

Vpliv hrupa in kompleksne glasbe na kognitivne funkcije

Avtorja:

Prim. prof. dr. Marjan Bilban, specialist medicine dela, prometa in športa

ZVD Zavod za varstvo pri delu - Center za medicino dela

Tina Kek

Univerza v Ljubljani

Povzetek

Opravljanje dela v prisotnosti hrupa je skoraj vsakodnevni pojav za pisarniške delavce in ima lahko negativne učinke tako na delovno uspešnost kot tudi na zdravje. Hrup je vsak nezaželen ali škodljiv zunanji zvok. Možgani hrup avtomatično procesirajo in analizirajo med kognitivnim procesom, ki je trenutno v teku za opravljanje naloge. Hrup lahko zmoti tekočo kognitivno funkcijo tako, da odvrne pozornost. S tem se poveča mentalno delo pri opravljanju določenih kognitivnih nalog, kar lahko vodi v nezadovoljstvo, stres, pomanjkanje koncentracije, znižanje delovne uspešnosti in učinkovitosti pisarniškega uslužbenca ter v dolgoročne posledice, kot so npr.: skeletnomišični disorderji in visok krvni tlak. Ni pa vsak zunanji zvok škodljiv oz. moteč za miselni proces, ravno nasprotno. Glasba lahko pozitivno vpliva na miselni proces in inteligenco, kar je v teoriji poznano kot pojem »Mozartov učinek«. To dejstvo odpira možnosti uporabe »koristnega zvoka« kompleksne glasbe, ki bi hipotetično lahko povečala učinkovitost pisarniškega in študijskega dela ter posledično pozitivno vplivala na psihofizično počutje.

Ključne besede: hrup, kompleksna glasba, kognitivne funkcije, pisarniško delo.

Abstract

Performing mental tasks in background noise is an almost everyday occasion for office workers and has a deleterious effect on their occupational health, well-being and work effectiveness. Noise is defined as unwanted and detrimental sound. While performing cognitive function brains automatically process and analyse background sounds. Hence, noise disturbs cognitive process by diverting attention. An increased mental effort is needed in order to accomplish cognitive task, what may lead to workers annoyance, stress, loss of concentration, lower work performance, as well as to long-lasting consequences like musculoskeletal disorders and high blood pressure. However, it is not every background sound detrimental for mental processes, quite the opposite. Music may have a positive influence on mental processes and intelligence; in the literature this is described as the »Mozart effect«. The so-called "Mozart effect" therefore opens possibilities of using "positive sound" of complex music that would hypothetically fortify the effectiveness of office, study work and thus positively influence workers psychophysical wellbeing.

UVOD

Lahko bi rekli, da se je že vsakdo znašel v situaciji, ko jo/ga je pri miselni nalogi zmotil zvok iz okolice. Hrup je zvok z negativnima lastnostma nezaželenosti in škodljivosti. Znano je dejstvo, da hrup, celo nizke intenzitete, zmoti tok kognitivne funkcije v teku preko mehanizma odvratitve pozornosti.⁷ Kognitivne funkcije so vsi miselni procesi, s katerimi se zavemo, zaznamo in razumemo ideje. Vključujejo vse aspekte percepcije, mišljenja, razumevanja in spominjanja.²⁴ Rezultati študije Rauscher, Shaw in Ky^{25,3}, so pokazali, da se je reševanje nalog prostorske predstavljenosti precej izboljšalo, če so sodelujoči pred reševanjem nalog poslušali Mozartovo sonato. To je postal medijsko zelo odmeven fenomen, poimenovan Mozart učinek (v angleški literaturi: »Mozart effect«), ki je odprl nov aspekt učinkov zvoka na kognitivne funkcije. Delovno okolje, kjer je delo

usmerjeno v reševanje miselnih nalog in so moteče že nizke intenzitete zvoka, je npr. pisarniško in študijsko okolje. Namen članka je osvetlitev mehanizmov vpliva, ki ga ima zvok na miselne procese; tj. v škodljivi obliki hrupa in potencialno ugodni obliki t. i. kompleksne glasbe (pojem, ki trenutno še ni natančno opredeljen, nanaša pa se na klasično glasbo skladateljev, kot sta npr.: Mozart in Schubert), predvsem s pregledom rezultatov raziskav vpliva hrupa na področju pisarniškega delovnega okolja.

Vsak dan je na milijone delavcev v Evropi izpostavljenih hrupu pri delu in vsem tveganjem, ki jih lahko povzročijo. Čeprav hrup očitno povzroča največ težav v gospodarskih dejavnostih, kot sta industrija in gradbeništvo, je lahko huda nadloga tudi v številnih drugih delovnih okoljih, kot so klicni centri, šole, orkestri in bari. Vsak peti evropski delavec mora vsaj polovico časa na delovnem mestu govoriti glasneje, da ga lahko drugi slišijo, 7 % delavcev pa

ima težave s sluhom zaradi hrupa, povezanega z delom. Okvara sluha, povzročena zaradi hrupa, je najpogosteje prijavljena poklicna bolezen v EU.¹⁵ Z razvojem t. i. odprtih pisarn v šestdesetih in sedemdesetih letih dvajsetega stoletja se je povečal problem pisarniškega hrupa. Nevarnost razvoja slušnih okvar pri pisarniški delavcih je sicer zelo nizka, saj jakost pisarniškega hrupa običajno ne preseže 75 dB, vendar pa hrup lahko povzroči težave pri delovni uspešnosti, zadovoljstvu in zdravju. Kljub potencialni resnosti problema so bile sistematske raziskave tega problema na delovnem mestu maloštevilne. Nekaj študij, ki je preučevalo vpliv pisarniškega hrupa, je pokazalo, da izpostavljenost hrupu lahko vodi v nezadovoljstvo, stres, pomanjkanje koncentracije, znižanje delovne uspešnosti in učinkovitosti pisarniškega delavca. Študije so tudi opozorile, da izpostavljenost hrupu povzroči dolgoročne zdravstvene težave pisarniških delavcev, kot so mišičnoskeletni disorderji in visok krvni tlak.³ V nasprotju s tem so študije v kontroliranih pogojih (laboratoriju) dokazale zmožnost prilagoditve na pisarniški hrup, vključujoč govor in ostale pisarniške zvoke (računalnika, telefona, fotokopirnega stroja itd.), po 20-minutni izpostavljenosti. Opazovalna študija (Banbury & Berry, 2005) pa je pokazala, da je 99 % vzorca 88 pisarniških delavcev potrdilo motnje koncentracije zaradi komponent pisarniškega hrupa, še posebej zvonjenja telefonov v prazno in govora sodelavcev. Dotična študija je tudi opozorila na odsotnost dokazov prilagoditve na omenjene zvoke.¹⁸ Raziskave s področja škodljivih učinkov hrupa na kognicijo ugotavljajo, da sta akustična variabilnost (zelo izrazita pri govoru) in stopnja nepričakovanosti zvoka pomembni determinanti zvočne distrakcije.¹¹ Nezanemarljivi pa sta seveda tudi individualna občutljivost in narava kognitivne naloge pri delu (posebej občutljive na moteče učinke hrupa so aritmetične naloge)⁶.



oziroma semantične vsebine izzove pripravljenost za beg ali napad – odvisno od posameznika.²³

Zračno valovanje, zgostitve in razredčitve lahko opredelimo z amplitudo in frekvenco. Uho je občutljivo za valove od 16 do 16000 Hz, v tem območju pa ni enako občutljivo za vse frekvence. Najbolje zazna tone v področju frekvenc 500 do 5000 Hz. Glasnejši kot so toni, manj je izražena spektralna odvisnost. Okvara sluha nastane, če smo po 8 ur dnevno izpostavljeni hrupu, ki presega 90 dBA. Pri dovezetnejših posameznikih so okvare možne tudi pri hrupu pod omenjeno mejo.¹ Razvojno gledano človeški organizem ni prilagojen stalni izpostavljenosti močnemu hrupu in zanj tudi ni biološko strukturiran. Sluh je imel primarno nalogo vzpostaviti akustično komunikacijo in percepcijo zvokov relativno srednje intenzitete.²²

Enota za jakost zvoka je dBA. A je z določenim frekvenčnim filtrom (filter A) vrednotena raven hrupa, ki jo uporabljamo z namenom, da bi čim bolj posneli odzivne značilnosti človeškega ušesa. Mera za hrup je raven hrupa (L), ki je definirana kot desetkratnik dekadičnega logaritma razmerja med tlakom zvočnega valovanja na merjenem mestu (p) in tlakom praga občutljivosti normalnega ušesa (konstanta po).

Posledica logaritemske funkcije je, da se pri podvojeni zvočni moči (npr. podvojeno število vozil na cesti) raven poveča vedno le za 3 dBA, ne glede na raven prvotnega vira zvoka. Če hrup vsebuje posamezen ton ali impulze, je rezultat korigiran, tako da se izmerjeni vrednosti doda še 5 dBA. Definicija ravni hrupa in frekvenčni filter A torej približno in v določenem področju glasnosti usklajujeta fizikalno merljive količine s fiziološkimi reakcijami organizma na zvok glede njihove jakosti in občutljivosti za tone. Če hrup na delovnem mestu presega dovoljeno raven v dBA, se za oceno opravi še oktavno analizo, ker so višji toni bolj škodljivi od nižjih. Če se raven hrupa med delom spreminja, se meri njegova energijska ekvivalentna raven Leq . Leq je raven nespremenjenega hrupa, ki deluje na človeški organizem kot preizkušeni hrup. Škodljivo delovanje hrupa ocenjujemo tako, da v dBA izraženo raven hrupa, ki je dovoljen na posameznem delovnem mestu, primerjamo s tistim, ki ga izmerimo na delovnem mestu.¹

Škodljivi učinki hrupa na zdravje delavcev so odvisni od ravni zvoka dBA, frekvence zvoka Hz, časa izpostavljenosti, oblike zvoka (kontinuirani, diskontinuirani), asociativne vsebine zvoka in individualne občutljivosti (10 % ljudi je čezmerno občutljivih).¹

Za mentalno delo, ki zahteva koncentracijo, vendar je rutinsko, je maksimalen dovoljen nivo hrupa 70 dBA. Za mentalno delo, ki zahteva veliko koncentracijo in izključitev iz okolja (npr. učenje) pa je najvišja dovoljena raven hrupa 40 dBA. Običajna raven hrupa, ki se ustvarja pri govoru v glasnejših pisarnah, je 50 do 60 dBA.¹

KAJ JE HRUP?

Hrup je vsak nezaželen ali neprijeten zvok, ki kvarno vpliva na počutje in zdravje ljudi.^{1,2} Zvok nastane pri nihanju teles in se širi kot longitudinalno valovanje po elastičnem mediju – običajno po zraku. Ločimo tone, šume in impulze (poke, udarce). Zvok je lahko periodičen, neperiodičen, prekinjajoč ali impulziven, harmoničen (sinusno nihanje) in neharmoničen (stohastičen zvok). Zvok – hrup ni enolično definiran, ker poleg definirane fiziološke vsebuje tudi osebno noto oziroma odnos posameznika do določenega zvoka. Isti zvok je tako lahko za nekoga prijeten, za drugega pa neprijeten, moteč – in predstavlja hrup.¹

Naše uho je specifičen receptor, ki sprejema longitudinalno valovanje zraka, to energijo pa nato pretvarja v bioenergetski impulz. Ta teče po VIII. možganskem živcu, N. Statoacusticusu, do možganov. Slušna proga je povezana z retikularno formacijo in preko nje s hipotalamusom oziroma simpaticom. Zvočni signal določene intenzitete

KOGNITIVNE FUNKCIJE

Kognitivne funkcije lahko definiramo kot vse možganske aktivnosti, ki vodijo v pridobivanje znanja, vključujoč vse načine in mehanizme pridobivanja informacij. Z njimi se zavemo, zaznavamo in razumemo ideje. Vključujejo razmišljanje, spomin, pozornost in govor.²⁰

Pozornost je osnovna za pridobivanje znanja; zmožnost usmeritve naših misli na določen aspekt iz okolja nam omogoča pridobivanje in procesiranje izbranih informacij. Našim možganom omogoča ignoriranje nepomembnih dražljajev in usmerja našo zavest k trenutni nalogi.²⁰

Delovni spomin (DS) je sposobnost kratkotrajnega pomnjenja informacij za uporabo pri trenutni nalogi. Termin »delovni spomin« se je pojavil v šestdesetih letih prejšnjega stoletja in se nanaša na kratkoročni spomin. Leta 1974 sta Baddeley in Hitch predstavila teorijo, ki razlaga funkcijo delovnega spomina. DS sta opisala kot amalgam, sestavljen iz treh komponent: fonološke zanke (ki shranjuje vse fonološke informacije z neprestanim ponavljanjem), vidno-prostorskih zaznamkov (odgovorni za shranjevanje vidno-prostorskih informacij) in centralnega urejevalca (t. i. vodje, ki ocenjuje relevantnost informacij, koordinira celoten proces in nam omogoča opravljanje več nalog istočasno). Funkcija DS je zelo pomembna, saj nam omogoča tako izgrajevanje dolgoročnega spomina (npr. znanja) kot tudi opravljanje vsakodnevnih nalog (npr. gledanje filma, kuhanje po novem receptu, parkiranje avtomobila). DS uporabljamo neprestano, posebej pri delu, in je neposredno povezan z delovno uspešnostjo posameznika.²⁰

Sekundarni spomin ali dolgoročni spomin je pogosto definiran kot nasproten DS. DS je merjen v minutah, medtem ko sta kapaciteta dolgoročnega spomina in trajanje praktično brezmejnata. Dolgoročni spomin je deljen v podkategorije glede na to, kateri tip informacije je shranjen. Delimo ga na:

- »nedeklarativni« spomin, ki je posledica nezavednega, naravnega učnega procesa; naprej ga delimo na proceduralen spomin in spomin veščin (sem spada npr. kolesarjenje, branje);
- »deklarativni« spomin, ki vključuje ekspliciten proces priklica zapomnjene informacije in pogosto tudi zavesten proces učenja, ter vsebuje dejstva, podatke in izkušnje;
- epizodični spomin, ki je spomin osebnih dogodkov in epizod iz življenja posameznika.²⁰

Izvršilne funkcije (IF), ki jih večinoma uporabljamo v situacijah, ki niso rutinske, koordinirajo misli in aktivnosti za doseg namena posameznika. Vlogo imajo pri nadzoru in planiranju aktivnosti.²¹ McClonsky, Perkins in Van Diviner so v svoji knjigi *Ocena in intervencije v primeru motenih izvršilnih funkcij (Assesment and intervention for executive function difficulties)* IF opisali kot usmeritvene kapacitete človeških možganov, v poljudni literaturi pa se jih pogosto označuje kot »vodje možganov«.^{20,21}

MEHANIZMI ŠKODLJIVEGA UČINKA HRUPA NA KOGNITIVNE FUNKCIJE

Identificirani so bili številni mehanizmi, ki verjetno sprožajo učinke hrupa na kognicijo. Veliko izvorov hrupa vpliva na več različnih mehanizmov in končni učinek hrupa reflektira kombinacijo, inducirano s specifičnimi mehanizmi. Na primer, nekateri akutni učinki hrupa verjetno reflektirajo spremembe v hrupu skupaj s stohastično resonanco zaradi dopaminskega sistema.³ Kronični učinki hrupa so bili demonstrirani pri otrocih, ki so bili testirani v tišini, in reflektirajo vpliv na percepcijo govora, kar lahko vodi v zmanjšanje kognitivnega funkcioniranja pri otrocih.^{3,4} Lahko pride tudi do interakcije med akutnimi in kroničnimi učinki, kar pokaže odvisnost od stanja, tako da otroci, vajeni hrupnega okolja, teste opravijo bolje v hrupu kot v tišini.³

Hrup lahko moti kognitivne funkcije na način, da odvrne pozornost (attentional shift, attentional capture account).^{3,4,5,6,7,8} S tem, ko je hrup (npr. »govor v ozadju«

(background speech)) avtomatično

procesiran in analiziran, tekmuje s kognitivnim procesom, ki je trenutno v teku za opravljanje naloge (npr. semantične

reference, ki jih vsebuje govor, lahko avtomatično aktivirajo kognitivne procese⁵).

Višje kognitivne funkcije niso sestavljene zgolj iz enega procesa, vendar

potekajo kot preplet več individualnih eksekutivnih procesov. Eden izmed teh je posodabljanje – »updating«

in je definiran kot proces modifikacije trenutnega statusa reprezentacijske sheme v delovnem spominu (DS) za akomodacijo novih podatkov. Ta modifikacija vključuje vsaj dva procesa; prvi: reprezentacije v DS so spremenjene z dodajanjem novih informacij drugi: reprezentacije so spremenjene s supresijo prejšnjih informacij iz DS. Proces (dodajanje novih relevantnih podatkov in supresija prejšnjih informacij) se imenujeta zamenjalna.⁵

Nov stimulus, ki je bil ocenjen kot nerelevanten, je lahko zavrnjen namesto, da vodi v spremembo v reprezentaciji DS. Kognitivni procesi, ki so vključeni v to, se imenujejo izključitveni procesi.⁵

Posodabljanje – »Updating« podpira višje kognitivne funkcije, kot so reševanje problemov (problem solving), razumevanje prebranega (reading comprehension) in razmišljanje (reasoning). Preučevanje teh funkcij da vpogled v osnovno funkcioniranje širokega spektra vedenjskih procesov. Verjetna razlaga bi bila, da hrup oz. različne vrste hrupa različno interferirajo procesi posodabljanja DS oziroma interferirajo z različnimi procesi. Zmanjšanje kognitivne kontrole (npr. zaradi odtegnitve pozornosti – »attention shift«) nad procesi posodabljanja DS lahko deluje kot moteč mehanizem, ki je odgovoren za učinke hrupa na DS in posledično na druge višje kognitivne funkcije.⁵



Hrup lahko moti KOGNITIVNE FUNKCIJE na način, da odvrne pozornost.

Nevroanatomske povezave v centralnem živčevju omogočajo, da akustični dražljaj ne deluje le na slušni predel v skorji velikih možganov, ampak se s posredovanjem retikularne formacije razširja še na limbični sistem in druge centre: za vid, za gibanje, vazomotorični center, jedra možganskih živcev, hipotalamus in centre notranjih organov, zato hrup povzroča spremembe fizioloških funkcij ter vpliva na delo vitalnih organov in sistemov v celoti.²³

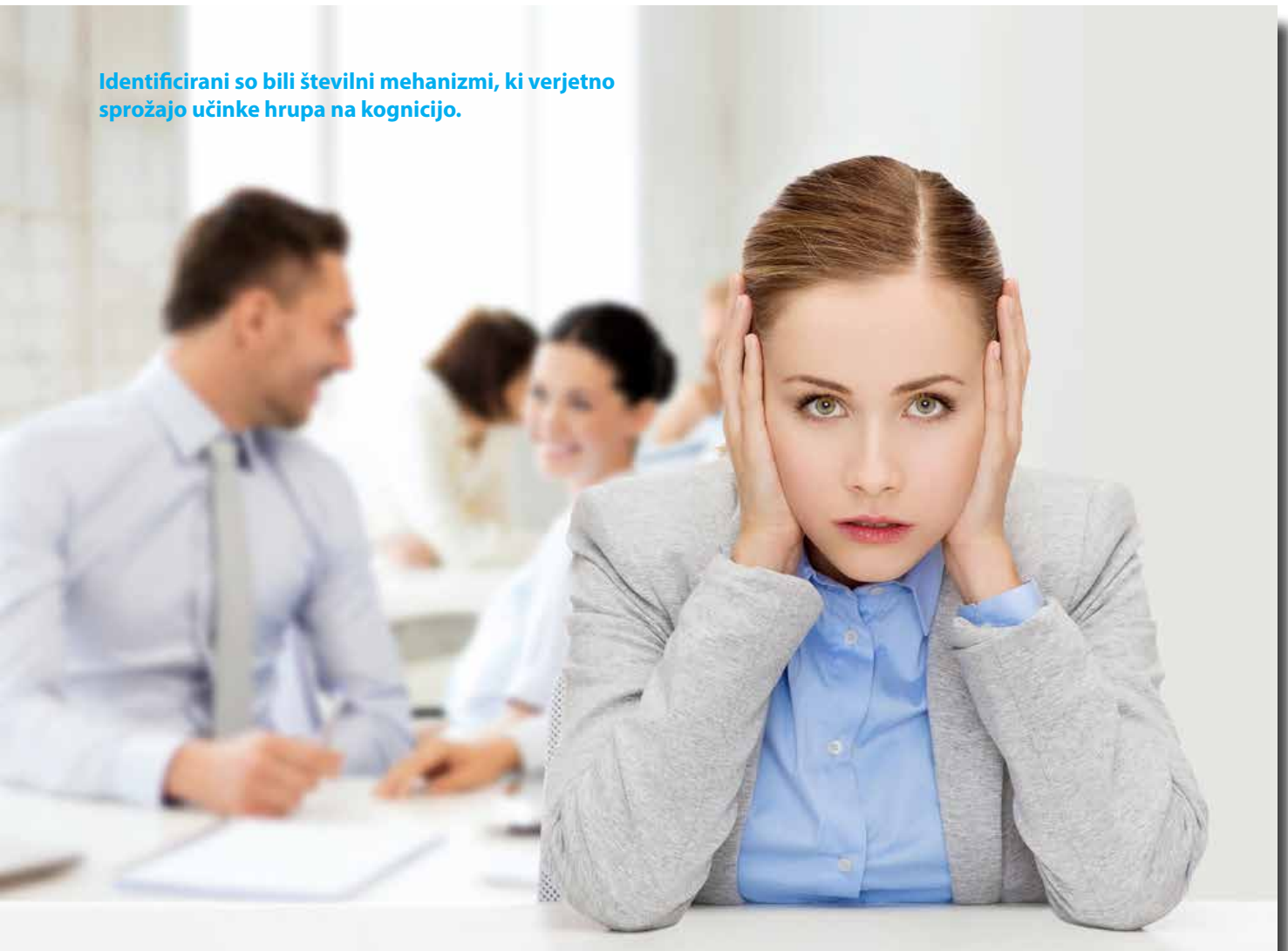
PREUČEVANJE MEHANIZMOV

Metoda, ki se lahko uporablja pri študiju specifičnih procesov posodabljanja DS (»updating«), je uporaba slikovnih tehnik za merjenje neuralnih korelatov, vključenih v procesiranje različnih nalog. T. i. odštevanje se lahko uporablja za demarkiranje dodatnih kognitivnih mehanizmov, ki so vključeni v nekatere naloge DS. Študija Saetrevik & Sörquist- je uporabila fMR/BOLD slikovno diagnostiko za preučevanje procesov posodabljanja DS v vidno-verbalnem spominu pri preiskovancih, ki so bili izpostavljeni trem različnim zvokom ozadja: govoru (70 dB), zvoku letala (70 dB) in tišini. Proces substitucije so aktivirali dorsolateralni prefrontalni korteks, posterioren medialen frontalen korteks in parietalna lobusa. Proces

ekskluzije so aktivirali anterioren medialen frontalen korteks. Študija je pokazala večjo kortikalno aktivacijo v primeru govora in letališkega hrupa kot v primeru tišine, kar nakazuje večji mentalni napor za kompenzacijo motenj zaradi hrupa. Primerjava slik »govora« in »letalskega hrupa« pa je pokazala aktivacijo drugih kortikalnih mrežij, kar indicira različne kognitivne mehanizme, ki se aktivirajo za preprečitev potencialne distrakcije zaradi hrupa letala in govora. Izkazalo se je tudi, da sta bili za preprečitev motenj pri procesiranju specifične naloge v primeru govora v ozadju potrebni večja kognitivna kontrola in aktivna inhibicija kot pri letališkem hrupu.⁵ Možna razlaga za to so večje akustične variacije govora, ki vsebujejo več sprememb v novih informacijah (»changing-state« information).⁶ Vsaka nova informacija se primerja z neuralnim modelom prejšnje auditorne zgodovine in detekcija pomembne razlike med novo in preteklo stimulacijo vodi v nadaljnje procesiranje in lahko eventualno vodi h popolnemu premiku pozornosti k auditorni modaliteti.¹¹

Trimmel et al. študija (2014) je preučevala spremembe v potencialu možganskih tokov, ki predstavljajo različna stanja kortikalne aktivacije pri nalogah sprejemanja in zavračanja informacij iz okolja pod vplivom hrupa. Predvidevano je bilo, da bo kot ekspresija selektivne

Identificirani so bili številni mehanizmi, ki verjetno sprožajo učinke hrupa na kognicijo.



pozornosti informacija, ki ni relevantna za nalogo, inhibirana za pospešitev procesiranja relevantnih informacij. Izmerjeni pozitivnejši potenciali možganskih tokov preiskovancev, izpostavljenih hrupu (govor (61,5-71,6 dB), bel zvok (68,7 – 69,5 dB)), naj bi reflektirali te inhibitorne procese, ki predstavljajo dodatno kognitivno delo, povzročeno s hrupom. Izpostavili so mehanizem motenj pozornosti, povzročenih s hrupom, ki je verjetno vzročen mehanizem škodljivih učinkov hrupa na učenje in spominske funkcije v šolskih razredih.¹² Predhodna Trimmel et al. študija iz leta 2012 je podprla model večjega mentalnega napora pri učenju med »okoljskim« hrupom z analizo fluktuacije spontane kožne kondukcije kot indikacije aktivnosti simpatičnega živčnega sistema.¹³

Chiengzhi et al. je preučeval učinke kroničnega hrupa na izraženost monoaminskih neurotransmiterjev (dopamin DA, norepinefrin NE, 5-hidroksitriptamin 5-HT) v hipokampusu podgan (izpostavljene so bile 80 dB, 100dB hrupa 4 ure dnevno, 30 dni). Monoaminski neurotransmiterji so zelo pomembni za kognitivno funkcijo, zvišanje ekspresije monoaminskih neurotransmiterjev pa naj bi izboljšalo kognitivne okvare. Nadalje NE in 5-HT spodbujata specifične biokemijske in elektrofiziološke spremembe, ki kontrolirajo funkcije učenja in spomina. Motnje DA v hipokampusu lahko povzročijo upad neurokognitivnih funkcij, posebej tistih, ki so vezane na spomin, pozornost in reševanje problemov (problem-solving). Czysakova študija je potrdila, da monoaminski neurotransmiterji igrajo ključno vlogo v funkcijah učenja in spomina ter so vključeni tudi v proces priklica spomina.^{9,10}

Chiengzhi et al. študija je pokazala, da so bile stopnje DA, NE in 5-HT v hipokampusu podgan v skupini izpostavljenih hrupu pomembno znižane v primerjavi s kontrolno skupino, ki hrupu ni bila izpostavljena. Stopnje monoaminskih neurotransmiterjev v hipokampusu so bile v skupini z zvočno izpostavljenostjo 80 dB, pomembno višje kot v skupini, izpostavljeni 100 dB. Ti rezultati kažejo, da so zmanjšane koncentracije DA, NE in

8-9

točk na IQ testu več so dosegli preiskovanci, ki so med testom poslušali Mozartovo sonato.

5-HT v hipokampusu vplivale na plastičnost sinaps, kar je rezultiralo v motnjah funkcije spomina in učenja, saj so hrupu izpostavljene podgane veliko slabše opravile teste Morris water maze (merilo se je hitrost pobega preiskovanih podgan iz bazena, napolnjenega z vodo).⁹ Jakost zvoka, uporabljenega pri poskusu, sicer presega jakost običajnega pisarniškega in okoljskega hrupa, vendar pokaže nov aspekt, ki v jakostnem razredu dotičnega hrupa do sedaj še ni bil testiran in bi lahko pokazal korelacijo.

Smith et al. študija pa je preučevala možnost prilagoditve na pisarniški hrup. Rezultati študije so pokazali slabše rezultate pri izpostavljenosti pisarniškega hrupu, vendar so bili učinki hrupa odstranjeni ob predhodni 10-minutni ekspoziciji preiskovancev hrupu pred opravljanjem aritmetičnega testa.³ Podobno je študija Banbury & Berry pokazala zmožnost prilagoditve na pisarniški hrup brez govora (zvonjenje telefona, šuštenje papirja, odpiranje vrat, fotokopiranje, tipkanje po tipkovnici, ...) in z vsebujočim govorom po 20-minutni izpostavljenosti. Rezultati študije so tudi pokazali, da 5-minutno obdobje tišine delno obnovi moteče učinke predhodno prilagojenega pisarniškega hrupa (z govorom in brez).¹⁶ To verjetno razloži rezultate opazovalnih študij, ki so poročale o nezmožnosti prilagoditve pisarniških delavcev na pisarniški hrup.³

Individualne razlike igrajo vlogo pri tem, kako dobro lahko ljudje premagajo škodljive učinke nepomembnih zvokov med opravljanjem določenih kognitivnih funkcij. Stopnja t. i. ponavljanja za ohranitev urejenih informacij v DS verjetno določa, kako moteč je spreminjajoč nepomemben zvok za posameznika.⁶

VPLIV GLASBE NA KOGNITIVNE FUNKCIJE

Glasba pri delu ne sme interferirati s sporočilnim zvokom stroja, prilagojena pa mora biti delovnemu ritmu in kulturi (mentaliteti, starosti ...) delavcev.¹ Glasba deluje na retikularno formacijo in – vsaj dokler ne pride do navade – povečuje budnost. Preko limbičnega sistema vpliva tudi na čustveno stanje.²³ Rauscher et al študija je pokazala, da se je opravljanje testov prostorske predstavljenosti pomembno izboljšalo, če so preiskovanci predhodno poslušali Mozartovo sonato (ostali dve skupini sta poslušali sproščujočo glasbo ali pa sedeli v tišini). Preiskovanci naj bi tako dosegli zvišanje IQ za 8–9 točk.^{25,3} T. i. Mozart učinek so razlagali s Trion modelom korteksa. Po Trionovem modelu naj bi bili kortikalni stebri (girusi) sestavljeni iz manjših stebričkov, imenovanih trioni. Skupina trionov ima vzdražne kombinacije ali simetrije vzdražnih vzorčkov in te kombinacije naj bi vplivale ter bile komponente višjih možganskih funkcij. Trion model predvideva, da poslušanje kompleksne glasbe ustvari kombinacijo vzdražnih vzorcev podobnih tem, ki se ustvarijo pri reševanju temporalnih



Mozart učinek naj bi reflektiral kompleksnost glasbe, ki jo je težko definirati. Potreben je akustičen model glasbene kompleksnosti, ki lahko generira stimulus, ki bo ali pa tudi ne vodil do kognitivnega izboljšanja. Vsekakor pa vsaka glasba, tudi t. i. kompleksne narave, ob previsoki jakosti predvajanja postane hrup.

Največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil¹⁹

Zap. številka	Vrsta delovnih pravil	Dopustna ekvivalentna raven hrupa na delovnem mestu v dB(A)	
		a	b
1	Najzahtevnejše mentalno delo	45	40
2	Pretežno mentalno delo, pri katerem je potrebna velika koncentracija in/ali ustvarjalno mišljenje ali so potrebne daljnosežne odločitve, sejne dvorane, pouk v šolah, zdravniški pregledi in posegi, znanstveno delo, raziskave, razvoj programov, zahtevnejša pisarniška dela, telefonske centrale	55	45
3	Enostavna pisarniška in njim primerljiva dela, prodaja, zahtevna montaža in njej primerljiva pretežno fizična dela, zahtevno krmiljenje sistemov	65	55
4	Manj zahtevno krmiljenje sistemov, manj zahtevna fizična dela, ki zahtevajo zbranost in pazljivost in njim podobna dela	70	60
5	Pretežno rutinska fizična dela, ki zahtevajo slušno spremljanje okolja	80	75
6	Noseče ženske	80	55

Vir: Priloga 1, Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, Uradni list RS, št. 17/06, 18/06, 43/11.
 a – velja za splošni hrup na delovnem mestu zaradi drugih proizvodnih virov v okolici delovnega mesta;
 b – velja za hrup na delovnem mestu zaradi neproizvodnih virov (ventilacija, klimatizacija, sosednji obrati, hrup prometa ipd.)

prostorskih nalog.³ Kritiki zagovarjajo tezo, da Mozart učinek deluje zgolj preko indukcije dobrega razpoloženja.

Dobro razpoloženje aktivira in spodbuja desno hemisfero, kar vodi v boljše prostorsko procesiranje. Smith et al študija je ponovno potrdila izboljšanje reševanja testov prostorske predstavljivosti pri preiskovancih, ki so predhodno poslušali Mozartovo glasbo. Preiskovanci so pred poslušanjem in po poslušanju ocenili svoje razpoloženje. Te ocene niso pokazale, da bi poslušanje Mozartove glasbe izboljšalo razpoloženje.³ Mozart učinek naj bi reflektiral kompleksnost glasbe, ki jo je težko definirati. Potreben je akustičen model glasbene kompleksnosti, ki lahko generira stimulus, ki bo ali pa tudi ne vodil do kognitivnega izboljšanja.³ Vsekakor pa vsaka glasba, tudi t. i. kompleksne narave, ob previsoki jakosti predvajanja postane hrup.

ZAKONODAJA

Pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu so določene v Zakonu o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS, št. 43/11, v nadaljevanju ZVZD-1). V temeljnih načelih ZVZD-1 je določeno, da ima delavec pravico do dela in delovnega okolja, ki mu zagotavlja varnost in zdravje pri delu (11. člen ZVZD-1). Delodajalec zagotavlja varnost in zdravje pri delu v skladu z ZVZD-1, drugimi predpisi in smernicami (peti odstavek prvega člena ZVZD-1). Delodajalec mora v skladu z ZVZD-1 presoditi razmere glede hrupa, ki so mu delavci izpostavljeni, presojo utemeljiti in po potrebi zagotoviti meritve ravni hrupa (prvi odstavek sedmega člena Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, Uradni list RS, št. 17/06, 18/06, 43/11, v nadaljevanju Pravilnik).

Kot že omenjeno, običajna raven hrupa, ki se ustvarja pri govoru ali pisarniškem okolju, dosega vrednosti od 50 do 60 dBA. Kot je razvidno iz razpredelnice spodaj, je za metalno delo, ki zahteva koncentracijo, vendar je rutinsko, maksimalen dovoljen nivo hrupa 70 dBA. Za mentalno delo, ki zahteva veliko koncentracijo ali izključitev iz okolja (npr. učenje) pa je najvišja dovoljena raven hrupa 40 dBA.

Na delovnem mestu preživimo vsaj tretjino življenjske dobe, zato čezmerna obremenitev s hrupom v pisarnah v daljšem časovnem obdobju dokazano povzroči posledice psihične in fizične narave. Z namenom, da se tveganje posledic hrupa kar najbolj omeji, delodajalci v praksi sprejemajo večinoma interna pravila in delovna mesta razporedijo tako, da je obremenjenost s hrupom kar najmanjša.

ZAKLJUČEK

Škodljiv učinek hrupa na kognitivne funkcije je potrjen. Študije so pokazale, da letalski zvok (Sorquist, 2010, Hygge, 2003), zvok cestnega prometa (Hygge, 2003, Ljung, Sorquist & Hygge 2009) in zvok govora (Sorquist, Halin & Hygge, 2010) motijo šolske in pisarniške aktivnosti, kot so pisanje, razumevanje prebranega in pomnjenje.⁵ Znano je, da ima t. i. okoljski zvok (mešanica cestnega in letalskega hrupa, govora in zvok naprav, ki se uporabljajo), ki je nizke do zmerne intenzitete, poleg škodljivih učinkov na zdravje z moduliranjem pozornosti tudi številne moteče učinke na človeško procesiranje informacij.⁷ Banbury & Berry študija je sicer pokazala zmožnost prilagoditve na pisarniški hrup v kontroliranih pogojih po 20-minutni izpostavljenosti¹⁶, ki pa obnovi svoj moteči učinek že po 5 minutah tišine, kar verjetno razloži izsledke opazovalnih študij, ki so pokazale, da se pisarniški delavci niso prilagodili na

Škodljiv učinek

hrupa na kognitivne funkcije je potrjen.

moteče učinke pisarniškega hrupa na delovnem mestu.³ Za redukcijo motečih učinkov pisarniškega hrupa je potrebno upoštevati posebnosti populacije, ki je izpostavljena, akustičnost delovnih prostorov, naravo in zahtevnost kognitivnih nalog pri delu in naravo motečega zvoka.³

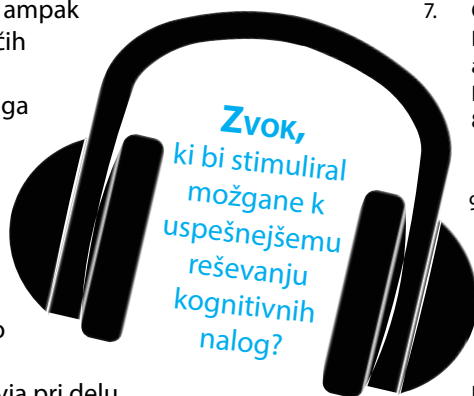
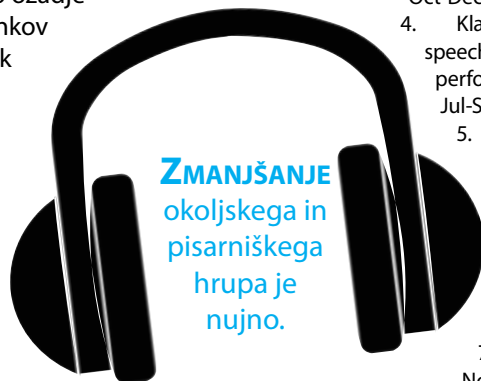
Praktične aplikacije veljajo tako za raziskave možganov kot za javno zdravje. Teoretično ozadje glede motečih in škodljivih učinkov hrupa je, da nepomemben zvok modulira aktivnost možganov z mehanizmom pozornosti. To vključuje morebitne posledice tudi za metode raziskovanja možganov, kot je fMR, ki so lahko povezane s hrupnim okoljem. Nezanemarljivo je, da so v hrupnem okolju evocirani spremenjeni mehanizmi pozornosti, ki bi lahko vplivali na rezultate preiskave.¹⁴

Praktične aplikacije za javno zdravje so jasne. Zmanjšanje okoljskega in pisarniškega hrupa je nujno, ne zgolj za zdravje in dobro počutje, ampak tudi za preprečitev motečih učinkov na kognitivne funkcije in s tem dodatnega mentalnega napora med kognitivnimi nalogami, še posebej v izobraževalnih institucijah in pisarnah.⁷

Te ugotovitve se odražajo tudi v zakonodaji s področja varnosti in zdravja pri delu. Vsak delavec ima pravico do dela in delovnega okolja, ki mu zagotavlja varnost in zdravje pri delu. (11. člen ZVZD-1, Uradni list RS, št. 43/11) Delodajalec mora zaradi tveganj, ki izhajajo iz prekomerne obremenitve zaradi hrupa in njegovih negativnih učinkov na zdravje, pri organiziranju delovnega procesa upoštevati največje dopustne ekvivalentne ravni hrupa za nemoteno delo pri posameznih vrstah delovnih opravil, ki so navedene v Prilogi 1 Pravilnika o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu. (Uradni list RS, št. 17/06, 18/06, 43/11)

Ker ima hrup glede pozornosti in pripravljenosti na delo t. i. funkcijo U, kar pomeni, da ni dobro, če ga je preveč oziroma premalo¹, se postavlja tudi vprašanje o obstoju zvoka, ki bi s svojim procesiranjem stimuliral možgane k uspešnejšemu reševanju kognitivnih nalog.

S študijami večkrat potrjen in ovržen »Mozart učinek« je bil vodilo za tezo, da glasba pozitivno vpliva na kognitivne sposobnosti in inteligenco posameznika.¹² »Mozart učinek« tako odpira možnosti uporabe »koristnega zvoka« kompleksne glasbe, ki bi hipotetično lahko povečala učinkovitost na primer pisarniškega in študijskega dela. ⁶⁰



VIRI

1. Marjan Bilban, Medicina dela, ZDV Zavod za varstvo pri delu d.d., Ljubljana 1999.
2. Marjan Bilban, Medicina dela za študente tehniške varnosti, ZDV Zavod za varstvo pri delu d.d., Ljubljana 2005.
3. Smith A, Waters B, Jones H, Effects of prior exposure to office noise and music on aspects of working memory. *Noise Health*. 2010 Oct-Dec;12(49):235–43.
4. Klatte M, Meis M, Sukowski H, Schick A. Effects of irrelevant speech and traffic noise on speech perception and cognitive performance in elementary school children. *Noise Health*. 2007 Jul-Sep;9(36):64–74.
5. Bjorn Saetrevik, Patrik Sörqvist, Updating working memory in aircraft noise and speech noise causes different fMR activations, *Scandinavian Journal of Psychology*, 2015, 56, 1–10.
5. Nick Perham, Helen Hodgetts, Simon Banbury, Mental arithmetic and non-speech office noise: An exploration of interference-by-content, *Noise Health*. 2013 Jan-Feb;15(62):73–8.
7. Karin Trimmel, Julia Schätzer, Michael Trimmel, Acoustic Noise Alters Selective Attention Processes as Indicated by Direct Current (DC) Brain Potential Changes, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2014, 11, 9938–9953.
6. Schlittmeier SJ1, Feil A, Liebl A, Hellbr Ck JR, The impact of road traffic noise on cognitive performance in attention-based tasks depends on noise level even within moderate-level ranges, *Noise Health*. 2015 May-Jun;17(76):148–57.
7. Chen Chengzhi, Tang Yan, Jiang Xuejun, Li Xiang, Qi Youbin, Tu Baijie, Recovery of Chronic Noise Exposure Induced Spatial Learning and Memory Deficits in Young Male Sprague-Dawley Rats, *J. Occup. Health*, 2011; 53: 157–163.
8. Czyrak A, Mackowiak M, Chocyk A, Fijal K, Wedzony K. Role of glucocorticoids in the regulation of dopaminergic neurotransmission. *Pol J Pharmacol* 2003; 55: 667–74.
9. Jan P. Röer, Raoul Bell, Axel Buchner, What determines auditory distraction? On the roles of local auditory changes and expectations violations. *PLoS ONE* 9(1), 2014.
12. Thompson WF, Scbellenberg EG, Husain G. Arousal, mood, and the Mozart effect. *Psychol Sci* 2001; 12: 148–51.
13. Trimmel, M.; Atzlsdorfer, J.; Tupy, N.; Trimmel, K. Effects of low intensity noise from aircraft or from neighbourhood on cognitive learning and electrophysiological stress responses. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 2012, 215, 547–554.
10. Hommel, B.; Fischer, R.; Lorenza, S.C.; van der Wildenberg, W.P.; Cellini, C. The effect of fMRI (noise) on cognitive control. *J. Exp. Psychol.* 2012, 38, 290–301.
11. Banbury SP, Berry DC. Habituation and dishabituation to speech and office noise. *J Exp Psychol Appl*, 1997; 3: 181–95.
12. Sundstrom E, Town JP, Rice R W. Office noise, satisfaction, and performance. *Environ Behav* 1994; 26: 195–222.
13. Banbury SP, Berry DC. Office noise and employee concentration: Identifying causes of disruption and potential improvements. *Ergonomics* 2005; 48: 25–37.
14. Priloga 1, Pravilnik o varovanju delavcev pred tveganji zaradi izpostavljenosti hrupu pri delu, Uradni list RS, št. 17/06, 18/06, 43/11.
15. George McCloskey, Lisa A. Perkins, Bob Van Divner; Assessment and Intervention for Executive Function Difficulties (School-Based Practice in Action), Routledge, New York 2008.
16. Marjan Bilban, Škodljivi učinki hrupa na zdravje, Delo in varnost – LVI/2011/št. 1.
17. Raucher EH, Shaw GL, Ky KN; Music and spatial task performance, *Nature* 1993; 365–611.
18. Evropska agencija za varnost in zdravje pri delu; dostopno na: <https://osha.europa.eu/sl/topics/noise>
19. cereboost, dostopno na: <http://www.cereboost.com/menu/>
20. Marjan Bilban, Hrup kot spremljevalec sodobnega življenja, dostopno na: http://www.osha.mdds.gov.si/resources/files/pdf/kampanje/drBilban_Spremljevalec_sodobnega_zivljenja.pdf
21. The free dictionary by Farlex; Medical dictionary, dostopno na: <http://medicaldictionary.thefreedictionary.com/cognitive+function>