

Tijana Todić Jakšić¹

Filozofski fakultet,
Univerzitet u Prištini
sa sedištem u
Kosovskoj Mitrovici

Oliver Tošković

Laboratorija za
eksperimentalnu
psihologiju, Filozofski
fakultet, Univerzitet u
Beogradu

¹ Adresa autora:
tijana8504@yahoo.com.

Primljeno: 24. 05. 2017.
Primljena korekcija:
09. 01. 2017.
Prihvaćeno za štampu:
28. 02. 2017.

SLUŠNO OPAŽANJE PROSTORA – TAČNOST LOKALIZACIJE DALJINE I PRAVCA EMITOVANJA ZVUKA KOD SLEPIH I OSOBA NORMALNOG VIDA²

Opažanje prostora se vrši na osnovu sinteze informacija koje dolaze iz više čula. Slepí se pri opažanju prostora najviše oslanjaju na informacije dobijene čulom sluha i dodira. Cilj ovog rada je ispitivanje razlika u prostornoj lokalizaciji zvuka između slepih i osoba koje vide, pod pretpostavkom da će slepi pokazati veću preciznost lokalizacije zbog učestalijeg oslanjanja na čulo sluha. U istraživanju je učestvovalo 15 slepih i 15 ispitanika normalnog vida. Ispitanicima je puštan zvuk u 3 serije sa 10 različitih pozicija dobijenih kombinacijom dve udaljenosti (1 m i 3 m) i pet pravca (pravo ispred ispitanika, 15° i 30° levo i desno). Zadatak ispitanika je bio da, pošto čuju zvuk, kažu da li se on čuje sa udaljenosti koja je bliže ili dalje i da li je pravo, levo ili desno od njih. Analize su pokazale da tačnost procene daljine stimulusa zavisi od daljine stimulusa, i to tako da, što je stimulus dalji, ispitanici su sigurniji da je on dalji. Tačnost procene pravca stimulusa zavisi od pravca njegovog izvora, i to tako da, što je stimulus ekstremnije postavljen u odnosu na posmatrača ispitanici su sigurniji gde je on. Međutim, tačnost procene pravca zavisi i od toga da li je ispitanik slep ili ne i to tako da slepi ispitanici bolje lokalizuju pravac izvora zvuka. Dakle, između slepih i ispitanika normalnog vida postoje delimične razlike u tačnosti lokalizacije izvora zvuka, što govori da postoje osnove za tvrdnju da se kod slepih ispitanika osetljivost čula sluha povećava.

Ključne reči: slepi, sluh, prostorna lokalizacija zvuka, tačnost lokalizacije

² Deo rezultata rada je prikazan na XVII naučnom skupu Empirijska istraživanja u psihologiji, Laboratorija za eksperimentalnu psihologiju, Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu.

Za formiranje osećaja prostornosti se smatra najodgovornijim čulo vida. Naravno, vizuelne informacije bivaju upotpunjene informacijama iz ostalih čula sa kojima se integrišu i na taj način čine kompletniji doživljaj prostora. Međutim, postavlja se pitanje šta se događa sa osećajem za prostor kod osoba sa deprivacijom čula vida. Pretpostavljamo da ove osobe moraju svoj osećaj prostornosti da baziraju samo na informacijama dobijenim iz ostalih čula. Iako manje adekvatna, za kodiranje prostorno relevantnih informacija, ostala čula slepim osobama pružaju mogućnost da spoznaju prostorne odnose (Eimer, 2004). U tom slučaju njihov opažaj neće nužno biti manje precizan od onog koji imaju osobe koje vide.

Istraživanja na temu deprivacije nekog čulnog modaliteta rezultirala su formulisanjem hipoteze opšteg gubitka. Prema ovoj hipotezi, nedostatak ili gubitak jednog čulnog modaliteta ne može biti u potpunosti nadoknađen korišćenjem informacija iz drugih čula, što dalje dovodi do zastoja senzornog ili kognitivnog razvoja individue (Pasgualotto & Proulx, 2012). To je slučaj pogotovu kada je u pitanju sazrevanje multisenzornih neurona koji su odgovorni za izvršavanje spacijalnih zadataka gde je razvojno vizuelno iskustvo neophodno. Međutim, nalazi drugih istraživanja ukazuju da sa gubitkom jednog čula individue razvijaju kompenzatorsku funkciju. Dakle, osobe se prilagođavaju nedostatku ili gubitku čula tako što intenzivnije koriste ostale funkcionalne čulne modalitete, što je poznato kao kompenzatorska hipoteza (Voss et al., 2004). Intenzivnim korišćenjem ostalih čula, osobe sa hendikepom povećavaju njihovu efikasnost u izvođenju radnji što može rezultirati i poboljšanjem perceptivnih veština koje nekada nisu samo uporedive, već i superiornije u odnosu na populaciju zdravih osoba (Collignon, Voss, Lassonde, & Lepore, 2009). Ovakav nalaz može biti posledica načina organizacije sistema školovanja hendikepiranih, ali i konstantnog vežbanja pojedinih sposobnosti koje hendikepiranima pomažu u obavljanju svakodnevnih aktivnosti (Bond & Dearborn, 1917).

Deprivacija čula vida – karakteristike spacijalne osetljivosti slepih

Kvantitativne analize podataka ukazuju na superiornost slepih nad osobama normalnog vida po pitanju nekih mentalnih postignuća. Superiornost se ogleda u boljem pamćenju proze, u zadržavanju većeg broja elemenata u memoriji, većem stepenu osetljivosti dodira, kao i osećaja za pokret i položaj (Bond & Dearborn, 1917). Takođe, slepi pokazuju superiornost auditivnih veština u odnosu na osobe normalnog vida kada su u pitanju auditivna pažnja (Hugdahl et al., 2004) i auditivna memorija (Röder, Rösler, & Neville, 2001). Sposobnost da brzo fokusiraju pažnju na auditivne stimulse i reaguju u skladu sa njima je od ključne važnosti za svakodnevno funkcionisanje slepih. Shodno tome, u istraživanjima Kujala i saradnika ispitivane su razlike u selektivnosti (Kujala et al., 1995) i podeljenosti (Kujala, Lehtokoski, Alho, Kekoni, & Näätänen, 1997) spacijalne pažnje između slepih i ispitanika normalnog vida. Rezultati ukazuju da slepi zaista brže reaguju

u zadatku podeljenosti pažnje. Takođe, u zadatku selekcije i podeljenosti spacijalne pažnje, kada su auditivni i taktilni stimuli izloženi simultano, slepi ispitanici pokazuju bolju spacijalnu pažnju u poređenju sa ispitanicima normalnog vida (Collignon, Renier, Bruyer, Tranduy, & Veraart, 2006). U jednom od istraživanja selektivne pažnje kod slepih, zadatak ispitanika je bio da reaguju na zvuk koji dolazi sa desne strane, dok je u zadatku podeljene pažnje trebalo da reaguju na zvuk sa desne i taktilni stimulus (puls) sa leve strane. Testiranje je izvedeno individualno na 8 slepih i 8 ispitanika normalnog vida (izjednačenih po polu, godinama i obrazovanju), tako da je ispitanicima onemogućeno pomeranje glave, fiksacijom brade u poziciji pravo napred³. Auditivni stimuli su bili jednostavni sinusoidni tonovi od 2 Hz, trajanja od 170 ms. Stimuli su izlagani sukcesivno, pomoću slušalica, u seriji od 120 izlaganja, gde je u 50% slučajeva bila izložena meta, a u 50% slučajeva distraktor. Puls se odnosio na taktilni stimulus kog čini 5 povezanih kratkih dvofaznih kvadratnih talasa (30 Hz, 105 μ s). Stimulus je zadavan sa proksimalne i distalne strane srednjeg prsta obe ruke kao elektrokutana stimulacija. Rezultati studije potvrđuju da slepi brže reaguju od ispitanika normalnog vida i na taktilne i na auditivne stimule u zadacima selekcije i podele pažnje u kojima su auditivne i taktilne mete prezentovane u nizu tj. sekvencijalno. Nalazi o boljoj spacijalnoj pažnji kod slepih ispitanika idu u prilog ideji o kros-modalnoj kompenzaciji nedostatka čula vida (Collignon & Volder, 2009). Ovom hipotezom autori objašnjavaju bolje rezultate urođeno slepih osoba u odnosu na osobe normalnog vida kada se koriste čulom sluha i dodira.

Reorganizacija moždanih funkcija kod slepih

Ispitivanjem postignuća slepih i ispitanika normalnog vida u zadatku fokusiranja na nespacijalne karakteristike auditivnih stimulusa, kao što su intenzitet ili frekvencija, izvodi se zaključak da slepi postižu bolje rezultate (Röder, Rösler, Hennighausen, & Häcker, 1996). Ovakvi rezultati možda mogu da ukažu na postojanje faktora višeg reda koji doprinose poboljšanju sposobnosti u populaciji slepih lica. Primer toga su eksperimenti kojima su ispitivane neuralne aktivnosti u reorganizovanom vizuelnom polju kod slepih. Čini se da je usmeravanje pažnje na pojedine karakteristike nevizuelnih stimulusa preduslov za aktivnost okcipitalnog korteksa kod slepih (Kujala et al., 2005). Nalazi pokazuju da se aktivacija okcipitalno-parijetalnog puta kod osoba normalnog vida javlja kada analiziraju spacijalne informacije vizuelnih stimulusa (Goodale & Milner, 1992; Haxby et al., 1991). Ovaj put poznat i kao „gde put” se aktivira i prilikom obrade spacijalnih karakteristika auditivnih i taktilnih informacija kod slepih (Bonino et al., 2008; Renier et al., 2010; Weeks et al., 2000).

³ Poređenje opažajnih sposobnosti kod slepih i osoba normalnog vida zahteva strogu kontrolu uslova zbog mogućeg posedovanja izoštrene osetljivosti na diskriminaciju osnovnih karakteristika auditivnih i taktilnih stimulusa (Goldreich & Kanics, 2003).

Ispitivanje spacijalnog oseta kroz prizmu uzrasta i slojevitosti fizičkog prostora –lični i udaljeni tj. periferni prostor

Primarna funkcija spacijalnog oseta je lokalizacija pravca i udaljenosti stimulusa. Najraniji registrovani pokazatelji pokušaja lokalizacije su okretanje očiju i glave ka pravcu stimulusa. Ovo se odnosi i na vizuelne i na auditivne stimuluse koje novorođenčad podjednako uspešno lokalizuju u prvih mesec dana. Međutim, između 2. i 4. meseca bebe počinju da se okreću za vizuelnim stimulusima (Field, DiFranco, Dodwell, & Muir, 1979). Ovi nalazi su povezani sa činjenicom da se u ovom uzrastu ubrzano razvija vizuelni sistem. Rast broja tačno lokalizovanih zvučnih stimulusa, praćen skraćanjem vremena latencije, se javlja u periodu između 4. i 5. meseca kada se ubrzano razvija auditivni korteks (Muir & Clifton, 1985, prema Humphrey, Dodwell, Muir, & Humphrey, 1988).

Razvoj spacijalnog oseta kod slepe dece je očekivano usporeniji. Nalazi istraživanja to potvrđuju, kao i to da je uticaj maturacije važan kod stepena postignutog uspeha u lokalizaciji auditivnih stimulusa. Primer ovog je nalaz Humphreyja i saradnika (Humphrey et al., 1988) prema kom se dete uzrasta od 8 meseci uspešno okretalo ka objektima, izvorima zvuka, koji su mu bili na dohvat ruke i to raspoređeni ispred njega i 90° levo i desno. Ovo slepo novorođenče se u prvih 8 meseci nije okretalo za zvučnim izvorom.

Kada je ispitivana osetljivost čula sluha kod 16 slepih i 15 osoba normalnog vida, Seashore i Ling su koristili test lokalizacije zvuka kojim je merena diskriminacija pravca i inteziteta zvuka (Seashore & Ling, 1918). Diskriminacija pravca zvuka je merena u smislu procene ugla na horizontalnoj ravni koja se nalazi neposredno ispred posmatrača, dok je diskriminacija inteziteta zvuka merena određivanjem da li je drugi ton u nizu, koji se razlikuje samo po intezitetu, bio jači ili slabiji od prvog. Treba napomenuti da je kriterijum za odabir slepih učenika bio da su potpuno slepi pet i više godina.

Na testu diskriminacije pravca izvora zvuka korišćena je aparatura koja je montirana na 1 metar od centra glave ispitanika. Na dvometarskom nosaču, čitavom dužinom nalazio se pokazivač stepeni, za određivanje položaja telefonskog prijemnika, koji je imao ulogu zvučnog izvora, u odnosu na ispitanika. Ova aparatura je bila montirana tačno ispred ispitanika tako da je prijemnik uvek na metar od centra glave. Na testu diskriminacije inteziteta zvuka tonove je proizvodila elektromagnetna viljuška. Rezultati istraživanja navode na zaključak da su u proseku slepi u blagoj prednosti u odnosu na osobe normalnog vida na oba testa lokalizacije zvuka. Međutim, postignuća ispitanika su podjednako varijabilna u obe grupe, dok je u oba ispitivanja najbolje rezultate postigla osoba koja vidi.

Kako se sfera interesovanja istraživača pomerila sa ličnog na udaljeni ili periferni prostor, u odnosu na poziciju procenjivača, tako se javljaju nova pitanja. Jedno od pitanja se odnosilo na utvrđivanje razlika u reprezentaciji dve vrste informacija, udaljenosti i pravca izvora zvuka, kod osoba koji vide u poređenju sa osobama koje su slepe. Polazna pretpostavka je da će slepi biti slabiji u prostornoj

lokalizaciji poznatih mesta, jer se ova vrsta znanja bazira na izvorima informacija kao što su korišćenje mapa ili vizuelno istraživanje prostora. Upravo ovim pitanjem su se pozabavili Byrne i Salter u istraživanju u kome je učestvovalo 8 osoba koje vide i 8 osoba sa urođenim slepilom (Byrne & Salter, 1983). Prvi zadatak ispitanika je bio da, pošto nabroje lokacije u svom okruženju koje najčešće posećuju, reprodukuju distance između 2. zadate lokacije koristeći standardnu distancu. U određenom broju test situacija jedna lokacija u paru je dom ispitanika. U drugom zadatku trebalo je da ispitanici usmere pokazivač instrumenta ka jednoj od poznatih lokacija zamišljajući da su na drugoj, pokazujući na taj način pravac u kom se nalazi zadata lokacija. Poređenjem postignuća obe grupe ispitanika izvodi se zaključak da se oni ne razlikuju u količini grešaka koje prave prilikom procene daljine, dok su slepi znatno lošiji prilikom procene pravca od ispitanika normalnog vida. Takođe, slepi pokazuju tendenciju lošije procene pravca kada primarna lokacija nije njihov dom. Dakle, dobijeni rezultati ukazuju da slepi ispitanici koriste egocentrične referentne okvire za orijentaciju jer su svi ispitanici koristili svoje kognitivne mape poznatih lokacija kako bi utvrdili njihovu udaljenost i pravac. Treba pomenuti da se korišćenje egocentričnog referentnog okvira kod osoba sa očuvanim vidom tumači kao oblik greške pri orijentaciji (Howard & Templeton, 1966).

Različiti vidovi instrukcija – davanje verbalnog ili neverbalnog odgovora

Analiziranjem istraživanja u kojima se ispituje tačnost lokalizacije izvora zvuka, kod slepih i ispitanika normalnog vida, uviđa se varijabilnost rezultata u zavisnosti od vrste instrukcije koja je data ispitaniku. Wanet i Veraarta (Wanet & Veraart, 1985) su sproveli eksperiment u kom je zvuk bio emitovan sa 36 pozicija (4 udaljenosti i 9 pravaca)⁴. Procena pravca i daljine je vršena pokazivanjem kažiprstom na mesto odakle se čuo zvuk, nakon čega su beležene koordinate pokazane pozicije ili davanjem verbalnog iskaza. Kada se od slepog ispitanika očekuje da proceni daljinu zvučnog izvora pokazivanjem, tačnost procene je niža u odnosu na situaciju kada se od ispitanika očekuje da navede koordinate (verbalni iskaz) daljine izvora zvuka. Međutim, kada ispitanik treba da da verbalni iskaz o proceni pravca izvora zvuka broj grešaka je veći kod slepih (Wanet & Veraart, 1985). Takođe, slepi ispitanici su postizali slabije rezultate kada je trebalo da okrenu glavu ka izvoru zvuka, ali ne i kada su bili upitani da kažu koji od 2 stimulusa je više levo (Fisher, 1964). Poređenjem uspešnosti u tačnosti lokalizacije izvora zvuka, između osoba koje su rano izgubile vid i osoba normalnog vida, u zadatku sa korišćenjem verbalnog iskaza za procenu, zaključak je da su postignuća slepih lošija. Ali, to nije slučaj i kada su ispitanici davali odgovore o lokalizaciji izvora zvuka korišćenjem pokazivača ili delova tela. U drugoj situaciji su slepi gotovo podjednako

⁴ Maksimalna udaljenost izvora zvuka je bila na 62 cm, a minimalna na 18 cm od ispitanika.

uspešni kao i osobe normalnog vida (Fisher, 1964). Očigledno je da postoji nedоследnost dobijenih rezultata kada su u pitanju razlike između osoba sa urođenim i stečenim slepilom u odnosu na osobe normalnog vida. Tumačenje ovih rezultata bi moglo da se osloni na pretpostavku o pogrešnoj proceni konvencionalnih mera za daljinu kod slepih, a ne na pogrešnu procenu lokalizacije stimulusa. Zapravo, pretpostavka se bazira na mišljenju da slepi nemaju adekvatan doživljaj jednog metra kao što ga imaju osobe normalnog vida, što može biti posledica neadekvatnog razvoja pojmova konzervacije usled deprivacije čula vida. Ipak, ove pretpostavke nemaju potvrdu u empirijskim nalazima.

Problem istraživanja

Poznato je da se opažanje prostora vrši na osnovu integracije informacija dobijenih iz više čula. Neka od njih kao npr. čulo vida daju pouzdanije podatke, za razliku od sluha, dodira ili kinestetičkog oseta. Međutim, postavlja se pitanje kako slepe osobe stvaraju predstavu sveta oko sebe. Kombinacijom čulnih informacija, koje su manje pouzdane od vizuelnih, slepa osoba stvara mentalnu mapu prostora u kom se nalazi. Dakle, taktilno-auditivno-kinestetički oseti kod slepih igraju dominantnu ulogu jer im obezbeđuju mogućnost da spoznaju svet oko sebe. Imajući to u vidu možemo reći da je auditivna percepcija tj. slušno opažanje prostora izuzetno važna za orijentaciju slepih osoba, jer se pri kretanju u velikoj meri oslanjaju na auditivne signale koje dobijaju od udaljenih predmeta.

Na osnovu pregleda dostupne literature, izvodi se zaključak da su slepi ispitanici uspešniji u proceni daljine i pravca izvora zvuka koji se nalazi u njihovom ličnom prostoru. Međutim, rezultati ukazuju da se situacija menja ukoliko se daljina izvora povećava. Dakle, prelaskom granice sa ličnog prostora na periferiju tj. udaljeni prostor, slepim ispitanicima znatno opada tačnost procene lokalizacije izvora zvuka.

Shodno tome, cilj našeg istraživanja je bio da se ispita razlika u tačnosti identifikacije daljine i pravca izvora zvuka, između slepih i ispitanika normalnog vida, na granici ličnog i perifernog prostora. Udaljenosti su izabrane tako da je bliža udaljenost, od 1 m, u stvari prostor pomeranja udova i manipulisanja oruđem. Ovo je takođe i udaljenost koju su u svom istraživanju koristili i Seashore i Ling (Seashore & Ling, 1918) ili Wanet i Veraarta (Wanet & Veraart, 1985) za prezentaciju stimulusa. Udaljenost od 3 m je izabrana da predstavlja udaljeni prostor tj. prostor van domašaja pokreta udova ili oruđa, ali i kao prosečnu udaljenost u zatvorenom prostoru sa koje slepi dobijaju relevantne informacije prilikom kretanja, služeći se egocentričnim referentnim okvirom. Pravci su izabrani tako da su skoncentrisani oko pravca pravo tj. 15° i 30° levo i desno, sa ciljem da se ispita finija diskriminacija pravca izvora zvuka.

Metod

Uzorak

Istraživanje je sprovedeno u Kosovskoj Mitrovici na uzorku od 15 slepih i 15 osoba normalnog vida, starosti od 21 do 61 godine. Grupe su izjednačene po uzrastu i polu. Grupu osoba sa normalnim vidom su činile osobe sa očuvanim čulom vida i osobe koje koriste adekvatna korektivna sredstva. Kada su u pitanju slepe osobe, prema definiciji koju je dao Savez slepih i slabovidih Srbije 1989. godine, slepa lica se svrstavaju u dve grupe: „1. prvu grupu čine slepe osobe koje su potpuno izgubile osećaj svetla sa i bez projekcije; 2. drugu grupu čine slepe osobe kod kojih je moguća orijentacija u prostoru uz pomoć preostalog vida i čija je vidna oštrina između 0.5/60 i 3/60 ili kod kojih je vidno polje svedeno na centralno ostrvo manje od 10 stepeni, bez obzira na oštrinu vida“ (Cvetković, 1989). U našem istraživanju grupu slepih ispitanika su činile osobe iz obe grupe prema definiciji Savez slepih i slabovidih Srbije. Po ličnom iskazu, ispitanici su imali očuvan sluh i nisu imali formalno muzičko obrazovanje.

Stimulusi

Kao stimulus je korišćen zvuk jačine od 40 dB, frekvencije 12 kHz i trajanja 0.3 sekunde. Ovaj (jednoličan i kratak) zvuk izabran je s pretpostavkom da bi drugačiji zvuk (npr. jači ili dugotrajniji) mogao da dekoncentriše ispitanika i samim tim produži vreme davanja iskaza odakle čuje zvuk što može da dovede do greške u proceni. Kako se ispitanik ne bi previše naprezao da čuje zvuk, ali i da zvuk ne bi opterećivao čulo sluha, pošto je puštan u kratkom vremenskom intervalu 30 puta, izabran je zvuk srednje jačine i visine.

Zvuk je puštan pomoću programa Windows Media Player, audio formata PCM na zvučnicima marke JBL snage 10 W.

Postupak

Na jednom kraju prostorije se nalazila stolica na kojoj je ispitanik sedeo, sto i kutija koja je služila da se ispitaniku fiksira glava, tako što mu je rečeno da nasloni glavu na kutiju i da se ne pomera. Prilikom testiranja svi ispitanici su imali neprovidni povez preko ociju. Na drugom kraju se nalazilo 10 stolova (standardne visine) na kojima su postavljeni zvučnici.

Na miksetu marke Roland sa pojačalom i deset izlaza (10 x 7 W) povezano je deset JBL široko pojasnih zvučnika. Mikseta je potom povezana sa računarom. Pomoću programa Windows Media Player zvuk je puštan ispitanicima na tačno određenom zvučniku.

Zvuk je puštan ispitaniku sa 10 različitih pozicija, dobijenih kombinacijom dve daljine (1 m i 3 m) i 5 pravaca (pravo, 15° levo i desno i 30° levo i desno). Svi

ispitanici su čuli sve zvukove sa svih pozicija, ali su različitim ispitanicima izlagane različite kombinacije, odnosno različit redosled zvukova, randomiziranih po principu latinskog kvadrata.

Pošto je u ranijim istraživanjima utvrđeno da se u zavisnosti od vrste instrukcije koja je data ispitanicima razlikuje tačnost lokalizacije izvora zvuka, pokušali smo da izbegnemo da ispitanici daju metrijske informacije o položaju stimulusa npr. da se zvuk čuje sa pozicije 30° levo na udaljenosti od 3 m. Umesto metrijskih informacija od ispitanika je traženo da daju adekvatne verbalne opise: „bliže-dalje” za procenu daljine i „pravo, manje-više levo ili desno” za procenu pravca. Tačnije, po ulasku ispitanika u prostoriju data mu je sledeća instrukcija: „Pošto čujete zvuk recite da li se zvučni izvor nalazi bliže ili dalje od vas i da li je pravo, više ili manje levo ili desno u odnosu na vas. Tako je na primer verbalni opis *zvuk se čuje na poziciji dalje od mene i više levo*, ekvivalentan metričkom opisu pozicije 30° levo na udaljenosti od 3 m. Ukoliko bi ispitanik koristio kao pokazivač pozicije izvora zvuka svoje delove tela, od njega je traženo da odgovor upotpuni i verbalnim iskazom. Utrošeno vreme za istraživanje po ispitaniku je bilo 15 minuta. Prostorija Saveza slepih u Kosovskoj Mitrovici u kojoj je istraživanje obavljeno nije zvučno izolovana.

Uspješnost lokalizacije je iskazivana kao broj tačnih odgovora u tri različite procene za svaku lokaciju stimulusa (svaki odgovor je kodiran kao tačno ili netačno, pa je ukupan skor dobijen zbrajanjem tačnih odgovora). Određivana su dva parametra:

1. preciznost lokalizacije daljine i
2. preciznost lokalizacije pravca stimulusa.

Razlike u uspešnosti lokalizacije su testirane u odnosu na grupu ispitanika (slepi ili normalnog vida), daljinu i pravac stimulusa.

Rezultati

Za svaku poziciju sa koje je ispitanik mogao da čuje zvuk beležen je kod 1 ukoliko je pozicija tačno identifikovana ili kod 0 ukoliko pozicija nije bila tačno identifikovana. Odgovor je beležen posebno za procenu pravca i posebno za procenu daljine. Pošto su svakom ispitaniku stimulusi bili izloženi u tri serije, skor koji svaki ispitanik može da ima za jednu od 10 pozicija je u opsegu od 0 do 3.

Tačnost procene daljine kod slepih i osoba normalnog vida u zavisnosti od zadate daljine i pravca stimulusa

Trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja su testirani pojedinačni doprinosi sva tri faktora (grupa ispitanika, pravac i daljina stimulusa)⁵. Ana-

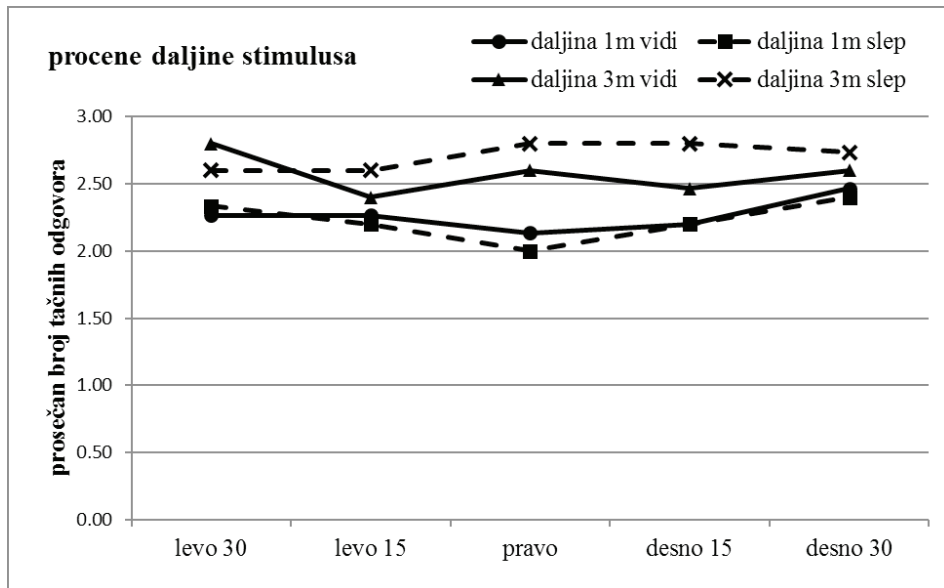
⁵ Grupa ispitanika je neponovljen faktor, dok su daljina i pravac izvora zvuka ponovljeni faktori.

liza je urađena sa ciljem da se ispita da li tačnost procene daljine stimulusa zavisi od toga da li je ispitanik slep ili ne, kao i od zadate daljine i pravca izvora zvuka.

Dobijeni rezultati pokazuju da jedino postoji značajan glavni efekat daljine ($F(1, 28) = 9.04, p < .01, \eta^2 = .24$). Glavni efekat pravca i glavni efekat sleposti nisu statistički značajni kao ni njihove interakcije.

Rezultati ukazuju da se tačnost procene daljine ne menja sa pravcem već sa promenom daljine stimulusa i to na svim pravcima podjednako kod slepih i ispitanika normalnog vida (Slika 1).

Dotadnom analizom razlika u tačnosti procene daljine između dve zadate daljine, u zavisnosti od pravca emitovanja zvuka i slepoće ispitanika, utvrđeno je da na pravcu levo 30° i pravo postoje razlike u tačnosti procene. Tačnije, na pravcu levo 30° ispitanici normalnog vida sa većom tačnošću procenjuju stimuluse koji su emitovani na udaljenosti od 3 m, dok kod pravca pravo slepi ispitanici tačnije procenjuju stimuluse kada su na udaljenosti od 3 m nego kada su na udaljenosti od 1 m (Prilog A, Tabela A1).



Slika 1. Tačnost procene daljine kod slepih i osoba normalnog vida na različitim pravcima i daljinama.

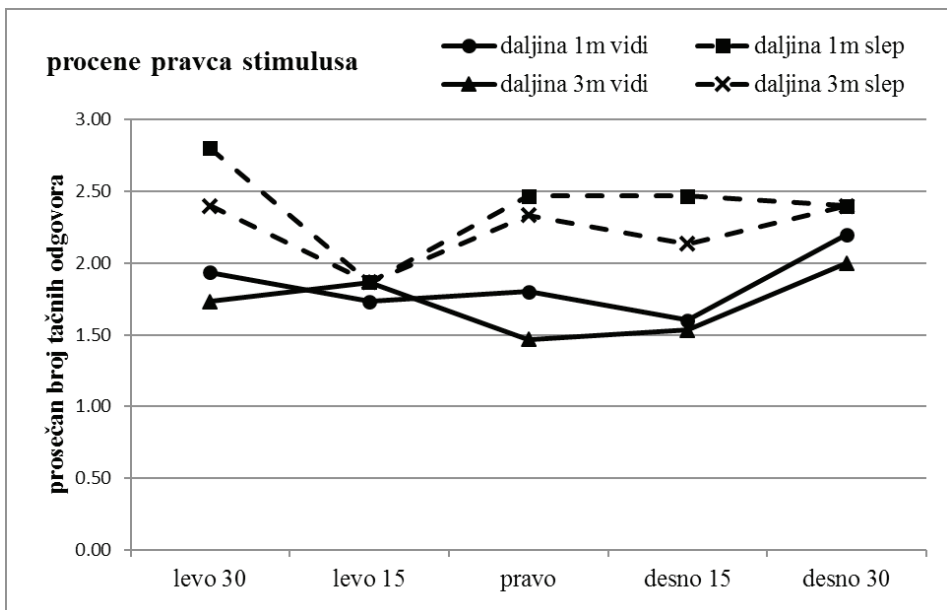
Tačnost procene pravca kod slepih i osoba normalnog vida u zavisnosti od zadate daljine i pravca stimulusa

Analiza je urađena sa ciljem da se ispita da li tačnost procene pravca stimulusa zavisi od toga da li je ispitanik slep ili normalnog vida, kao i od zadate daljine i pravca izvora zvuka.

Kao i u prethodnom slučaju, urađena je trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja koja je pokazala da su statistički značajni glavni efekat pravca ($F(4, 112) = 2.53, p < .05, \eta^2 = .08$) i slepoće ($F(1, 28) = 18.23, p < .01, \eta^2 = .39$). Dakle, glavni efekat daljine, kao ni interakcije pomenutih faktora nisu statistički značajni. To se tumači kao da se tačnost procene pravca menja u zavisnosti od promene pravca stimulusa i od toga da li je ispitanik slep odnosno normalnog vida, ali ne i od promene daljine na kojoj se nalazi stimulus.

Naknadni Scheffe testovi za utvrđivanje razlika u tačnosti procene pravca u zavisnosti od zadatih pravaca ukazuju na postojanje razlika između pravca levo 30° i levo 15° kao i pravca levo 15° i desno 30° (Prilog A, Tabela A2). Dakle, razlike u tačnosti procene pravaca su takve, da se ekstremni pravci (30° levo i desno) nešto tačnije lokalizuju.

Analiza razlika, naknadnim Scheffe testovima, u tačnosti procene pravca emitovanja zvuka između slepih i ispitanika normalnog vida ukazuje na postojanje razlika u korist slepih ispitanika. Slepi ispitanici pokazuju veću tačnost u odnosu na ispitanike normalnog vida pri proceni pravca izvora zvuka na: pravcu levo 30° na daljinama od 3 m i 1 m, pravcu pravo na daljini od 3 m i pravcu desno 15° na daljini od 1 m (Prilog A, Tabela A3). Dakle, možemo reći da tačnost procene pravca izvora zvuka donekle zavisi i od toga da li je ispitanik slep ili normalnog vida, tako što su slepi ispitanici nešto precizniji u proceni pravca, ali samo na nekim lokacijama (Slika 2).



Slika 2. Tačnost procene pravca kod slepih i osoba normalnog vida na različitim pravcima i daljinama.

Predikcija slepoće na osnovu tačnosti lokalizacije

Pošto su prethodne analize pokazale da postoje neke razlike između slepih i ispitanika normalnog vida, pokašali smo da testiramo mogućnost predviđanja kategorije ispitanika (slepi ili osoba normalnog vida) na osnovu tačnosti lokalizacije. Za svakog ispitanika smo odredili dva ukupna skora: tačnost procene daljine (suma tačnosti procena daljine na svim daljinama i pravcima stimulusa) i tačnost procene pravca (suma tačnosti procena pravca na svim daljinama i pravcima stimulusa). Kanonička diskriminativna analiza je pokazala da postoji jedna funkcija koja statistički značajno razlikuje grupe slepih i osoba normalnog vida ($\lambda = 0.6$; $\chi^2(2) = 13.64$; $\rho = 0.63$; $p < .01$) za 1.57 standardnih devijacija. Ovu funkciju čini samo tačnost lokalizacije pravca uz uspešnost od 76.7% tačno klasifikovanih ispitanika. Dakle, možemo zaključiti da je tačnost lokalizacije pravca auditivnih stimulusa izraženija kod slepih u odnosu na ispitanike normalnog vida.

Diskusija i zaključak

Osnovni rezultati ovog rada pokazuju da se slepi i osobe normalnog vida ne razlikuju u preciznosti identifikacije daljine. Distancu udaljenijih stimulusa obe grupe ispitanika, slepi i osobe normalnog vida, preciznije identifikuju. Što se tiče tačnosti procene pravca izvora zvuka, tačnije se lokalizuju ekstremniji pravci tj. 30° levo i 30° desno. Poređenjem slepih i ispitanika koji vide u tačnosti procene pravca, uviđa se blaga prednost slepih. Na osnovu rezultata lokalizacije pravca izvora zvuka, možemo uspešno klasifikovati 76.7% ispitanika, na slepe (postizu bolji uspeh) i osobe sa normalnim vidom.

Pošto je prva analiza pokazala da je za tačnost procene daljine stimulusa jedino važna sama daljina sa koje se emituje zvuk, možemo reći da očekivana prednost slepih osoba nije dobijena. Ono što je potvrđeno je da i slepi i ispitanici normalnog vida tačnije lokalizuju stimuluse koji su udaljeniji od njih. Podrobnijom analizom je utvrđeno da statistički značajne razlike između daljina sa kojih se emituje zvuk postoje na pravcu levo 30° kod osoba normalnog vida i pravcu pravo kod slepih. U oba slučaja udaljeniji stimulusi se tačnije lokalizuju. Ono što bi bio očekivan nalaz je da se sa većom tačnošću lokalizuje izvor zvuka koji se nalazi u ličnom prostoru ispitanika tj. na daljini od 1 m. Međutim, treba imati u vidu metod procene korišćen u ovom radu, tj. da ispitanici nisu davali precizne procene položaja stimulusa, već samo iskaz da li je on dalji ili bliži. U tom svetlu, veća tačnost u lokalizaciji daljih stimulusa se može razumeti kao veća sigurnost ispitanika u svoju procenu da je stimulus dalji kada je on zaista dalji. Ako bi zadatak zahtevao od ispitanika preciznu procenu daljine stimulusa, npr. verbalni odgovor o tačnoj udaljenosti, verovatno bi se dobile razlike u očekivanom smeru, tj. verovatno bi se daljina bližih stimulusa preciznije ocenjivala.

Kada je reč o tačnosti procene pravca izvora zvuka ona zavisi od toga iz kog se pravca emituje zvuk, ali i od toga da li je ispitanik slep ili ne. Analiza je pokazala da su slepi ispitanici uspešniji u tačnosti procene nekih pravaca emitovanja zvuka bez obzira na udaljenost. Takođe, svi ispitanici i slepi i normalnog vida, u proseku sa najvećom tačnošću procenjuju ekstremne pravce tj. 30° desno i levo, potom pravac pravo ispred, a na posletku pravce 15° desno i levo. Utvrđivanjem razlika između pojedinačnih pravaca izvora zvuka uočena je prednost u tačnosti procene pravaca 30° levo i desno u odnosu na pravac 15° levo. Dakle, još jedna potvrda uspešnosti procene ekstremnih pravaca.

Glavni nalaz ovog rada je razlika u korist slepih ispitanika u tačnosti procene pravca auditivnog stimulusa. Slepi ispitanici sa većom tačnošću od ispitanika normalnog vida lokalizuju pravac izvora zvuka koji se emituje iz ekstremno levog pravca tj. levo 30° i pravca desno 15° na udaljenosti od 1 m. Kako se iz ličnog prostora prelazi u udaljeni (daljina od 3 m) veća preciznost slepih u odnosu na osobe normalnog vida uočava se u boljoj lokalizaciji stimulusa koji se nalaze pravo u odnosu na njih i na ekstremno levom pravcu tj. levo 30°. Dakle, slepi se bolje od osoba normalnog vida snalaze u proceni pravca zvuka u ličnom prostoru, na ekstremno levim i desnim pravcima, dok na većoj udaljenosti pouzdanije procenjuju stimuluse koji su locirani pravo ispred ili ekstremnije levo od njih. Takođe, pokazali smo da je na osnovu ukupne tačnosti lokalizacije pravca zvuka moguće tačno klasifikovati 76.7% ispitanika na slepe i osobe normalnog vida. Ovi nalazi govore o važnosti lokalizacije pravca zvuka kod slepih i mogli bi da se objasne većom osetljivošću čula sluha. Kretanjem kroz prostor slepima je od velike važnosti da na vreme detektuju objekte koji se nalaze na ruti kojom se kreću tj. pravo ispred njih. Shodno tome, analiza karakteristika zvuka koji se emituje ispred njih je verovatno stalno uvežbavana.

Iako je očekivano da će slepi ispitanici biti uspešniji u tačnosti lokalizacije daljine stimulusa dobijeni rezultati ukazuju da se udaljeniji stimulusi preciznije lokalizuju, ali da to nema veze sa tim da li je ispitanik slep ili ne. Može se reći da su dobijeni rezultati u skladu sa ranijim nalazima Byrnea i Saltera (Byrne & Salter, 1983). Međutim, kada je u pitanju diskriminacija pravaca izvora zvuka razlike između grupa ispitanika su značajne. U ovom slučaju su dobijeni očekivani nalazi. Dakle, slepi ispitanici su donekle precizniji u proceni pojedinih pravaca izvora zvuka u odnosu na osobe normalnog vida. Slične rezultata su dobili i Seashore i Ling (Seashore & Ling, 1918) po kojima su slepi u proseku u blagoj prednosti na testu diskriminacije pravca izvora zvuka.

Možemo pretpostaviti da se kao posledica intenzivnog korišćenja sluha kod slepih javlja bolja uvežbanost analiziranja fizičkih karakteristika zvuka i veća preciznost u utvrđivanju razlika u vremenu dolaska zvuka u levo i desno uho. Kao potvrda ove pretpostavke su rezultati koji ukazuju da su slepi ispitanici uspešniji u proceni ekstremnih pravaca i pravca pravo ispred u odnosu na osobe normalnog vida. Takođe, prednost slepih u tačnosti procene pravaca izvora zvuka je podatak kojim se može podupreti kompenzatorska hipoteza (Voss et al., 2004). Međutim,

nepostojanje prednosti slepih pri proceni daljine u odnosu na osobe normalnog vida govori u prilog hipoteze opšteg gubitka (Pasqualotto & Proulx, 2012). Kao razlog nepostojanja razlika između grupa ispitanika u proceni daljine izvora zvuka, može se navesti da prostorija u kojoj je obavljeno istraživanje nije zvučno izolovana. To bi značilo da smo pored emitovanja direktnog zvuka ispitanike izložili i reflektovanim signalima, koji su se odbijali o zidove prostorije. Ukoliko pretpostavimo da je detekcija daljine zvučnog izvora „kompleksnija“, onda uslovi mogu da je lako poremete (Ando, 2009).

Na kraju treba napomenuti da ispitanicima prostorija u kojoj je rađen eksperiment nije bila od ranije poznata, odnosno oni nisu imali memorisanu predstavu prostornih odnosa u prostoriji. Takođe, ispitanici nisu bili u mogućnosti da se pomeraju, pa su morali da se oslone isključivo na čulo sluha. U takvim uslovima, veća uspešnost slepih u lokalizaciji pravaca u odnosu na osobe normalnog vida značila bi da je njihovo čulo sluha osetljivije. Ono verovatno detektuje finije promene u stimulaciji koje se koriste da se konstruiše spacijalna mapa nepoznatog prostora. Međutim, pošto su slepi bili nešto precizniji samo u lokalizaciji nekih pravaca (ekstremno levo, pravo i delimično desno) možemo pretpostaviti da se u svakodnevnim uslovima oni u većoj meri oslanjaju na integraciju informacija iz više čula, a ne samo, ili čak možda ne ni dominantno na sluh.

Reference

- Ando, Y. (2009). Temporal and spatial aspects of sounds and sound fields. In *Auditory and Visual Sensations* (pp. 9–24). Springer New York.
- Bond, N. J., & Dearborn, W. F. (1917). The auditory memory and tactual sensibility of the blind. *Journal of Educational Psychology*, 8(1), 21–26.
- Bonino, D., Ricciardi, E., Sani, L., Gentili, C., Vanello, N., Guazzelli, M., . . . Pietrini, P. (2008). Tactile spatial working memory activates the dorsal extrastriate cortical pathway in congenitally blind individuals. *Archives Italiennes de Biologie*, 146(3–4), 133–146.
- Byrne, R. W., & Salter, E. (1983). Distances and directions in the cognitive maps of the blind. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 293–299.
- Collignon, O., & Volder, G. De A. (2009). Further evidence that congenitally blind participants react faster to auditory and tactile spatial targets. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 63(4), 287–293. doi:10.1037/a0015415
- Collignon, O., Renier, L., Bruyer, R., Tranduy, D., & Veraart, C. (2006). Improved selective and divided spatial attention in early blind subjects. *Brain Research*, 1075, 175–182.
- Collignon, O., Voss, P., Lassonde, M., & Lepore, F. (2009). Cross-modal plasticity for the spatial processing of sounds in visually deprived subjects. *Experimental Brain Research*, 192, 343–358. doi:10.1007/s00221-008-1553-z

- Cvetković, Ž. (1989). *Metodika vaspitno-obrazovnog rada sa slepim licima: savremena metoda čitanja i pisanja slepe dece na Brajevom pismu*. Beograd: Naučna knjiga.
- Eimer, M. (2004). Multisensory integration: How visual experience shapes spatial perception. *Current Biology*, 14, 115–117. DOI 10.1016/j.cub.2004.01.018
- Field, J., DiFranco, D., Dodwell, P., & Muir, D. W. (1979). Auditory-visual coordination of 2 1/2 month-old infants. *Infant Behavior & Development*, 2, 113–122. doi:10.1016/S0163-6383(79)90001-8
- Fisher, G. H. (1964). Spatial localization by the blind. *American Journal of Psychology*, 77, 2–14. doi:10.2307/1419267
- Goldreich, D., & Kanics, I. M. (2003). Tactile acuity is enhanced in blindness. *The Journal of Neuroscience*, 23(8), 3439–3445.
- Goodale, M. A., & Milner, A. D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *Trends in Neurosciences*, 15, 20–25. doi:10.1016/0166-2236(92)90344-8
- Haxby, J. V., Grady, C. L., Horwitz, B., Ungerleider, L. G., Mishkin, M., Carson, R. E., . . . Rapoport, S. I. (1991). Dissociation of object and spatial visual processing pathways in human extrastriate cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88, 1621–1625.
- Howard, I. P., & Templeton, W. B. (1966). *Human spatial orientation*. London: Wiley.
- Hugdahl, K., Ek, M., Takio, F., Rintee, T., Tuomainen, J., Haarala, C., & Hämäläinen, H. (2004). Blind individuals show enhanced perceptual and attentional sensitivity for identification of speech sounds. *Cognitive Brain Research*, 19, 28–32. doi:10.1016/j.cogbrainres.2003.10.015
- Humphrey, G. K., Dodwell, P. C., Muir, D. W., & Humphrey, D. E. (1988). Can blind infants and children use sonar sensory aids? *Canadian Journal of Psychology*, 42(2), 94–119.
- Kujala, T., Alho, K., Kekoni, J., Hamalainen, H., Reinikainen, K., Salonen, O., . . . Näätänen, R. (1995). Auditory and somatosensory event-related brain potentials in early blind humans. *Experimental Brain Research*, 104, 519–526.
- Kujala, T., Lehtokoski, A., Alho, K., Kekoni, J., & Näätänen, R. (1997). Faster reaction times in the blind than sighted during bimodal divided attention. *Acta Psychologica*, 96, 75–82.
- Kujala, T., Palva, M. J., Salonen, O., Alku, P., Huotilainen, M., Jarvinen, A., & Näätänen, R. (2005). The role of blind humans' visual cortex in auditory change detection. *Neuroscience Letters*, 379, 127–131. doi:10.1016/j.neulet.2004.12.070
- Pasqualotto, A., & Proulx, M.J. (2012). The role of visual experience for the neural basis of spatial cognition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36, 1179–1187. doi:10.1016/j.neubiorev.2012.01.008
- Renier, L. A., Anurova, I., De Volder, A. G., Carlson, S., VanMeter, J., & Rauschecker, J. P. (2010). Preserved functional specialization for spatial processing in the

- middle occipital gyrus of the early blind. *Neuron*, *68*, 138–148. doi:10.1016/j.neuron.2010.09.021.
- Röder, B., Rösler, F., & Neville, H. J. (2001). Auditory memory in congenitally blind adults: A behavioral-electrophysiological investigation. *Cognitive Brain Research*, *11*, 289–303. doi:10.1016/S0926-6410(01)00002-7
- Röder, B., Rösler, F., Hennighausen, E., & Näcker, F. (1996). Event-related potentials during auditory and somatosensory discrimination in sighted and blind human subjects. *Brain Research Cognitive Brain Research*, *4*, 77–93. doi:10.1016/0926-6410(96)00024-9
- Seashore, C.E., & Ling, T.L. (1918). The comparative sensitiveness of blind and seeing persons. *Psychological Monographs*, *25*(2), 148–158. doi:10.1037/h0093120
- Voss, P., Lassonde, M., Gougoux, F., Fortin, M., Guillemot, J. P., & Lepore, F. (2004). Early and late onset blind individuals show supranormal auditory abilities in far space. *Current Biology*, *14*, 1734–1738. doi:10.1016/j.cub.2004.09.051
- Wanet, M. C., & Veraart, C. (1985). Processing of auditory information by the blind in spatial localization tasks. *Perception & Psychophysics*, *38*, 91–96. doi:10.3758/BF03202929
- Weeks, R., Horwitz, B., Aziz-Sultan, A., Tian, B., Wessinger, C. M., Cohen, L. G., . . . Rauschecker, J. P. (2000). A positron emission tomographic study of auditory localization in the congenitally blind. *The Journal of Neuroscience*, *20*, 2664–2672.

Prilog A

Tabela A1

Naknadni Scheffe testovi za utvrđivanje razlika u tačnosti procene daljine u zavisnosti od zadate daljine, pravca i slepoće ispitanika

| Pravac | Slep | Razlika AS (3 m - 1 m) | SE | p |
|-----------------|-------------|------------------------|------------|------------|
| levo 30° | vidi | .53 | .25 | .04 |
| | slep | .27 | .25 | .30 |
| levo 15° | vidi | .13 | .30 | .66 |
| | slep | .40 | .30 | .19 |
| pravo | vidi | .47 | .29 | .11 |
| | slep | .80 | .29 | .01 |
| desno 15° | vidi | .27 | .30 | .37 |
| | slep | .60 | .30 | .05 |
| desno 30° | vidi | .13 | .22 | .56 |
| | slep | .33 | .22 | .15 |

Tabela A2

Naknadni Scheffe testovi za utvrđivanje razlika u tačnosti procene pravca u zavisnosti od zadatih pravaca

| (I) Pravac | (J) Pravac | Razlika AS (I - J) | SE | p |
|-----------------|------------------|--------------------|------------|------------|
| levo 30° | levo 15° | .38 | .17 | .03 |
| | pravo | .20 | .17 | .24 |
| | desno 15° | .28 | .18 | .12 |
| | desno 30° | -.03 | .13 | .80 |
| levo 15° | pravo | -.18 | .13 | .18 |
| | desno 15° | -.10 | .16 | .54 |
| | desno 30° | -.42 | .17 | .02 |
| pravo | desno 15° | .08 | .14 | .56 |
| | desno 30° | -.23 | .17 | .19 |
| desno 15° | desno 30° | -.32 | .17 | .07 |

Tabela A3

Naknadni Scheffe testovi za utvrđivanje razlika između slepih i ispitanika normalnog vida u tačnosti procene pravca u zavisnosti od daljine i pravca stimulusa

| Pravac | Daljina | Razlika AS (vidi - slep) | SE | p |
|------------------|------------|--------------------------|------------|------------|
| levo 30° | 3 m | -.67 | .33 | .05 |
| | 1 m | -.87 | .29 | .01 |
| levo 15° | 3 m | .00 | .39 | 1.00 |
| | 1 m | -.13 | .31 | .67 |
| pravo | 3 m | -.87 | .30 | .01 |
| | 1 m | -.67 | .34 | .06 |
| desno 15° | 3 m | -.60 | .36 | .11 |
| | 1 m | -.87 | .32 | .01 |
| desno 30° | 3 m | -.40 | .32 | .22 |
| | 1 m | -.20 | .28 | .48 |

**Tijana Todić
Jakšić**

Faculty of Philosophy,
University of Pristina
situated in Kosovska
Mitrovica

Oliver Tošković

Laboratory of experi-
mental psychology,
Faculty of Philosophy,
University of Belgrade

**AUDITORY SPACE PERCEPTION
– ACCURACY OF DISTANCE AND
DIRECTION LOCALIZATION IN BLIND AND
SIGHTED**

Perception of space is based on a synthesis of information from multiple senses. During space perception, blind people mostly rely on information from auditory and haptic senses. The aim of present study was to verify the assumption that auditory sense is more sensitive in blind, as a consequence of intensive usage. Sensitivity is measured through accuracy in spatial localization of auditory source. We had 15 blind and 15 sighted participants in research. They were exposed to a specific sound in 3 sessions, from 10 different positions, gained by combining two distances (1 m and 3 m) and five directions (straight ahead, 15° and 30° left and right from the participant). Participants' task was to listen to a sound and then to detect whether it was positioned on a nearer or further distance and whether it was from straight ahead, left or right from them. Analysis showed that perceived stimuli distance accuracy depends on stimuli distance. Participants were more precise in estimating distance for those stimuli which were further away. Perceived stimuli direction accuracy depends on the stimuli direction in such a way that the more extreme left or right stimulus is, participants are more certain in estimating its direction. However, perceived stimuli direction accuracy also depends on whether the participant is blind or sighted, in such a way that blind participants are better in the localization of sound direction. Hence, between blind and sighted participants there are some differences in sound source localization accuracy, which supports the claim that auditory sense sensitivity increases in blind participants.

Keywords: blind, auditory sense, spatial sound localization, localization accuracy