrednosti nivoa buke, dužina izloženosti, izbor tiših mašina, sprovođenje administrativnih kontrola, izračunavanje rizika, izolovanje od prekomernih izvora buke, sprovođenje periodičnih pregleda zaposlenih, audiometrijski testovi i druge precizno određene preporuke. Sa ciljem implementacije kontrole buke, sprečavanja negativnih zdravstvenih posledica po zdravlje ljudi i sprovođenja adekvatnih merenja problemom zagađenja bukom treba podjednako da se bave vlada, poslodavci, zaposleni na radnim mestima na kojima su izloženi buci i inspektorska služba (8, 42).

Do gubitka sluha može doći i van profesionalnog delovanja pa je neophodno sprovođenje adekvatne prevencije. Strategije i edukacioni programi za prevenciju gubitka sluha ili njegovog oštećenja usmereni su na dečju populaciju, mlade osobe, roditelje, grupe ljudi koji su u okviru svojih hobija i profesionalno na mestima izloženim buci kao što su nastavnici, lekari i drugo medicinsko osoblje, audiolozi, inženjeri, arhitekta u drugi. Medijske kampanje (npr. javna obaveštenja, lako dostupni pisani materijali o samozaštiti, adekvatna obučena osoblja – audiologa i tehničkog osoblja) veoma su značajne za razvijanje javne svesti i obaveštenost o efektima buke na sluh jer ukazuju na značaj samozaštite, ali su, pre svega, neophodna adekvatna zakonska rešenja za kontrolu buke iz okoline i tokom organizovanih skupova (42).

ZAKLJUČAK

Osim profesionalne izloženosti buci u radnoj sredini, sve je veći uticaj buke u svakodnevnom životu na zdravlje

opšte populacije. Brojni su potencijalni nepovoljni uticaji buke na zdravlje ljudi, od fizioloških, psiholoških i kognitivnih, pri čemu je veoma značajan specifičan uticaj buke na zdravlje posebno osetljivih grupa ljudi.

S obzirom na to da su različita istraživanja pokazala da zdravstvene tegobe i neprijatnost uzrokovana bukom utiču na povećanu upotrebu sedativa, pri čemu postoji verovatnoća da sedativi dodatno povećaju senzitivnost na buku i utiču na nastanak hiperakuzije (43–45), te se javlja *circulus vitiosus*. To ukazuje na neophodnost rešavanja problema buke sa svih aspekata i na svim instancama.

Zagađenje bukom je moguće smanjiti formiranjem i očuvanjem zelenih površina adekvatne gustine, implementacijom opštih i specifičnih preporuka Svetske zdravstvene organizacije, strategija i edukacionih programa sa ciljem prevencije gubitka sluha i očuvanja celokupnog zdravlja ljudi različitih dobnih grupa i karakteristika. Neophodno je da se problemom zagađenja bukom bave kako zakonodavci, regulatorna tela i poslodavci, tako i zaposleni na radnim mestima na kojima su izloženi buci, inspektorska služba, uz razvijanje javne svesti i obaveštenosti o efektima buke, što se može sprovesti kroz medijske kampanje, a sve radi implementacije kontrole buke, sprovođenjem adekvatnih merenja i sprečavanjem negativnih zdravstvenih posledica po zdravlje ljudi.

KONFLIKT INTERESA

Autori rada izjavljuju da ne postoji konflikt interesa.

LITERATURA

- Basner M, Babisch W, Davis A, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet* 2014; 383: 1325–32.
- Kawada T. Noise and health – sleep disturbance in adults. *J Occup Health* 2011; 53: 413–16.
- Baudin C, Levevre M, Champelovier P, et al. Self-rated health status in relation to aircraft noise exposure, noise annoyance or noise sensitivity: the results of a cross-sectional study in France. *BMC Public Health* 2021; 116.
- Li J, Qin Y, Yang L, et al. A simulation experiment study to examine the effects of noise on miners' safety behavior in underground coal mines. *BMC Public Health* 2021; 21: 324.
- Omlin S, Bauer GF, Brink M. Effects of noise from non-traffic-related ambient sources on sleep: review of the literature of 1990–2010. *Noise Health* 2011; 13: 299–309.
- Woolner P, Hall E. Noise in schools: a holistic approach to the issue. *Int J Environ Res Public Health* 2010; 7: 3255–69.
- Kantova R. Construction machines as a source of construction noise. *Procedia Eng* 2017; 190: 92–9.
- Golmohammadi R, Mohammadi H, Bayat H, et al. Noise annoyance due to construction worksites. *J Res Health Sci* 2013; 13: 201–7.
- Belojevic G, Paunovic K, Jakovljevic B, et al. Cardiovascular effects of environmental noise: Research in Serbia. *Noise Health* 2011; 52: 217–20.
- de Lima Andrade E, da Cunha E Silva DC, de Lima EA, et al. Environmental noise in hospitals: a systematic review. *Environ Sci Pollut Res Int* 2021; 28: 19629–42.
- Degeest S, Clays E, Corthals P, et al. Epidemiology and risk factors for leisure noise-induced hearing damage in Flemish young adults. *Noise Health* 2017; 19: 10–9.
- Babisch W, Wolf K, Petz M, et al. Associations between traffic noise, particulate air pollution, hypertension, and isolated systolic hypertension in adults: the KORA Study. *Environ Health Perspect* 2014; 122: 492–8.
- Munzel T, Kroller-Schon S, Oelze M, et al. Adverse cardiovascular effects of traffic noise with a focus on nighttime noise and the new WHO noise guidelines. *Annu Rev Public Health* 2020; 41: 309–28.
- Vandasova Z, Vencalek O, Puklova V. Specific and combined subjective responses to noise and their association with cardiovascular diseases. *Noise Health* 2016; 18: 338–46.
- Belojevic G, Evans GW. Traffic noise and blood pressure in low-socioeconomic status, African-American urban schoolchildren. *J Acoust Soc Am* 2012; 132: 1403–6.
- Halonen JI, Hansell AL, Gulliver J, et al. Road traffic noise is associated with increased cardiovascular morbidity and mortality and all-cause mortality in London. *Eur Heart J* 2015; 36: 2653–61.
- Liu C, Fuertes E, Tiesler CM, et al. The associations between traffic-related air pollution and noise with blood pressure in children: results from the GINIplus and LISAPLUS studies. *Int J Hyg Environ Health* 2014; 217: 499–505.
- Haralabidis AS, Dimakopoulou K, Velonaki V, et al. Can exposure to noise affect the 24 h blood pressure profile? Results from the HYENA study. *J Epidemiol Community Health* 2011; 65: 535–41.
- Dzhambov AM, Dimitrova DD. Heart disease attributed to occupational noise, vibration and other co-exposure: self-reported population-based survey among Bulgarian workers. *Medycyna Pracy* 2016; 67: 435–45.

20. Dimakopoulou K, Koutentakis K, Papageorgiou I, et al. Is aircraft noise exposure associated with cardiovascular disease and hypertension? Results from a cohort study in Athens, Greece. *Occup Environ Med* 2017; 74: 830–37.
21. Clark C, Crumpler C, Notley AH. Evidence for environmental noise effects on health for the United Kingdom policy context: a systematic review of the effects of environmental noise on mental health, wellbeing, quality of life, cancer, dementia, birth, reproductive outcomes, and cognition. *Int J Environ Res Public Health* 2020; 17: 393.
22. Biel R, Danieli C, Shekarrizfard M, et al. Acute cardiovascular health effects in a panel study of personal exposure to traffic-related air pollutants and noise in Toronto, Canada. *Sci Rep* 2020; 10: 16703.
23. Measurement of annoyance due to exposure to environmental factors. The fourth Karolinska Institute Symposium on Environmental Health. *Environ Res* 1973; 6: 1–36.
24. Panulinova E, Harabinova S, Argalaso L. Tram squealing noise and its impact on human health. *Noise Health* 2016; 18): 329–37.
25. Fietze I, Barthe C, Holzl M, et al. The effect of room acoustics on the sleep quality of healthy sleepers. *Noise Health* 2016; 18: 240–46.
26. Halperin D. Environmental noise and sleep disturbances: a threat to health? *Sleep Sci* 2014; 7: 209–12.
27. Muzet A Environmental noise, sleep and health. *Sleep Med Rev* 2007; 11: 135–42.
28. Cui B, Li K. Chronic noise exposure and Alzheimer disease: is there an ethiological association? *Med Hypotheses* 2013; 81: 623–6.
29. Jafari MJ, Khosrowabadi R, Khodakarim S, et al. The effect of noise exposure on cognitive performance and brain activity patterns. *Open Access Maced J Med Sci* 2019; 7: 2924–31.
30. Dzhambov AM, Dimitrova D. Self-reported occupational noise may be associated with prevalent chronic obstructive pulmonary disease in the US general population. *Noise Health* 2017; 19: 115–24.
31. Weyde KV, Krog NH, Oftedal B, et al. Road traffic noise and children's inattention. *Environ Health* 2017; 16: 127.
32. Shield B, Dockrell J. The effects of classroom and environmental noise on children's academic performance. Performance: 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN), Foxwoods, CT, 2008. (http://icben.ethz.ch/2008/PDFs/Shield_Dockrell.pdf).
33. Acoustic design of schools: performance standards. Building Bulletin 93. London: Department for Education, 2015; (https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/400784/BB93_February_2015.pdf)
34. Danesh AA, Howery S, Aazh H, et al. Hyperacusis in Autism Spectrum Disorders. *Audiol Res* 2021; 11: 547–56.
35. Clark C, Paunovic K. WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health. *Int J Environ Res Public Health* 2018; 15: 2400.
36. Meneses-Barriviera CL, Melo JJ, Marchiori LL. Hearing loss in the elderly: history of occupational noise exposure. *Int Arch Otorhinolaryngol* 2013; 17: 179–83.
37. Mac Domhnaill C, Douglas O, Lyons S, et al. Road traffic noise and cognitive function in older adults: a cross-sectional investigation of The Irish Longitudinal Study on Ageing. *BMC Public Health* 2021; 21: 1814.
38. Fuks KB, Wigmann C, Altug H, et al. Road traffic noise at the residence, annoyance, and cognitive function in elderly women. *Int J Environ Res Public Health* 2019; 16: 1790.
39. Dzhambov A, Hartig T, Markevych I, et al. Urban residential greenspace and mental health in youth: Different approaches to testing multiple pathways yield different conclusions. *Environ Res* 2018; 160: 47–59.
40. Monazzam MR, Karimi E, Abbaspour M, et al. Spatial traffic noise pollution assessment – a case study. *Int J Occup Med Environ Health* 2015; 28: 625–34.
41. Chordekar S, Adelman C, Sohmer H, et al. Soft tissue conduction as a possible contributor to the limited attenuation provided by hearing protection devices. *Noise Health* 2016; 18: 274–9.
42. World Health Organization. Hearing loss due to recreational exposure to loud sounds: a review. Geneva: World Health Organization, 2015. (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/154589>).
43. Morand-Villeneuve N, Michéyl C, Gagnieu MC, et al. Influence of benzodiazepines on auditory perception. *Neuropsychopharmacology* 2003; 28: 778–86.
44. Baudin C, Lefevre M, Babisch W, et al. The role of aircraft noise annoyance and noise sensitivity in the association between aircraft noise levels and medication use: results of a pooled-analysis from seven European countries. *BMC Public Health* 2021; 21: 300.
45. Okokon EO, Yli-Tuomi T, Turunen AW et al. Traffic noise, noise annoyance and psychotropic medication use. *Environ Int* 2018; 119: 287–94.