

UNIVERZITET U BEOGRADU
FILOZOFSKI FAKULTET

Tijana R. Todić Jakšić

**Anizotropija opažene daljine i
multisenzorna integracija u peripersonalnom
prostoru**

doktorske disertacija

Beograd, 2022

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF PHILOSOPHY

Tijana R. Todić Jakšić

**Anisotropy of perceived distance and
multisensory integration in peripersonal space**

Doctoral dissertation

Belgrade, 2022

Mentor:

dr Oliver Tošković, vanredni profesor,
Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Članovi komisije:

dr Dejan Todorović, redovni profesor,
Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu

dr Slobodan Marković, redovni profesor,
Odeljenje za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu

dr Sunčica Zdravković, redovni profesor,
Odsek za psihologiju, Filozofski fakultet, Univerzitet u Novom Sadu

Datum odrane: _____

ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE I MULTISENZORNA INTEGRACIJA U PERIPERSONALNOM PROSTORU

Apstrakt

Naučna saznanja o postojanju razlika između opažene i fizičke realnosti u domenu multisenzorne percepcije opisana su kroz brojne fenomene. Jedan od takvih fenomena koji ugra centralnu ulogu ove studije je fenomen anizotropije opažene daljine. U ranijim studijama je akcenat bio na sagledavanju uticaja vizuelnih i proprioceptivnih informacija (mišića vrata) na izraženost ovog fenomena. Stoga smo kao glavni doprinos ove studije eksploraciji fenomena anizotropije opažene daljine videli u ispitivanju vestibularnih kao i proprioceptivnih informacija mišića ruku. Variranjem vrste zadatka (navođenja i reprodukcije) smo menjali broj proprioceptivnih informacija dostupnih ispitaniku prilikom procene daljine stimulusa (iz mišića vrata i iz mišića ruku). Uključivanjem tri grupe ispitanika u studiju smo varirali (ne)dostupnost vestibularnih informacija (dostupne su - opšta populacija, dugo nisu dostupne - gluvi i nagluvi, trenutno nisu dostupne - opšta populacija stimulirana galvanskom vestibularnom stimulacijom). Menjanjem položaja ispitanika prilikom procene daljine smo varirali odnos dva referentna okvira za određivanje pravca posmatranja (tlo ili sopstveno telo). Stoga smo u okviru studije sprovedi ukupno 6 eksperimenata koji su organizovani u odnosu na grupu ispitanika i vrstu zadatka. U okviru svakog eksperimenta su postojale po tri eksperimentalne situacije koje se razlikuju po položaju tela ispitanika (sedeći, ležeći položaj na leđima i ležeći položaj na stomaku). Imajući u vidu da su ispitanici menjali položaj tela prilikom procene daljine u analizi rezultata smo pravce definisali u odnosu na telo ispitanika i to: subjektivna vertikala gore (pravac iznad glave), subjektivna vertikala dole (pravac ka stopalima) i subjektivna horizontala (pravac ispred sebe u ravni očiju). Prvi dobijeni rezultati ispitivanja anizotropije opažene daljine kod ispitanika iz opšte populacije u zadatku navođenja (1. eksperiment) i zadatku motorne reprodukcije (2. eksperiment) ukazuju da ispitanici gotovo dosledno daljine lokalizovane na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, dok daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od fizički jednakih na subjektivnoj horizontali. Ovi rezultati nas navode na zaključak da efekat anizotropije opažene daljine postoji i u peripersonalnom prostoru, kao što je to slučaj u ekstrapersonalnom prostoru. Naime, nezavisno od toga da li ispitanik navodi eksperimentatora (1. eksperiment) ili sam reprodukuje daljinu stimulusa (2. eksperiment) efekat anizotropije postoji u svim položajima tela. Posmatrajući nalaze sa nivoa multisenzorne integracije vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija stiče se utisak važnosti svih informacija za očuvanje efekta anizotropije. Međutim, razlike u efektima anizotropije između zadataka postoje samo u sedećem položaju kada ispitanik u zadatku motorne reprodukcije opaža subjektivnu vertikalu gore kao dužu od subjektivne horizontale nego u zadatku navođenja, što ukazuje na značaj proprioceptivnih informacija iz mišića ruku na izraženost efekta anizotropije. U narednim eksperimentima imali smo za cilj da ispitamo pre svega doprinos vestibularnih informacija na pojavu fenomena anizotropije. Naknadni eksperimenti sa gluvim i naglucima ispitanicima (kod kojih se smatra da postoji dugotrajna kompenzacija deprivacije vestibularne funkcije) ukazuju da nezavisno od toga da li se daljine procenjuju u zadatku navođenja (3. eksperiment) ili u zadatku motorne reprodukcije (4. eksperiment) dobijeni rezultati su konzistentni. Naime, u sedećem položaju i položaju ležanja na leđima ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih na subjektivnoj horizontali, kao što u položaju ležanja na leđima daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali. U svim ostalim položajima nezavisno od zadatka ispitanici daljine na pravcima poređenja opažaju kao jednake. Imajući u vidu da se efekat anizotropije javlja samo na pravcima koji uključuju fizičku vertikalu ka zenitu i

fizičku horizontalu nalazi nam nedvosmisleno ukazuju na važnost vestibularnih informacija prilikom opažanja daljine objekta. Ovi rezultati nas navode na pitanje na koje se to dodatne informacije oslanjaju gluvi ispitanici pored vizuelnih i proprioceptivnih kako bi efekat anizotropije opstao samo na pravcu koji uključuju procenu daljine u smeru koji se suprotstavlja sili gravitacije? Naša alternativna objašnjenja su išla u smeru uključivanja u mutisenzornu integraciju i informacije o vrednosti hidrostatičkog pritiska, aktivaciji pojedinih grupa mišića vrata i ruku, kao i o položaju zgloba ruke. Poslednjim eksperimentima smo imali nameru da ispitamo uticaj kratkotrajne deprivacije vestibularnih informacija GVS-om, na efekat anizotropije opažane daljine. Rezultati ukazuju da ispitanici dosledno i u zadatku navođenja (5. eksperiment) i u zadatku motorne reprodukcije (6. eksperiment) daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali u gotovo svim položajima tela. Izuzetak je jedino položaj ležanja na stomaku pri opažanju daljina na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu i to u oba zadatka. I u ovim eksperimentima smo pretpostavili da se ispitanici pored vizuelnih i proprioceptivnih informacija oslanjaju i na informacije o vrednosti hidrostatičkog pritiska, položaju zgloba ruke, aktivaciji mišića vrata i ruku. Svi nabrojani nalazi su ukazali da je značaj vestibularnih informacija u koordinaciji sa vizuelnim i proprioceptivnim od velikog značaja za pojavu efekta anizotropije opažane daljine kao i da je pored pomenutih informacija analiza dodatnih informacija potpomaže očuvanju efekta anizotropije kada neke od inače dostupnih informacija izostanu. Takođe, doslednost ispitanika u opažanju daljine u oba eksperimentalna zadatka ukazuje da ranije pretpostavljeni primat proprioceptivnih informacija mišića ruke nad vizuelnim prilikom sprovođenja akcije usmerene na objekat ipak nije tako izražen.

Ključne reči: anizotropija opažene daljine, subjektivni pravci procene, vestibularne informacije, gluve osobe, galvanska vestibularna stimulacija

Naučna oblast: Psihologija

Uža naučna oblast: Opšta psihologija

UDK broj:

ANISOTROPY OF PERCEIVED DISTANCE AND MULTISENSORY INTEGRATION IN PERIPERSONAL SPACE

Abstract

Scientific knowledge on differences between perceived and physical reality in domain of multisensory perception is presented through numerous phenomena. An example of such phenomenon that plays a main role in this study is the anisotropy of perceived distance. In previous studies, the emphasis was on considering the impact of visual and proprioceptive information (neck muscles) on expression of this phenomenon. Therefore, as the main contribution of this study to the exploration of the anisotropy of perceived distance we saw examination of the vestibular information as well as proprioceptive information of the arm muscles. By varying the type of task (guidance or reproduction), we changed the amount of proprioceptive information available to the respondents when estimating the distance of the stimulus (from the neck muscles or from the neck and arm muscles). By including three groups of respondents in the study, we varied the (non)availability of vestibular information (available – the general population, unavailable for a long time - deaf , currently unavailable - the general population stimulated by galvanic vestibular stimulation (GVS)). By changing the position of respondents when estimating the distance, we varied two frames of reference for determining viewing direction (ground or observer's body). Therefore, as part of the study, we conducted a total of 6 experiments organized in relation to the group of respondents and the type of task. Within each experiment, there were three experimental situations that differed in the position of the respondents' bodies (sitting, supine position or prone position). Bearing in mind that the respondents changed the position of the body when estimating the distance in the analysis of the results, we defined the directions in relation to the body of the respondent: subjective vertical up (direction above the head), subjective vertical down (direction toward the foot) and subjective horizontal (direction in front of respondent at eye level). The first obtained results of the study indicate that in the guidance task (experiment 1) and motor reproduction task (experiment 2) the respondents (general population) almost consistently perceived distances localized on the subjective vertical up as longer, while the distances on the subjective vertical down as shorter than physically equal distances localized on the subjective horizontal. These results lead us to the conclusion that the effect of anisotropy of the perceived distance exists in the peripersonal space as it exists in the extrapersonal space. Namely, whether the respondents guide the experimenter (1st experiment) or reproduce the distance themselves (2nd experiment), the effect of anisotropy exists in all body positions. Observing the findings from the level of multisensory integration of visual, proprioceptive and vestibular information, one gets the impression of the importance of all the named information for preserving the anisotropy effect. However, differences in the anisotropy effect between tasks exist only in the sitting position. Namely, in the motor reproduction task the respondents perceive the subjective vertical up as longer than the subjective horizontal, in relation to the guidance task. This indicates the importance of proprioceptive information, from the arm muscles, on the anisotropy effect. In the following experiments, we aimed to examine the contribution of vestibular information to the occurrence of the anisotropy phenomenon. Experiments with deaf respondents (which are deemed to have long-term compensation for the deprivation of vestibular function) indicate that regardless of whether distances are reproduced in the guidance task (experiment 3) or in the motor reproduction task (experiment 4), the results are consistent. Namely, in the sitting position and the supine position, the respondents perceived the distance on the subjective vertical up as longer than the same distance on the subjective horizontal, just as in the supine position the distance on the subjective vertical down is perceived as shorter than the same distance on the subjective horizontal. In all other positions,

regardless of the task, the respondents perceived the distances in the examined directions as equal. Having in mind that the anisotropy effect occurs only on directions that include the physical vertical to the zenith and the physical horizontal, the findings unequivocally indicate the importance of vestibular information when estimating the distance of an object. These results lead us to the question on what additional information do deaf respondents rely on, in addition to visual and proprioceptive, so that the effect of anisotropy can only occur in a direction that involves estimating distance in a direction opposite to the gravity? Our explanation assumed the inclusion of information about hydrostatic pressure, activation of a particular groups of neck and arm muscles, as well as about the position of the wrist, in the multisensory integration. In final experiments, we intended to examine the effect of short-term deprivation of vestibular information by GVS on the effect of anisotropy of perceived distance. The results show that the respondents consistently perceive the distance on the subjective vertical up as longer and distance on the subjective vertical down as shorter than the same one on the subjective horizontal, in almost all body positions in the guidance task (5th experiment) and the motor reproduction task (6th experiment). The only exception is the prone position when respondents observed the distances on the subjective vertical down as equal to the subjective horizontal, in both tasks. In these experiments, we also assumed that respondents, in addition to visual and proprioceptive information, also relied on information on the value of hydrostatic pressure, the position of the wrist, the activation of the neck and arm muscles. All of the findings listed indicated importance of vestibular information in coordination with visual and proprioceptive information for existence of the anisotropy of perceived distance. The analysis of additional information helps to preserve the anisotropy effect when some of the usually available information is missing.

Keywords: anisotropy of perceived distance, subjective directions of estimation, vestibular information, deaf persons, galvanic vestibular stimulation

Scientific field: Psychology

Scientific subfield: General psychology

UDC number:

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. UVODNA RAZMATRANJA	2
1.2. RAZUMEVANJE ODNOSA OPAŽANJA DALJINE I PLANIRANJA AKCIJE – DOPRINOS VIZUELNIH INFORMACIJA	4
1.2.1. Neuralna osnova vizuelnih informacija pri proceni daljine objekta u fazi planiranja i sprovođenja pokreta	5
1.2.2. Doprinos vizuelnih informacija proceni daljine objekta u fazi planiranja pokreta i izvršavanja motorne radnje usmerene na objekt	7
1.3. RAZUMEVANJE PROCESA OPAŽANJA DALJINE – INTEGRACIJA PROPRIOCEPTIVNIH I VIZUELNIH INFORMACIJA	8
1.3.1. Dominacija proprioceptivnih ili vizuelnih informacija pri planiranju pokreta i opažanju položaja ruke	10
1.3.2. Integracija proprioceptivnih i vizuelnih informacija pri opažanju položaja i daljine objekta	11
1.4. RAZUMEVANJE PROCESA OPAŽANJA DALJINE - DOPRINOS VESTIBULARNIH INFORMACIJA	13
1.4.1. Uloga vestibularnih informacija u proceni daljine objekta	15
1.4.2. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata (osnovne odrednice)	18
1.4.3. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata i doživljaj uspravnog položaja tela	19
1.4.4. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata i procena daljine objekta	21
1.4.5. Osobe sa deprivacijom funkcije vestibularnog aparata kao ispitanici (teškoće i prednosti)	24
1.5. GALVANSKA STIMULACIJA VESTIBULARNOG APARATA	26
1.5.1. Prednosti korišćenja GVS-a u odnosu na klasične tehnike dezorijentacije	27
1.5.2. Korišćenje galvanske stimulacije vestibularnog aparata u istraživačke svrhe	28
1.6. RAZUMEVANJE FENOMENA ANIZOTROPIJE OPAŽENE DALJINE	30
2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA	33
2.1. Predmet istraživanja	33
2.2. Ciljevi istraživanja	34
3. OPŠTI METOD ISTRAŽIVANJA	37
4. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE BEZ DEPRIVACIJE VESTIBULARNOG SISTEMA	43
4.1. ZADATAK NAVOĐENJA (EKSPERIMENT 1)	43
4.1.1. Metod	44
4.1.2. Rezultati	44
4.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja	45
4.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja	47
4.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja	49
4.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	49
4.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	49

4.1.4. Diskusija	49
4.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 2)	51
4.2.1. Metod	51
4.2.2. Rezultati	52
4.2.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije	52
4.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije	54
4.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije	55
4.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	56
4.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	56
4.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka	57
4.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	57
4.2.4.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	58
4.2.5. Diskusija	59
5. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE SA TRAJNOM DEPRIVACIJOM VESTIBULARNOG SISTEMA	61
5.1. ZADATAK NAVOĐENJA (EKSPERIMENT 3)	61
5.1.1. Metod	62
5.1.2. Rezultati	62
5.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja	62
5.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja	63
5.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja	65
5.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	65
5.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	66
5.1.4. Diskusija	66
5.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 4)	67
5.2.1. Metod	68
5.2.2. Rezultati	68
5.2.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije	68
5.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije	69
5.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije	71

5.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	71
5.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	72
5.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka	73
5.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	73
5.2.4.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	74
5.2.5. Diskusija	74
6. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE SA PRIVREMENOM DEPRIVACIJOM VESTIBULARNOG SISTEMA	75
6.1. ZADATAK NAVOĐENJA (EKSPERIMENT 5)	75
6.1.1. Metod	76
6.1.2. Rezultati	76
6.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja	76
6.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja	78
6.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja	80
6.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	80
6.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)	81
6.1.4. Diskusija	81
6.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 6)	82
6.2.1. Metod	82
6.2.2. Rezultati	82
6.2.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije	82
6.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije	84
6.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije	86
6.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	86
6.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)	87
6.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka	88
6.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	88
6.2.4.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije	89
6.2.5. Diskusija	89

7. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE U ZAVISNOSTI OD DOSTUPNOSTI VESTIBULARNIH INFORMACIJA	90
7.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja	91
7.2. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije	93
7.3. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja	95
7.4. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije	95
7.5. Diskusija	96
8. OPŠTA DISKUSIJA	96
8.1. Anizotropija opažene daljine bez deprivacije vestibularnog sistema (prvi i drugi eksperiment)	98
8.2. Anizotropija opažene daljine sa trajnom deprivacijom vestibularnog sistema (treći i četvrti eksperiment)	101
8.3. Anizotropija opažene daljine sa privremenom deprivacijom vestibularnog sistema (peti i šesti eksperiment)	103
8.4. Promena anizotropije opažane daljine u zavisnosti od stepena očuvanosti vestibularnih informacija	105
9. ZAVRŠNA RAZMATRANJA	107
10. ZAKLJUČAK	108
11. LITERATURA	111
12. PRILOZI	119

1. UVOD

Čovekova svakodnevica je ispunjena brojnim motornim aktivnostima među kojima su i one koju su usmerene na manipulaciju objektima. Imajući ovo u vidu može se reći da je bliski prostor tj. prostor u domenu pokreta ekstremiteta onaj koji individua dobro poznaje. Shodno tome, preciznost izvođenja radnji i manipulacija objektima bi trebalo da je upravo u ovom prostoru najbolja. S tim u vezi sprovedena su brojna istraživanja u oblasti vizuelne percepcije sa namerom da se identifikuju faktori od kojih zavisi preciznost izvođenja motornih radnji u bliskom prostoru.

Neke od najčešće izvođenih motornih aktivnosti u bliskom prostoru su koordinisani pokreti ruku pri sprovođenju akcija hvatanja statičkih ili objekata u pokretu. Ove akcije se uvežbavaju od detinjstva i najčešće bivaju vođene čulom vida, jer se u osnovi uspešnog sprovođenja motornih aktivnosti nalazi tačna procena daljine, veličine, oblika i orijentacije objekta. Međutim, postavlja se pitanje doprinosa informacija iz preostalih čula u procesu sprovođenja motornih aktivnosti. Dosadašnja istraživanja su pokazala da vizuelne informacije mogu da budu i uglavnom jesu upotpunjene proprioceptivnim, kinestetičkim i vestibularnim informacijama prilikom sprovođenja motornih aktivnosti usmerenih na hvatanje objekta ili prilikom procene daljine na kojoj se nalazi objekat sa namerom da se posegne za njim (Bagesteiro, Sarlegna & Sainburg, 2006; Blohm, Khan, Ren, Schreiber & Crawford, 2008; Carriot, Cian, Paillard, Denise & Lackner, 2011; Manasnyakorn, Cuschieri & Hanna, 2010).

Iako su brojna ispitivanja vršena iz oblasti multisenzorne integracije informacija prilikom sprovođenja akcije hvatanja ili procene daljine objekta, istraživači se nisu tako predano bavili i pitanjem šta se dešava kada neka od inače dostupnih informacija izostane? Da li iznenadno i kratkotrajno depriviranje prijema pojedinih informacija izaziva oslanjanje na ostale dostupne informacije podjednako, da li se nekoj u odnosu na ostale daje prednost ili se koristi samo jedna od informacija koja pruža najpouzdanije podatke? Takođe, da li se trajni gubitak funkcije nekog prijemnika informacija može u potpunosti kompenzovati korišćenjem preostalih dostupnih informacija prilikom procene daljine objekta nad kojim se želi izvršiti neka aktivnost? Da li neka informacija preuzima prednost pri proceni udaljenosti objekta prilikom procesa hvatanja? Na sva ova i neka dodatna pitanja ćemo pokušati da odgovorimo sprovođenjem serije eksperimenata u kojima će učesnici biti osobe koje su/nisu bile podvrgnute proceduri kratkotrajne deprivacije vestibularne funkcije kao i osobe sa potencijalnom dugoročnom deprivacijom vestibularne funkcije (uzorak gluvih).

Pored glavnog osvrta na istraživanja iz domena procene daljine, biće prikazana i istraživanja koja će upotpuniti sliku nastanka fenomena *anizotropije opažene daljine* (pojam kojim se označava promena opažene daljine na različitim pravcima posmatranja) preko opisa faktora koji mogu da interagiraju sa dominantnim čulnim prijemnicima u situaciji procene. Napominjemo da je brojnost studija koje se baziraju na ispitivanju faktora procene daljine u udaljenom (*ekstrapersonalnom*) prostoru veća od onih koji se bave ovim fenomenom u bliskom (*peripersonalnom*) prostoru, pa će u narednim odeljcima možda biti češće pominjana. Međutim, to svakako ne znači da će preuzeti primat nad činjenicama koje govore o proceni daljine u peripersonalnom prostoru već samo ukazati na potencijalne faktore na koje treba obratiti pažnju jer su u ranijim studijama identifikovani kao važni.

1.1. UVODNA RAZMATRANJA

Zbog kompleksnosti dugih tekstova u kojima je potrebno prikazati relevantne radove vezane za temu, opisati jedinstvenost metodološkog pristupa eksploraciji teme, prezentovati dobijene rezultate, sumirati zaključke i završiti osvrtom na važan naučni doprinos prezentovanih činjenica unapređenju oblasti, naredni redovi će nam poslužiti za upoznavanje sa temom disertacije i određenjem pojmova pomenutih u uvodnim rečenicama, kojima ćemo posvetiti više pažnje u predstojećim poglavljima.

Kako disertacija predstavlja nastavak serije istraživanja o promenama opažene daljine (Tošković, 2004, 2009, 2011, 2015), samo ne u ekstrapersonalnom već u peripersonalnom prostoru, smatramo da je neophodno početi od diferencijacije opaženog prostora na pomenuta dva domena. Ekstrapersonalni prostor se definiše kao dalji vizuelni prostor odnosno prostor koji se nalazi van domašaja ekstremiteta osobe, dok se peripersonalni prostor definiše kao bliži vizuelni prostor, odnosno kao prostor oko tela ispitanika u okviru kog možemo da koristeći ruke manipuliramo objektima (Howard, 2012). Prosečan opseg peripersonalnog prostora se kreće do 70 cm oko tela ispitanika (Holmes and Spence, 2004). Željom da nastavak studije premestimo iz ekstrapersonalnog prostora na peripersonalni imali smo nameru da testiramo zaključke koje je autor izveo iz svojih istraživanja. Zapravo, serija istraživanja Toškovića rezultirala je saznanjem da postoji jasna tendencija ispitanika da daljine na vertikalnom pravcu opažaju kao duže od fizički istih na horizontalnom pravcu. Ova diskrepanca u opaženoj daljini na horizontalnom u odnosu na vertikalni pravac i obrnuto je nazvana anizotropija opažene daljine. Nastanak ovog fenomena je autor objasnio hipotezom o odnosu opaženog napora i daljine. Prema ovoj hipotezi, imaginarni pokret posezanja ka objektu stacioniranom iznad glave se izvodi suprotno dejstvu gravitacione sile, za šta je potrebno uložiti više fizičkog napora. Shodno tome, produžavanje opažene daljine na vertikalnom pravcu ka zenitu pomaže izvođenju akcije. Pošto su rezultati pokazivali da se anizotropija opažene daljine menja u zavisnosti od toga da li ispitanici pri promeni pravca posmatranja pomeraju glavu ili telo, naredna istraživanja su se bavila anizotropijom u svetlu multisenzorne integracije vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija. Multisenzorna priroda anizotropije opažene daljine je naročito važna imajući u vidu hipotezu o odnosu opaženog napora i daljine kojom se objašnjava ovaj fenomen.

Pošto se u disertaciji bavimo ispitivanjem opažaja apsolutne daljine objekta u peripersonalnom prostoru redosled poglavlja u uvodnom delu bi trebalo da kod čitaoca kreira širu sliku teme koja se obrađuje u disertaciji, koja ujedno prati razvoj prethodnih istraživanja anizotropije opažene daljine. Zapravo, pošto su prva istraživanja anizotropije opažene daljine u ekstrapersonalnom prostoru uključivala sistemsko variranje dostupnih vizuelnih informacija (znakova dubine) na različitim pravcima procene, opredelili smo se da u opisu relevantnih informacija za temu disertacije upravo od njih i počnemo. Posle opisa vizuelnih znakova procene apsolutne daljine objekta u prvom poglavlju ćemo se baviti neuralnim studijama koje ukazuju na postojanje odvojenih kortikalnih zona za obradu informacija iz bližeg (peripersonalnog) i udaljenog (ekstrapersonalnog) vizuelnog prostora. Potom smo se usredsredili na bihejvioralne studije koje ističu značaj pojedinih vizuelnih informacija na procene daljine objekta u fazi planiranja pokreta i fazi sprovođenja motorne aktivnosti. Ovaj deo je posebno značajan jer smo fazu planiranja pokreta povezali sa procenom daljine preko hipoteze o odnosu opaženog napora i daljine, kojom se u ekstrapersonalnom prostoru objašnjava anizotropija opažene daljine. Doprinos disertacije vidimo u ispitivanju fenomena anizotropije opažene daljine u peripersonalnom prostoru i to u fazi sprovođenja motorne aktivnosti usmerene na objekat.

Prateći redosled uključivanja senzornih informacija u ispitivanje fenomena anizotropije opažane daljine u prethodnim studijama, drugi deo uvoda je posvećen proprioceptivnim informacijama. Tačnije, posle opisa receptora koji učestvuju u formiranju proprioceptivnih opažaja pažnju smo usmerili na opis tehnika merenja proprioceptivne sposobnosti ispitanika, na osnovu čega se stiče uvid u to koje proprioceptivne informacije ispitanik koristi kako bi procenio položaj npr. ruke kada sprovodi pokret posezanja za objektom. Takođe, posvetićemo se i studijama koje upućuju na smenjivanje pojedinačnog doprinosa vizuelnih i proprioceptivnih informacija prilikom planiranja pokreta usmerenog na dohvatanje objekta. Ovo poglavlje ćemo zaključiti prikazom radova u kojima se u pojedinim eksperimentalnim situacijama izdvaja značaj proprioceptivnih informacija iz mišića ruku u odnosu na vizuelne, dok u drugim eksperimentalnim situacijama primat uzimaju vizuelne informacije pri proceni daljine objekta.

Treće poglavlje uvodnog dela smo posvetili vestibularnim informacijama koje je pretpostavljajući njihov značaj na postojanje efekta anizotropije u svojim radovima počeo da ispituje i Tošković. Posle primarnog osvrta na fiziologiju čula i povezanost vestibularnih sa vizuelnim i proprioceptivnim informacijama prilikom održavanja ravnoteže, usredsredili smo se na istraživanja o doprinosu vestibularnih informacija proceni daljine objekta. U ovom poglavlju smo opisali radove u kojima je akcenat na razlici u opažaju daljine objekta u zavisnosti od pravca na kom je lokalizovan objekat (vertikalni ka zenitu u odnosu na horizontalni). Pomenute razlike u opažaju daljine na vertikalnom u odnosu na horizontalni pravac su bile povezivane sa promenom dejstva sile gravitacije na telo osobe koje registruje vestibularni aparat. Kako smo istraživanjem ove teme naišli i na studije procene daljine u bestežinskom prostoru one su nam dale inicijalnu ideju o razmatranju da se u našu studiju uključe ispitanici koji ne mogu da koriste vestibularne informacije. S tim u vezi smo u narednim delovima poglavlja obradili osnovne informacije o osobama sa nekim vidom deprivacije vestibularne funkcije. Počeli smo etiologijom bolesti i najviše pažnje posvetili radovima u kojima se opisuje kako oslanjanje na preostale dostupne informacije utiče na tačnost procene daljine objekta. Posle dela o nedostacima istraživanja na populaciji ispitanika sa deprivacijom funkcije vestibularnog aparata razmotrili smo i obrazložili alternativnu mogućnost za sprovođenje naše studije, preko privremene deprivacije vestibularnog aparata galvanskom vestibularnom stimulacijom (GVS).

U četvrtom poglavlju smo se osvrnuli na razvoj tehnika za dezorijentaciju ispitanika u različitim naučno-istraživačkim oblastima. Namerom da se izazove kratkorajna deprivacija vestibularnih informacija, a potom ispita procena položaja tela ispitanika, pređeni put, daljina stimulusa itd. uvideli smo prednost GVS tehnike u odnosu na ostale tehnike dezorijentacije ispitanika. Ta prednost se ne uviđa samo u jednostavnosti i skraćenju procedure dezorijentacije ispitanika već i u aktivaciji neuralnih zona u kojima se vrši multisenzorna integracija vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija, što predstavlja najvažniji razlog za uključenje upravo ove tehnike u istraživačku proceduru.

Peto i finalno poglavlje uvodnog dela rada smo posvetili fenomenu anizotropije opažene daljine. Sve opisano u ranijim poglavljima, od neuralne razdvojenosti ekstrapersonalnog i peripersonalnog prostora, preko pojedinačnog i združenog doprinosa vizuelnih i proprioceptivnih informacija proceni daljine u fazama planiranja pokreta i sprovođenja akcije, kao i osvrst na doprinos vestibularnih informacija razlikama u opažaju daljine na različitim pravcima procene, predstavlja okvir za razumevanje fenomena anizotropije opažene daljine. U ovom poglavlju su predstavljena prethodna istraživanja (Tošković, 2004, 2009, 2011, 2015), kroz prikaz metoda, dobijenih rezultata i mogućeg objašnjenja fenomena anizotropije. Sve rečeno uputilo nas je na glavni cilj disertacije, a to je eksploracija fenomena anizotropije u peripersonalnom prostoru. Iako je uvodni deo mogao da počne ovim poglavljem i odmah upozna čitaoca sa ciljem istraživanja, izbor ovakvog redosleda izlaganja naučnih saznanja

vezanih za temu disertacije je posledica afiniteta kandidata da svaku diskusiju na zadatu temu povede putem od pojedinačnih faktora do kompleksnih interakcija.

1.2. RAZUMEVANJE ODNOSA OPAŽANJA DALJINE I PLANIRANJA AKCIJE – DOPRINOS VIZUELNIH INFORMACIJA

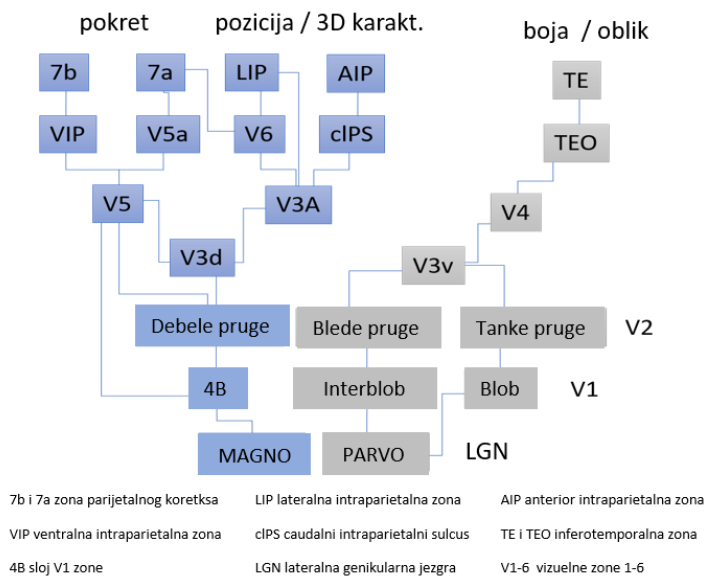
Vizuelni sistem se smatra senzornim sistemom na koji se čovek najviše oslanja pri analizi pristiglih informacija, pre svega zbog visoke pouzdanosti percepta pri oslikavanju fizičke realnosti (Zdravković, 2008). Rukovodeći se time da je vid dominantno čulo istraživači su sprovodili brojne studije iz oblasti vizuelne percepcije koje su se fokusirale na jednu od dve najvažnije funkcije vizuelnog sistema kod čoveka. Prva funkcija se odnosi na proces kreiranja subjektivne realnosti posmatranjem fizičke. Opažanjem objekata i scena u fizičkom svetu osoba kreira vlastite percepte, koji se kasnije koriste za npr. prepoznavanje objekata ili interpretaciju odnosa između objekata. Druga funkcija vizuelnog sistema se odnosi na doprinos u procesu sprovođenja motornih akcija usmerenih ka objektu. Osoba preteći promene koje se dešavaju u fizičkom okruženju, koristeći vizuelne informacije, upravlja motornim aktivnostima. Neki istraživači smatraju da je doprinos vizuelnih informacija pri sprovođenju motornih aktivnosti evolucijski važnija funkcija (Goodale & Humphrey, 1998).

Kako bi se akcija usmerena na objekat uspešno izvela neophodno je da se sa što većom preciznošću proceni daljina na kojoj se objekat nalazi. S tim u vezi treba reći da se vizuelni sistem oslanja na brojne znake opažanja dubine. Prema nekim svojim karakteristikama oni se dele na binokularne i monokularne, na okulomotorne i optičke, statičke i dinamičke, kvalitativne i kvantitativne i na kraju apsolutne i relativne. Naime, poslednja podela se odnosi na to da li znakovi dubine doprinose proceni apsolutne (udaljenost objekta od posmatrača) ili relativne distance (međusobna udaljenost objekata u vizuelnoj sceni). Pošto je procena apsolutne daljine objekta ono što je u fokusu našeg interesovanja pomenućemo samo znake opažanja daljine koji doprinose njenoj proceni. Konvergencija i akomodacija su okulo(motorni) znaci procene dubine. Konvergencija se odnosi na procenu udaljenosti na osnovu informacija o zategnutosti mišića pokretača očne jabučice. Zapravo, fokusiranjem objekta na manjoj udaljenosti raste ugao između linija pogleda oba oka, pa se povećava zategnutost mišića koji pomeraju jedno oko ka drugom. Povećanjem udaljenosti objekta smanjuje se zategnutost mišića, a ujedno i ugao između linija pogleda oba oka dok fokusiraju objekat. Akomodacija očnog sočiva se postiže zatezanjem i opuštanjem očnih mišića. Zatezanjem mišića prilikom fokusa bliskih objekata očno sočivo se ispupči, dok se pri fokusu udaljenih objekata sočivo zaravni. Akomodacija kao i konvergencija pokazuje visoku preciznost prilikom procene daljina na udaljenostima do 2m. Naredni znak opažanja daljine je poznatost veličine. Doprinos ovog faktora se ogleda u situacijama kada nam ostali znaci procene dubine nisu dostupni, ali nam je od ranije poznata veličina objekta. Udaljavanjem objekta od nas njegova slika na mrežnjači se smanjuje, mi ne opažamo da je objekat manji već da je na većoj udaljenosti. Poslednji znak opažanja dubine koji ćemo opisati je oštrina slike. Oštrina slike je pokazatelj udaljenosti objekta u situacijama kada je dobro osvetljenje i to tako da što je objekat bliže posmatraču percept objekta je izoštreniji (ima oštre ivice). Količina zamućenosti je direktno proporcionalna udaljenosti objekta (Zdravković, 2008). Upoznavanje sa doprinosom pojedinih znakova opažanja dubine kroz prikaz različitih verzija eksperimentalnih procedura ćemo nastaviti pošto se posvetimo neutralnoj osnovi rada vizuelnog sistema. Naglasak će biti na opisu neurona koji se aktiviraju kada postoji aktivnost u peripersonalnom prostoru, posle čega ćemo se posvetiti prikazu istraživanja u kojima se govori o doprinosu vizuelnih informacija fazi planiranja i fazi izvođenja pokreta usmerenog na objekat.

1.2.1. Neuralna osnova vizuelnih informacija pri proceni daljine objekta u fazi planiranja i sprovođenja pokreta

Istraživanja ukazuju da postoje dva neuralna puta obrade vizuelnih informacija. Informacije vezane za osobine objekta obrađuju se na takozvanom ventralnom putu, dok se informacije vezane za lokalizaciju objekta u prostoru obrađuju na dorzalnom putu (Ungerleider & Mishkin, 1982). Takođe, vizuelna kontrola motornih radnji oslanja se na dorzalni put i uključuje parijetalni lobus i motorni korteks. Pored percepcije pokreta i pozicije objekta parijetalni korteks ima važnu ulogu i u obradi trodimenzionalnih karakteristika objekta dobijenih posredstvom binokularne dispartnosti (Hubel & Livingstone, 1987; Poggio, Gonzalaz & Krause, 1988; Zeki, 1978; Felleman & Van Essen, 1987). Stoga, ventralni put ima važnu ulogu u stvaranju reprezentacije sveta i objekata koji okružuje individuu, dok dorzalni put posreduje između informacija o objektu i vizuelne kontrole akcije usmerene ka objektu (Goodale & Milner, 1992). Ipak, treba naglasiti da se ova dva vizuelna puta međusobno ne isključuju (videti sliku 1). Treba ih posmatrati kao komplementarne puteve sa naglaskom da su orijentisani na različite vizuelne funkcije (Goodale & Humphrey, 1998).

U okviru istraživanja obrade vizuelnih informacija na dorzalnom putu, uočene su dve vrste neurona koje su vezane za pokrete očiju. Jednu vrstu čine neuroni vizuelne fiksacije koji su aktivirani prilikom fiksacije statičnih objekata i pronađeni su na široj površini zone 7a (Sakata, Shibutani & Kawano, 1980). Neuroni vizuelnog praćenja su druga vrsta neurona koji se aktiviraju prilikom praćenja objekata u pokretu (Sakata, Shibutani & Kawano, 1983). Neuroni vizuelne fiksacije se dele na one kojima se registruje daljina, zatim pozicija fiksacione tačke i na kraju pravac pogleda (Sakata, Shibutani & Kawano, 1980; Sakata, Shibutani, Kawano, & Harrington, 1985). Većina neurona koji registruju daljinu stimulusa (*depth-selective neurons*) reaguju na objekte koji su na manjoj udaljenosti. Njihova aktivnost se postepeno povećava kako se razdaljina između očiju posmatrača i objekta smanjuje, a ugao konvergencije očiju i stepen akomodacije sočiva povećava. Jedan manji deo neurona reaguje i na udaljene stimuluse i to tako da se njihova aktivnost postepeno povećava kako se povećava udaljenost stimulusa od očiju posmatrača u rasponu od 2 do 3 metra (Sakata, Taira, Kusunoki, Murata & Tanaka, 1997). Ovaj nalaz ukazuje na postojanje odvojenih zona za obradu informacija o objektima u peripersonalnom i ekstrapersonalnom prostoru.



Slika 1. Šematski prikaz povezanosti zona u vizuelnom korteksu (preuzeto iz Sakata, Taira, Kusunoki, Murata & Tanaka, 1997)

Ako se fokusiramo na peripersonalni prostor treba pomenuti nalaz istraživanja u kom su otkrivene dve grupe neurona koje su povezane sa sprovođenjem akcija koje su vođene vidom. Jedna grupa neurona registruje pokrete ruke pri posezanju ka objektu (*arm-projection (reaching) neurons*), a druga manipulaciju rukom (*hand-manipulation neurons*) (MacKay, 1992). Istraživači su variranjem zadataka i uslova u eksperimentalnim situacijama uspeali da diferenciraju iz grupe neurona zaduženih za manipulaciju rukom tri podgrupe neurona. Izvršavajući različite motorne zadatke kao što su pritiskanje tastera, povlačenje poluge na svetlosti i u mraku ili vizuelnom fiksacijom objekta istraživačima je pružena prilika da u IPS (intraparijetalnom sulkusu) vizuelnoj zoni kod majmuna detektuju neurone koji se aktiviraju pri izvođenju ovih rutinskih aktivnosti. Prvo detektovana je dominantno motorna grupa neurona (*motor-dominant neurons*). Oni se aktiviraju podjednako bez obzira da li je motorni zadatak vršen u mraku ili na svetlosti. Međutim, prilikom vizuelne fiksacije objekta ovi neuroni uopšte nisu bili aktivni. Drugu grupu neurona čine objektni vizuelno-motorni neuroni (*object-type visual-and-motor neuron*) koji su bili više aktivirani kada se zadatak izvršavao na svetlosti kada se ruka koja se pomera vidi, nego u mraku. Takođe, prilikom vizuelne fiksacije objekta oni su pokazali neznatnu aktivaciju. Treću grupu neurona čine objektni vizuelno-dominantni neuroni (*object-type visual-dominant neuron*) koji nisu bili aktivni prilikom pokretanja ruke u mraku, ali su pokazali izuzetno visoku aktivnost prilikom vizuelne fiksacije objekta (Sakata, Taira, Kusunoki, Murata & Tanaka, 1997).

Postojanje velikog broja i grupa neurona u vizuelnom korteksu koji se aktiviraju prilikom izvršavanja motornih radnji kao što su hvatanje, posezanje za objektom ili posmatranje ruke koja izvršava neku motornu radnju, ukazuje na evolucijsku važnost ove funkcije. Još jedna važna činjenica koju ne treba zanemariti je to da su sve pomenute grupe neurona lokalizovane u vizuelnoj zoni koja je povezana sa F5, zonom ventralnog premotornog korteksa. Ova zona je poznata i kao zona u kojoj su lokalizovani neuroni hvatanja rukom (*grasping-with-hand neurons*) (Sakata, Taira, Kusunoki, Murata & Tanaka, 1997).

1.2.2. Doprinos vizuelnih informacija proceni daljine objekta u fazi planiranja pokreta i izvršavanja motorne radnje usmerene na objekt

Posle prikaza studija kojima je fokus neuralna osnova procene daljine objekta u narednim redovima ćemo više pažnje posvetiti istraživanjima koja imaju za cilj bihevioralne obrasce procene apsolutne daljine objekta. Kako je naše interesovanje usmereno na prostor u domenu pokreta ekstremiteta fokusirali smo se na tu podgrupu istraživanja. Pregled postojeće literature nas je usmerio ka zaključku da je konvergencija, kao jedan od znakova opažanja dubine, najčešće pominjana u kontekstu najvećeg doprinosa tačnosti opažanja apsolutne daljine objekta u peripersonalnom prostoru. Ipak, treba oprezno navesti da je ona izdvojena kao dominantan faktor u pojedinim eksperimentalnim situacijama. Naime, nalazi ukazuju da konvergencija ima dominantnu ulogu u proceni daljine objekta u situacijama kada je količina znakova za procenu daljine redukovana (Howard, 2012; Foley & Held, 1972; Mon-Williams & Tresilian, 1999), da ima važnu ulogu u proceni daljine objekta na udaljenostima u opsegu od 10cm do 2m (Mon-Williams & Tresilian, 1999), da su za udaljenosti u opsegu od 25cm do 40cm greške u proceni daljine oslanjanjem na konvergenciju u proseku bile 1.65cm (Swenson, 1932), da se uloga konvergencije znatno smanjuje ako eksperimentalni uslovi obezbeđuju dovoljno retinalnih znakova za procenu daljine objekta (Mon-Williams & Tresilian, 1999). Takođe, uviđaju se pravilnosti u proceni daljine objekta u peripersonalnom prostoru kada se ispitanik oslanja na konvergenciju i to tako da se kraće distance potcenjuju, a duže precenjuju (Foley & Held, 1972; Mon-Williams & Tresilian, 1999).

Kako se iz ranijih navoda može primetiti naše zalaganje za razumevanje doprinosa vizuelnih informacija proceni daljine se ne svodi samo na situacije kada se planira pokret već i situacije kada se planirani pokret realizuje npr. posezanjem ka objektu ili njegovim hvatanjem. Tako smo uočili da se prilikom sprovođenja akcije hvatanja objekta u peripersonalnom prostoru prednost daje binokularnim informacijama u odnosu na monokularne. Binokularno viđenje stimulusa pre izvođenja pokreta izaziva facilitaciju koordinacije momenta hvatanja objekta u odnosu na situaciju kada su sve vreme pri izvođenju pokreta prisutne samo monokularne informacije (Servos & Goodale, 1994). Takođe, ustanovljeno je i da je vreme posezanja duže, brzina hvatanja manja kao i veličina finalnog otvora šake pri dohvatanju objekta kada su dostupne samo monokularne u odnosu na situaciju kada su dostupne binokularne informacije (Servos, Goodale, & Jakobson, 1992). Svakako treba pomenuti doprinos povratne vizuelne informacije (*visual feedback*) na tačnost procene daljine. Vizuelna povratna informacija se odnosi na viđenje ruke koja je u pokretu prilikom izvršavanja motorne aktivnosti. Važnost ove informacije se ogleda u korekciji pravca pokreta ruke usmerene ka objektu. Štaviše, nalazi ukazuju da se prilagođavanje pokazivanja rukom ka objektu koji je iznenada bočno izmešten odvija bez svesnog učešća pažnje i izvodi se u periodu do 117ms (Sanders & Knill, 2005; Prablanc & Martin, 1992). Dakle, doprinos vizuelnih informacija za sprovođenje motornih radnji se ne završava uvek tačnom procenom apsolutne udaljenosti ukoliko ispitanici ne koriste sve resurse za prijem informacija (binokularne informacije) o udaljenosti objekta ili položaju ruke u toku sprovođenja akcije. Zapravo, možemo pretpostaviti da je interakcija vizuelnih sa proprioceptivnim informacijama ta koja dovodi do postizanja željenog cilja tj. tačne procene udaljenosti objekta. Korekcijom pravca pokazivanja ili posezanja ka objektu proprioceptivne informacije nadopunjuju vizuelne.

Nadovezujući se na nalaze ranijih studija u nastavku ćemo prikazati rezultate istraživanja procene daljine u eksperimentu sa virtuelnom realnošću. Ispitanici su za vreme učestvovanja u eksperimentu nosili naočare za virtuelnu realnost, a u ruci su imali komandnu palicu za navođenje virtuelne ruke (džojstik). U istraživanju je prvi zadatak ispitanika bio da navođenjem virtuelne ruke reprodukuju šablon

koji su videli. Međutim, prilikom obavljanja zadatka eksperimentator je kontrolisao neslaganje između realnog položaja ispitanikove ruke (proprioceptivne informacije) i položaja virtualne ruke (vizuelne informacije). U ovom zadatku eksperimentator zapravo beleži da li su i kada ispitanici opazili da se položaj virtualne ruke razlikuje od položaja njihove ruke. U drugom zadatku ispitanik klikom na taster komandne palice pokreće virtualnu ruku koja se neujednačenom brzinom kreće ka virtualno prezentovanom objektu (sto ili zid) sa ciljem da ponovnim klikom na taster zaustavi ruku kada ona “dođe u kontakt” sa objektom. Rezultati istraživanja ukazuju da su ispitanici preciznije detektovali dubinu na kojoj se prezentovani objekti međusobno dodiruju (virtualna ruka i sto), dok su bili manje osetljivi pri detektovanju senzornog neslaganja (registrovanje trenutka kada se vizuelne informacije ne poklapaju sa proprioceptivnim). Usklađivanje optimalnog neslaganja prilikom prikaza vizuelnih i proprioceptivnih informacija, koje ispitanik ne primećuje, može biti od velike koristi za unapređenje rada u virtualnoj realnosti (Burns, Razzaque, Panter, Whitton, McCallus & Brooks, 2005). Dakle, ovi podaci ukazuju da ispitanici nisu mnogo osetljivi na konflikt vizuelno-proprioceptivnih informacija. Prema drugim studijama optimalni vremenski razmak za prezentaciju vizuelnih i proprioceptivnih informacija koje treba da se opaze kao jedinstven doživljaj prilikom vožnje iznosi 150-300ms za simulatore vožnje aviona, dok je za motorna vozila svega 50ms (Kemeny, 1999).

Možemo zaključiti da je za tačnost procene apsolutne udaljenosti objekta, nad kojim se planira i sprovodi neka motorna aktivnost, poželjno da su nam dostupne binokularne informacije i to pre svega konvergencija, da je poželjno imati i mogućnost da se pokret koji je usmeren ka objektu vidi kako bi se vizuelne povratne informacije o položaju ruke zajedno sa proprioceptivnim informacijama integrisale u cilju formiranja što tačnije procene apsolutne daljine objekta.

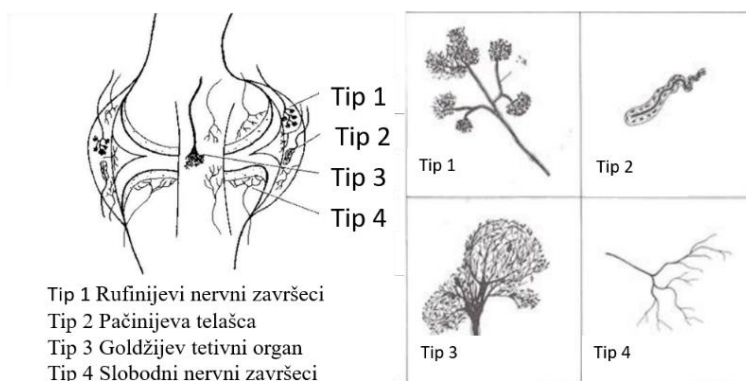
1.3. RAZUMEVANJE PROCESA OPAŽANJA DALJINE - INTEGRACIJA PROPRIOCEPTIVNIH I VIZUELNIH INFORMACIJA

Informacije o položaju tela u prostoru ili položaju nekih delova tela u odnosu na druge se dobijaju iz proprioceptivnih receptora koji su lokalizovani u mišićima, zglobovima, tetivama i koži (Hillier, Immink & Thewlis, 2015; Proske & Gandevia, 2012).

Prva naučna saznanja o postojanju receptora koji mehaničke podražaje mišića prevode u nervne impulse koji se aferentnim nervnim vlaknima prenose do centralnog nervnog sistema formirajući svest o položaju i orijentaciji tela u prostoru i pokretljivosti tela i udova datiraju iz 1900. godine. Tada je Šerrington ukazao na postojanje 4 modaliteta mišićne osetljivosti: doživljaj uspravnog položaja tela (*posture*), pasivna pokretljivost, aktivna pokretljivost i otpor pri izvođenju pokreta (Sherrington, 1906 prema Matthews, 1982). Pored toga, smatra se da je tada prvi put i upotrebljen pojam proprioceptija. Tačnije, još 1830. godine je Čarls Bel govorio o “šestom čulu” misleći na opažaj položaja vlastitog tela u prostoru i pokretljivost udova, ali je tek 70 godina kasnije upotrebljen pojam proprioceptija. Termin je nastao spajanjem latinske reči *proprius* (svoj) i reči *perceptio* (opažaj) što je u bukvalnom prevodu imalo značenje “opažaj vlastitog sebe” (Han, Waddington, Adams, Anson & Liu, 2016). Iako je termin proprioceptija prihvaćen od strane naučne i stručne javnosti često se dešava da se umesto njega koriste sinonimi među kojima je najčešće korišćen pojam kinestezija. Prema Bertozu kinestezija je opažaj pokretljivosti ekstremiteta, a nastaje intregacijom proprioceptivnih (opažaj položaja i brzine), vizuelnih i vestibularnih informacija kao i informacija iz receptora kože (Berthoz, 2000 prema Hillier, Immink & Thewlis, 2015). Međutim, proprioceptija se najčešće definiše kao sposobnost integracije informacija iz

mehanoreceptora sa ciljem formiranja opažaja o položaju tela i izvođenju pokreta u prostoru, promeni položaja tela ili ekstremiteta, opažaja brzine izvođenja pokreta kao i opažaja mišićnog napora ili sile. Prijem informacija iz receptora čini fiziološku osnovu ove sposobnosti, dok psihološku osnovu čini uspešnost osobe da interpretira integrisane informacije u zavisnosti od prethodnog iskustva (Han, Waddington, Adams, Anson & Liu, 2016; Ogard, 2011).

Primarni proprioceptivni receptori su lokalizovani u posebnim vlaknima vretenastih mišića koji registruju promenu dužine i brzinu kontrakcije mišića. Opažaj pravca pomeranja ekstremiteta se formira analizom pristiglih informacija o skraćenju (fleksija) ili izduženju (ekstenzija) pojedinih mišića. Pored primarnih postoje i sekundarni proprioceptivni receptori. Oni su lokalizovani u zglobovima i njihova uloga je vezana za opažaj pozicije zgloba (videti sliku 2). Rufinijevi nervni završeci se nalaze u kapsuli, ligamentima i meniskusima zgloba. Oni su sporoadaptirajući receptori sa niskim pragom osetljivosti na mehaničke podražaje kojima se prenose informacije o statičkom položaju zgloba kao i o brzini i amplitudi rotacije zgloba. Pačinijeva telašca se nalaze u dubljim slojevima zgloba, brzo se adaptiraju na mehaničke podražaje i imaju nizak prag osetljivosti, što ih čini tipičnim dinamičkim mehanoreceptorima. Imajući ovo u vidu oni se ne aktiviraju kada se osoba nalazi u stanju mirovanja. Međutim, veoma su osetljivi na promenu brzine izvođenja pokreta (akceleracija i dekceleracija), ali ne mogu da registruju rotaciju koja se vrši konstantnom brzinom. Drugi dinamički mehanoreceptori su Goldžijevi tetivni organoliki završeci koji se nalaze u ukrštenim, pobočnim ligamentima i meniskusima zgloba. Oni su sporoadaptirajući receptori sa visokim pragom osetljivosti. Potpuno su neaktivni kada se zglob ne pomera, ne registruju pomeranja u srednjem opsegu, ali registruju ekstremne položaje zgloba u odnosu na njegov fiziološki opseg. Slobodni nervni završeci se nalaze u skoro svim delovima zgloba i njihova glavna uloga je da se aktiviraju prilikom dejstva jakih mehaničkih sila koje mogu da izazovu povrede ili hemijskih jedinjenja koja mogu da izazovu upalne procese. Na posletku se može napomenuti da receptori koji se nalaze u koži takođe učestvuju u formiranju proprioceptivnih opažaja tako što zatezanje kože na zglobovima prstiju, laktova i kolena doprinosi opažaju pozicije zgloba (Hillier, Immink & Thewlis, 2015; Proske & Gandevia, 2012). Za razliku od prethodnih opažaja koji su se formirali na osnovu informacija prenešenih aferentnim putem (od receptora do centralnog nervnog sistema) opažaj mišićnog napora se formira posredstvom eferentnih komandi poslatih mišićima. Tačnije, opažaj mišićnog napora je specifičan po tome što se ne može javiti prilikom pasivnog pomeranja ekstremiteta već isključivo izvršenjem motorne radnje.



Slika 2. Prikaz proprioceptivnih receptora lokalizovanih u zglobu i mišiću (preuzeto sa <https://slideplayer.com/slide/16577582/>)

Kako bi se ispitali različiti domeni proprioceptivne sposobnosti ispitanici su podvrgavani različitim tehnikama testiranja. Prvom tehnikom se meri sposobnost detekcije promene položaja usled pasivnog pomeranja (*threshold to detection of passive motion*). Zadatak ispitanika je bio da pritisne taster kada opazi da mu je deo tela pomeren ili kada opazi promenu pravca pokreta. Kako bi se ispitala proprioceptivna osetljivost za vreme pasivnog pomeranja markiranog dela tela, ispitanicima se stavi povez preko očiju, slušalice na uši i vazdušni jastuci oko tela. Na ovaj način je ispitanik onemogućen da koristi vizuelne, taktilne ili auditivne informacije u testovnoj situaciji. Drugom tehnikom se meri sposobnost aktivnog reprodukovanja pasivno zadatog položaja zgloba (*joint position sense* ili *joint position matching*). Glavni zadatak se svodi na: reprodukciju pasivno zadatog položaja zgloba pomeranjem istog ekstremiteta iz inicijalnog položaja u zadati ili uparivanje zadatog položaja zgloba jednog ekstremiteta pomeranjem drugog ekstremiteta u zadati položaj zgloba. I u ovoj situaciji je ispitanik onemogućen da koristi neke senzorne informacije. Treća tehnika nije tako često u upotrebi, ali je svakako treba pomenuti jer se njom vrši procena sposobnosti diskriminacije opsega aktivnog pokreta (*active movement extent discrimination assessment*). Zadatak ispitanika je da posle upoznavanja procedure i aparature za testiranje, prolazeći kroz sve vrste i nivoe zadataka, pokuša da posle svakog izvođenja pokreta na skali od 1 do 5 da procenu npr. težine izvedenog pokreta ili daljine sprovedenog pokreta. Prilikom procene ispitanici nemaju povratne informacije o tačnosti procene pa se od početka oslanjaju samo na svoju memoriju tj. na pokušaj memorisanja prezentovanih stimulusa u početnoj fazi testiranja. Ipak u ovom zadatku je ispitaniku omogućeno da koristi ostale čulne modalitete prilikom procene što može da bude olakšavajuća okolnost jer se nedostatak povratne informacije može na neki način redukovati pažljivom analizom informacija iz više čula (Han, Waddington, Adams, Anson & Liu, 2016; Matijević, 2014). Treba naglasiti da aktivno ili profesionalno bavljenje sportom pozitivno utiče na proprioceptivnu sposobnost (Matijević, 2014; Proske & Gandevia, 2012; Han, Waddington, Adams, Anson & Liu, 2016) što još jednom ukazuje da se ova sposobnost ne može svesti samo na aferentne prenose podataka sa periferije već da važnu ulogu igra centralno procesiranje multisenzornih informacija kao i slanje eferentnih signala za sprovođenje pokreta.

Dakle, važnost proprioceptivnih informacija je evidentna u svim situacijama kada treba sprovesti neku motornu aktivnost. Na osnovu toga pretpostavljamo da i planiranje sprovođenja neke motorne aktivnosti zahteva analizu dostupnih proprioceptivnih informacija i njihovu integraciju sa ostalim senzornim informacijama.

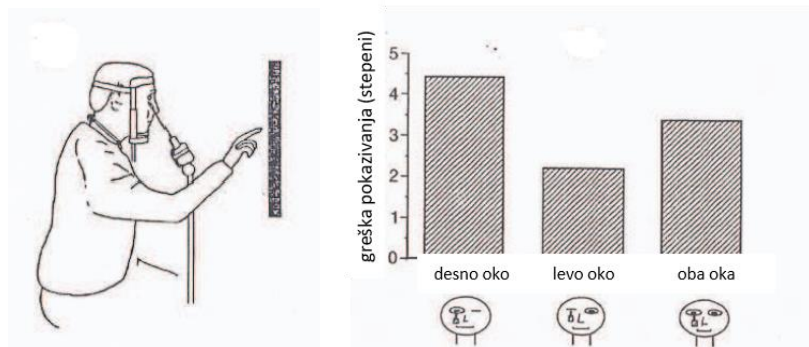
1.3.1. Dominacija proprioceptivnih ili vizuelnih informacija pri planiranju pokreta i opažanju položaja ruke

Imajući u vidu da se izvođenje motornih radnji kod osoba očuvanog vida oslanja na vizuelne informacije, postavlja se pitanje koliko proprioceptivne informacije iz mišića ruku doprinose tačnosti sprovođenja pokreta usmerenih ka objektu. U jednoj vrsti istraživanja, ispitanici procenjuju statični položaj vlastite ruke koristeći se vizuelnim i proprioceptivnim informacijama. Međutim, procena položaja ruke se oslanja na vizuelne informacije koje su izmenjene korišćenjem optičkih prizmi. Rezultati istraživanja ukazuju da su ispitanici imali subjektivni doživljaj da je ruka lokalizovana na poziciji koja je između vizuelnih i proprioceptivnih informacija o realnom položaju ruke, ali ipak bliže poziciji sugerisanoj vizuelnim informacijama (Warren & Cleaves, 1971). Do sličnih rezultata se došlo i prilikom izmene proprioceptivnih informacija o položaju ruke, tj. lokacija ruke je opet opažena između dva položaja, ali bliže vizuelno sugerisanoj lokaciji (DiZio, Lathan & Lackner, 1993; Lackner & Levine,

1979). Suprotno tome, u eksperimentalnoj proceduri u kojoj se ispituje pokret hvatanja, uz izmenu (distorziju) vizuelnih ili proprioceptivnih informacija, opažena lokacija ruke je bliža onoj koju sugerišu proprioceptivne informacije. U ovakvoj proceduri, u kojoj ruka nije statična, proprioceptivne informacije su se pokazale kao značajniji indikatori startne pozicije ruke, koja prethodi momentu hvatanja (Rossetti, Desmurget & Prablanc, 1995). Istraživači zaključuju da se ispitanici dominantno oslanjaju na vizuelne informacije pri planiranju pokreta ruke ili kada se procenjuje statični položaj ruke. Sa druge strane, proprioceptivne informacije su važnije od vizuelnih kada učestvuju u trenutnoj (*on line*) korekciji pokreta ruke koju ispitanici ne vide ili kada se ona brzo, u jednom pokretu, kreće ka ciljanoj lokaciji (Bagesteiro, Sarlegna & Sainburg, 2006). Dodatnim istraživanjima procesa planiranja pokreta usmerenog na dohvatanje objekta je stečen uvid u postojanje dve faze ovog procesa u kojima se smenjuje dominacija vizuelnih nad proprioceptivnim informacijama i obrnuto. U prvoj fazi vizuelne informacije uzimaju primat pri analizi pozicije ruke, poziciji mete i uslova u okruženju na osnovu kojih se kreira plan kretanja ruke. U drugoj fazi je evidentna dominacija proprioceptivnih informacija. U ovoj fazi se već postojeći plan kretanja ruke transformiše u neuralne impulse koji se šalju mišićima ruke koja primenom određene sile sprovodi željeni pokret (Sarlegna & Sainburg, 2009).

1.3.2. Integracija proprioceptivnih i vizuelnih informacija pri opažanju položaja i daljine objekta

Saznanja o tome da se ispitanici oslanjaju na proprioceptivne informacije pri izvođenju planiranog pokreta je doprinela razvoju hirurških tehnika kao što je HALS (*Hand-assisted laparoscopic surgery*). Ova tehnika se karakteriše time što hirurg inkorporira jednu ruku u telo pacijenta dok drugom koristi laporoskopse instrumente. Poređenjem tačnosti i vremena izvođenja zadatka HALS i standardnom laporoskopskom tehnikom uviđa se povećanje tačnosti a smanjenja vremena potrebnog za izvođenje zadataka procene dubine upravo HALS tehnikom. Naime, pored standardne dvodimenzionalne slike na ekranu hirurzima znatno olakšava posao procene dubine to što imaju i proprioceptivne informacije iz mišića ruku (Manasnayakorn, Cuschieri & Hanna, 2010). Važnost proprioceptivnih informacija mišića oka i mišića ruke se uviđa i u situaciji kada treba pokazati na mesto u prostoru gde je prethodno prezentovan stimulus meta. U eksperimentalnim uslovima su ispitanici bili podvrgnuti vibraciji mišića oka (vibracijom je tretirano svako oko pojedinačno). Ispitanicima je u frontalnoj ravni prezentovan stimulus meta u trajanju od 3s a simultano sa njim je aplikovana i odgovarajuća vibracija (videti sliku 3). U zavisnosti od mesta aplikovanja vibracije kod ispitanika se izaziva iluzija pomeranja mete nagore, nalevo, nadesno ili nadole. Rezultati su ukazali da je vibracijom mišića samo jednog oka, koje ujedno i prima vizuelne informacije jer je drugo oko zatvoreno, efekat iluzije najjači kao i greška pokazivanja rukom ka objektu (videti sliku 3). Nešto slabiji iluzorni efekat i greška pokazivanja se javljaju kada je jedno oko podvrgnuto vibraciji dok oba oka primaju vizuelne inpute. Najslabiji efekat se javlja kada se izaziva vibracija mišića jednog oka (koje je zatvoreno) dok drugo oko prima vizuelne informacije. Ono što je interesantno je to da je iluzija pokreta uvek registrovana. Dakle, istraživači pretpostavljaju da je greška pokazivanja rukom ka meti najmanja kada su ispitanici koristili neizmenjene vizuelne informacije o položaju mete (korišćenjem oka koje nije podvrgnuto vibraciji), jer su se lažne proprioceptivne informacije iz mišića zatvorenog oka (izazvane vibracijom) potirale proprioceptivnim informacijama iz mišića ruke koja pruža adekvatnu povratnu informaciju prilikom pokazivanja ka objektu (Roll, Roll & Velay, 1991).



Slika 3. Prikaz eksperimentalne situacije i rezultata istraživanja Rola i saradnika (preuzeto iz Roll, Roll & Velay, 1991)

Pokušaj da se ispita doprinos vizuelnih i propioceptivnih informacija pri proceni apsolutne daljine u peripersonalnom prostoru (obuhvaćene su samo udaljenosti od 15cm do 30cm) je rezultirao saznanjima da u situaciji kada su vizuelne informacije redukovane (samo informacije o konvergenciji su dostupne) propioceptivne informacije iz mišića ruku uzimaju primat pri proceni daljine. Oslanjanjem na sve dostupne vizuelne informacije, a pre svega na retinalnu sliku, važnost propioceptivnih informacija iz mišića ruku znatno opada. Takođe, treba navesti i to da se oslanjanjem samo na konvergenciju prilikom procene apsolutne daljine objekta, bliži objekti čine daljim nego što realno jesu, dok se dalji čine bližim (Plooy, Tresilian, Mon-Williams & Wann, 1998). U jednoj studiji je ispitivan doprinos vizuelnih i propioceptivnih informacija na procenu apsolutne daljine objekta u peripersonalnom prostoru na vertikalnom i horizontalnom pravcu. Zadatak ispitanika je bio da reprodukuju daljinu pomeranjem objekta mete na vertikalnom pravcu na istu udaljenost na kojoj su pre toga mogli da dohvate identičan objekat na horizontalnom pravcu. Pri narednim procenama pravac reprodukcije daljine i pravac na kom se nalazio objekat meta su bili rotirani. U vezi s tim naglašavamo da su se ispitanici koristili vizuelnim informacijama i propioceptivnim informacijama iz mišića ruke, dok su nošenjem poveza preko očiju bili onemogućeni da koriste vizuelne informacije o trenutnom položaju ruke prilikom procena (*visual feedback*). Rezultati ukazuju da se daljine iznad ispitanika procenjuju kao duže od fizički istih udaljenosti na horizontalnom pravcu (Jovanović, 2014). Ovaj nalaz je u skladu sa rezultatima koji se dobijaju u ranijim studijama kada ispitanici reprodukuju daljinu stimulusa navodeći eksperimentatora da to uradi umesto njih oslanjajući se samo na vizuelne informacije prilikom procene daljine (Tošković, 2004), što ukazuje na robusnost fenomena anizotropije opažene daljine (promena opažene daljine na različitim pravcima posmatranja), kom će u nastavku biti posvećeno posebno poglavlje.

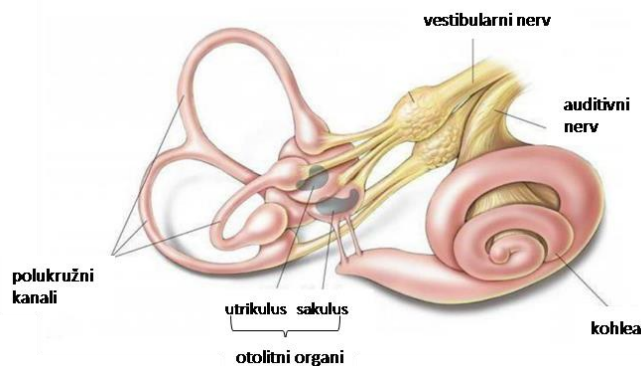
Dakle, ukoliko i vizuelne i propioceptivne informacije izazivaju promene u opažanju daljine objekta u zavisnosti od pravca procene, postavlja se pitanje da li se korišćenjem obe grupe informacija naglašava ili umanjuje uočeni efekat ili pažnju treba usmeriti na još neke informacije? Na ovo pitanje ćemo pokušati da odgovorimo prikazom činjenica i rezultata istraživanja koja pored vizuelnih i propioceptivnih u procenu daljine objekta uključuju i obradu vestibularnih informacija. Kako bi se stekla celovita slika o ulozi vestibularnih informacija na procenu daljine počecemo naredne redove uopštenim činjenicama o vestibularnom aparatu pa ćemo se fokusirati na pojedinosti koje su zaokupile našu pažnju, jer potencijalno mogu da objasne pojedinosti koje su u ranijim studijama procene daljine ostale nedorečene.

1.4. RAZUMEVANJE PROCESA OPAŽANJA DALJINE - DOPRINOS VESTIBULARNIH INFORMACIJA

Vestibularni aparat predstavlja organ čula ravnoteže. Nalazi se u unutrašnjem uhu i čine ga otolitni organi i polukružni kanali (videti sliku 4). Doživljaj ravnoteže se definiše kao sposobnost kontrole vlastitog centra gravitacije u odnosu na podlogu sa ciljem zadržavanja uspravnog položaja tela (Fuchs, 2018). Zadržavanje uspravnog položaja tela u stanju mirovanja naziva se statička ravnoteža, a pri kretanju dinamička ravnoteža.

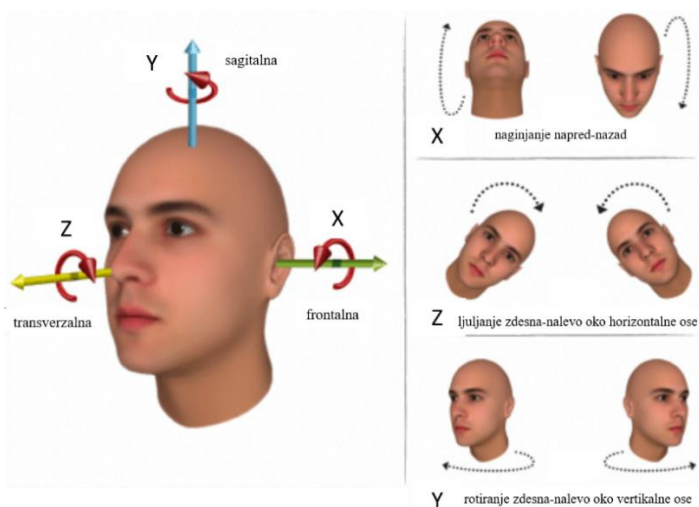
Evolucijski posmatrano prvi se razvio statički deo vestibularnog aparata. U mračnim morskim dubinama bez kontakta sa čvrstom podlogom i svetlošću kod mekušaca se razvija čulo ravnoteže koje omogućava organizmu da stoji uspravno, ali i da se pravolinijski kreće. Tačnije, razvile su se primitivne neuroepitelijalne čulne ćelije koje registruju pravac dejstva sile zemljine teže i linearno ubrzanje u horizontalnoj i vertikalnoj ravni. Kod čoveka one su smeštene u dva odvojena otolitna organa sakulus i utrikulus. Imajući u vidu da se najprimitivniji oblik vestibularnog aparata (statički deo) formira kada i centralni nervni sistem (CNS), prvi je i uspostavio vezu za CNS-om što ga čini filogenetski najstarijim čulnim modalitetom. Posmatrano kroz ontogenetski razvoj, važnost vestibularnog aparata za život čoveka je tolika da se on već na polovini intrauterinog života u potpunosti razvija (Fife et al., 2000). Šta čini senzorni neuroepitelijum statičkog dela vestibularnog aparata? Čine ga makule koje su smeštene u utrikulusu i sakulusu. Makule su ispunjene otolitima, kalcijum karbonatnim česticama, kroz koje receptivne trepljaste ćelije registruju pomeranje glave u prostoru i to tako da se u makuli utrikulusa registruje linearno kretanje u horizontalnoj ravni, a u makuli sakulusa kretanje u vertikalnoj ravni (Khan & Chang, 2013).

Usled potrebe za bržim kretanjem i menjanjem pravca kretanja, kod složenijih morskih organizama se razvija dinamički deo vestibularnog aparata kog kod čoveka čine tri polukružna kanala (prednji, zadnji i lateralni (horizontalni)). Polukružni kanali registruju promene položaja glave pri kretanju stvarajući opažaj o brzini i vrsti kretanja (Pansini, 1967). Polukružni kanali su orijentisani u tri ravni i svaki od njih je osetljiv na promenu položaja glave u svojoj ravni. Oni su otvoreni ka utrikulusu i na kraju svakog od njih se nalazi proširenje koje se naziva ampula u kojoj se nalazi krista ampularis, senzorni neuroepitel. Iako je ampula histološki nalik makuli, za razliku od makule u ampuli nema otokonija i njena unutrašnjost je ispunjena gušćom želatinoznom masom, kupulom, u kojoj se nalaze receptivne ćelije (Khan & Chang, 2013).



Slika 4. Anatomija vestibularnog aparata (preuzeto sa <https://hr.birmiss.com/vestibularni-kohlearni-zivac-opis-struktura-i-anatomija/>)

Rotirajuće pomeranje glave u frontalnoj, sagitalnoj ili transverzalnoj ravni izaziva aktivaciju jednog od polukružnih kanala, a istovremeno deaktivaciju drugog kontralateralnog kanala sa kojim je uparen (videti sliku 5) (Khan & Chang, 2013). Tako na primer pomeranje glave zdesna nalevo oko vertikalne ose tela (sagitalna ravan) izaziva aktivaciju lateralnog polukružnog kanala. Pomeranje glave oko horizontalne ose koja ide od sredine nosa ka zadnjem delu glave (transverzalna ravan) izaziva aktivaciju zadnjeg polukružnog kanala, dok rotiranje glave oko horizontalne ose koja je povučena između dva uha (frontalna ravan) izaziva aktivaciju prednjeg polukružnog kanala (Hanson, 2009; Herdman, 1997). U literaturi se često može naći opis specifičnog doživljaja ispitanika prilikom pomeranja glave u pomenutim pravcima u nameri da se izazove aktivacija nekog polukružnog kanala. U studijama se često ispitanici podvrgavaju rotaciji oko svoje vertikalne ili horizontalne ose kako bi bili dezorijentisani pa je sa tog stanovišta važno razumeti kako je tekla eksperimentalna procedura tj. kakav subjektivni doživljaj se javlja kod ispitanika prilikom rotacije. Tako na primer rotacija u sagitalnoj ravni izaziva osećaj rotiranja oko vertikalne ose (*yaw*), rotacija u transverzalnoj ravni doživljaj ljuľanja levo-desno (*roll*), a rotacija u frontalnoj ravni osećaj nagnutosti unapred-unazad (*pitch*)¹ (Arcoverde Neto, Duarte, Barreto, Magalhães, Bastos, Ren & Cavalcanti, 2014; Vanderdonck, Magrofuoco, Kieffer, Pérez, Rase, Roselli & Villarreal, 2019). Kako autoru rada nije poznato da u srpskom jeziku postoje adekvatniji prevodi pomenutih pojmova bilo je neophodno detaljnije ih opisati i povezati sa ustaljenim pokretima glave u odnosu na telo. Pored toga, pokušali smo da nađemo što je moguće adekvatnije termine u srpskom jeziku, rotiranje (*yaw*), ljuľjanje (*roll*) i nagnjanje (*pitch*).



Slika 5. Aktivacija polukružnih kanala pomeranjem glave u frontalnoj (nagnjanje napred-nazad), transverzalnoj ravni (ljuľjanje zdesna-nalevo oko horizontalne ose) i sagitalnoj (rotiranje zdesna-nalevo oko vertikalne ose) (preuzeto iz Arcoverde Neto et al., 2014; Vanderdonck et al., 2019)

Dalja prića o važnosti vestibularnih informacija za život jedinke se kreće u smeru procesa integracije informacija iz više ćula. Integracije senzornih informacija se dešavaju razvojem vizuelnog

¹ Ukoliko pokušamo da slikovito prikažemo i povežemo pokrete glave u svakodnevnoj neverbalnoj komunikaciji sa aktivacijom polukružnih kanala i subjektivnog doživljaja osobe onda bi pokazivanje NE (naizmenično pomeranje glave tako da se brada kreće ka levom pa ka desnom ramenu) izazvalo aktivaciju lateralnog polukružnog kanala i doživljaj (*yaw*), MOŽDA (naizmenično pomeranje glave tako da se levo uho kreće ka levom ramenu, a potom desno uho ka desnom ramenu) aktivaciju zadnjeg polukružnog kanala i doživljaj (*roll*), a DA (naizmenično pomeranje glave tako da se brada kreće ka grudima, a potom potiljak ka leđima) aktivaciju prednjeg polukružnog kanala i doživljaj (*pitch*).

sistema kao posledice izranjanja organizama ka morskoj površini. Vizuelni sistem je omogućavao organizmima na morskoj površini brže i preciznije kretanje ka plenu. Međutim, važnost vizuelnih informacija se ogledala ne samo u opažanju plena već i u dopunjavanju informacija o dinamičkoj ravnoteži. Daljim razvojem organizama odnosno njihovim izlaskom na zemljinu površinu informacije iz mišića i zglobova (propriocepcija), nastale u dodiru sa podlogom, potpomažu uspostavljanje ravnoteže. Povezujući se sa vizuelnim i vestibularnim informacijama proprioceptivne informacije čine sistem za održavanje ravnoteže komplikovanim sklopom tri funkcionalno nezavisna čulna modaliteta koji se nadopunjuju i omogućavaju organizmu da normalno funkcioniše (Pansini, 1967). Značaj vizuelnih i proprioceptivnih informacija za održavanje dinamičke ravnoteže se vidi u razvoju vestibularnookularnog (VOR) i vestibularnospinalnog (VSR) refleksa. VOR nastaje slanjem informacija iz polukružnih kanala do vestibularnih jedara, a potom do ekstraokularnih mišića u cilju koordinacije pokreta očiju u suprotnom pravcu od pravca pomeranja glave kako bi se stabilizovala retinalna slika. VSR uključuje integraciju vestibularnih i vizuelnih informacija i slanje signala mišićima udova i vrata sa namerom održavanja ravnoteže i uspravnog položaja tela (Khan & Chang, 2013).

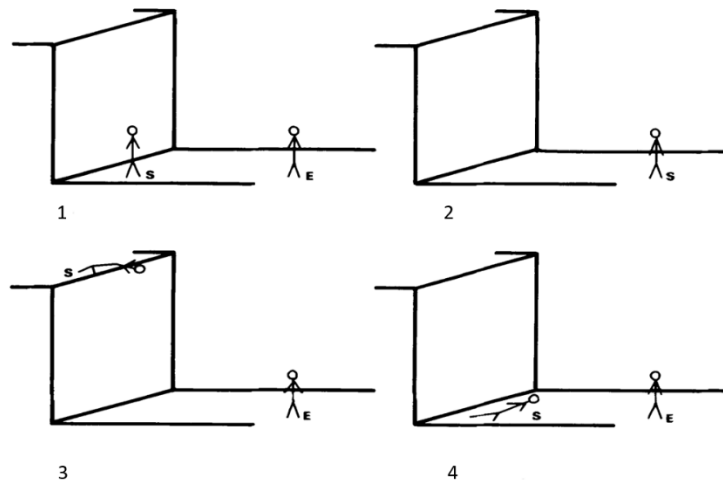
Dakle, iako čulni organ za ravnotežu postoji, održavanje ravnoteže (statičke i dinamičke) nastaje kao posledica integracije više informacija. Tačnije, senzorne informacije iz vestibularnog aparata se integrišu sa vizuelnim i proprioceptivnim u više moždanih zona što rezultira angažovanjem motornog sistema sa namerom postizanja i održavanja ravnoteže. Važnost vizuelnih informacija pri održavanju ravnoteže je evidentna, baš kao i doprinos vestibularnih informacija pri procesu opažanja o čemu će biti reči u narednim redovima.

1.4.1. Uloga vestibularnih informacija u proceni daljine objekta

Možemo reći da se važnost signala iz vestibularnog aparata pri procesu opažanja pre svega ogleda u kontroli mišića pokretača očne jabučice. Pomeranjem glave vestibularni sistem šalje informacije mišićima kako bi se pomeranjem očiju stabilizovala slika objekta na mrežnjači u cilju sprovođenja akcije usmerene na objekat. Imajući ovo u vidu kao i saznanja da je za sprovođenje akcije usmerene na objekat neophodna tačna procena udaljenosti na kojoj se objekat nalazi, pretpostavili smo da je vestibularni sistem, pored vizuelnog, uključen i u proces procene daljine objekta, na šta su neka ranija istraživanja implicitno ukazivala. Još 1961. godine Jung je u svojim neuralnim studijama utvrdio da se usled promene položaja glave ispitanika, odnosno pravca dejstva sile gravitacije na telo osobe, uočava aktivacija neurona vizuelnog korteksa (Jung, 1961 prema Wood, Zinkus & Mountjoy, 1968). Daljom pretragom istraživanja o proceni apsolutne daljine objekata koja se vrši na osnovu binokularnih znakova dubine tj. konvergencije i disparatnosti, može se primetiti porast radova u kojima se akcentuje značaj vestibularnih informacija na procenu daljine ili poziciju objekta. Tako je npr. interpretacija disparatnosti za periferne objekte u direktnoj vezi sa saznanjem o orijentaciji očiju. Orijehtacija očiju zavisi od položaja glave, što naglašava važnost vestibularnog aparata na tačnost procene daljine (Blohm, Khan, Ren, Schreiber, & Crawford, 2008). Takođe, istraživači su zaključili da greške povezane sa percepcijom pozicije sopstvene glave utiču na preciznost posezanja za periferno lokalizovanim objektom (Blohm et al., 2008) kao i procenom daljine objekta kada se on gleda kroz noge (Tošković, 2010).

Prema navodima Higašijame (2006) tačnost procene daljine objekta zavisi od toga koliko se uslovi u kojima se vrši procena razlikuju od uobičajenih uslova procene daljine. Što se uslovi prilikom procene više razlikuju od svakidašnjih uslova menja se već formiran neuralni kontekst procene daljine

što može da izazove greške u opažaju. Higašijama pod svakidašnjim uslovima za tačnu procenu daljine podrazumeva da su telo i glava u vertikalnom položaju, paralelni sa pravcem dejstva sile gravitacije, a normalni u odnosu na tlo, dok su oči u primarnoj poziciji (pravac pogleda je paralelan sa tlom). Prema rezultatima istraživanja Higašijame promena ustaljenog položaja tela prilikom procena daljine objekta, na primer gledanjem objekta kroz noge, rezultira greškama u proceni fizičke udaljenosti objekta. Preciznije rečeno, ispitanici objekte lokalizovane na horizontalnom pravcu gledanjem kroz noge doživljavaju udaljenijim nego što realno jesu (Higashiyama & Adachi, 2006). U okviru razvoja svoje istraživačke linije ispitivanja tačnosti procene daljine, Higašijama je u jednoj od sprovedenih studija pošao od pretpostavke da promena položaja očiju, glave i tela ispitanika utiče na opažaj udaljenosti objekta (Higashiyama & Ueyama, 1988). Ispitanici su imali zadatak da posmatrajući metu lokalizovanu na vertikalnom pravcu (na zidu zgrade) procene njenu udaljenost od tla i reprodukuju je navodeći eksperimentera da zauzme poziciju na identičnoj udaljenosti od zida zgrade, ali na horizontalnom pravcu i to u okviru 4 eksperimentalne situacije. U prvoj eksperimentalnoj situaciji je ispitanik stajao uz zgradu (na 0.5m od zida) na kojoj su bile prezentovane mete i navodio eksperimentera da se pomera na željenu udaljenost. U drugoj eksperimentalnoj situaciji je ispitanik bio na većoj udaljenosti od zgrade i pokušavao je da reprodukuje opaženu daljinu ne navodeći eksperimentera već je sam zauzimao željenu poziciju na horizontalnom pravcu. Najzahtevnija eksperimentalna situacija je bila treća jer je ispitanik navodio eksperimentera da se kreće ka i od zida zgrade dok je on procenu vršio ležeći na stomaku na vrhu zgrade, a četvrta situacija se izvodila dok je ispitanik ležao na zemlji pored zgrade (videti sliku 6). Rezultati studije su bili u skladu sa ranijim nalazima pojave diskrepance u percipiranju identičnih udaljenosti na horizontalnom i vertikalnom pravcu. Zapravo, fizički jednake horizontalne i vertikalne udaljenosti ispitanik ne opaža kao jednake, već vertikalne udaljenosti opaža kao duže od horizontalnih (Higashiyama & Ueyama, 1988). Naglašavamo da su istraživači, u do sada prikazanim studijama, ispitivali tačnost procene daljine na većim udaljenostima (od 2m do 47 m od tela ispitanika) koje nisu obuhvatale blizak prostor oko tela ispitanika. Međutim, nalazi jednog novijeg istraživanja sprovedenog u udaljenom (5m, 3m, 1m) i bližem prostoru (0.4m, 0.6m, 0.8m i 1m) ukazuju da se udaljenosti na vertikali iznad ispitanika opažaju kao dalje od fizički istih udaljenosti na horizontalnom pravcu na svim ispitivanim daljinama, tj. i u ekstrapersonalnom i u peripersonalnom prostoru (Tošković, 2015). Iako je ranije bilo prihvaćeno da diskrepanca u opažaju daljina na vertikalnom i horizontalnom pravcu počinje da se primećuje tek na udaljenostima većim od 5m (Higashiyama & Ueyama, 1988), nalaz Toškovića to negira. Dakle, većina nalaza ukazuje da ispitanici doživljavaju vertikalni pravac kao izdužen u odnosu na horizontalni. Razlog postojanja diskrepance u opaženoj daljini na horizontalnom i vertikalnom pravcu, nazvane anizotropija opažene daljine, autori su povezali sa ulaganjem više fizičkog napora za sprovođenje pokreta ka fizičkoj vertikali u smeru suprotnom od dejstva gravitacione sile.



Slika 6. Prikaz eksperimentalnih situacija procene daljine u zavisnosti od položaja tela ispitanika (preuzeto iz Higashiyama & Ueyama, 1988)

Kada se pominje dejstvo sile gravitacije na telo ispitanika svakako treba pomenuti studije u kojima su ispitanici bili izloženi na primer bestežinskom stanju jer je evidentirano da je u procesu opažanja daljine prilikom promene dejstva gravitacione sile na telo ispitanika to uticalo na tačnost procene daljine. Tačnije, kratkoročnim izlaganjem ispitanika dejstvu mikrogravitacije pri parboličkom letu (Clement, Lathan, & Lockerd, 2008) ili dugoročnom izlaganju u svemirskim stanicama (Clement, Skinner, & Lathan, 2013) objekti se čine bližim nego što realno jesu. Ovi podaci nas navode na zaključak da iako je fizička daljina nepromenjena, usled integracije vizuelnih sa vestibularnim informacijama dolazi do promene vizuelno kortikalnih odgovora (Brandt, Bartenstein, Janek, & Dieterich, 1998; Seemungal, Guzman-Lopez, Arshad, Schultz, Walsh & Yousif, 2012).

Jedna od retkih studija u kojima je izolovan uticaj samo vestibularnih informacija na opažaj daljine i kretanja u prostoru je studija von Der Hejda i saradnika (2000). Tačnije, prema rezultaima pomenute studije oslanjanjem samo na vestibularne informacije kod ispitanika se može formirati opažaj daljine tj. pređenog puta. Prema navodima von Der Hejda i sar. na osnovu vestibularnih informacija se može uspešno proceniti pređeni put, brzina i ubrzanje pri rotaciji i pomeranju tela napred-nazad (*pitch*), levo-desno (*roll*) i oko vertikalne ose (*yaw*). Iako su ispitanici bili dosledni prilikom procene pređenog puta (promene položaja sopstvenog tela), brzine i ubrzanja, pravili su sistematske greške. Ipak, podaci ukazuju na jasnu tendenciju približavanja srednjim vrednostima prilikom procene pređenog puta, dok su procene ubrzanja potcenjivane za visoke, a precenjivane za niske vrednosti realnog ubrzanja (Von Der Heyde, Riecke, Cunningham & Bulthoff, 2000). Dakle, uprkos činjenici da vestibularni aparat primarno registruje ubrzanje tela, na osnovu tih informacija mogu se dobiti i informacije o pređenom putu i brzini kretanja tela.

Na osnovu svega što je prethodno rečeno možemo da zaključimo da su nam prikazane studije ukazale na nedvosmislen doprinos vestibularnih informacija tačnosti procene daljine, iako taj doprinos još uvek nije u potpunosti kvantifikovan, jer se skoro uvek radilo o združenom uticaju više čulnih modaliteta u različitim eksperimentnim uslovima procene apsolutne daljine. Međutim, kako je najpouzdaniji način da se sazna nešto više o doprinosu pojedinačnih informacija prilikom procene daljine, zapravo njihovo isključenje iz procesa procene, naredne stranice će biti posvećene upravo prikazu studija u kojima su ispitanici bili onemogućeni da koriste vestibularne informacije. Zbog boljeg

razumevanja rezultata studija koje će biti opisivane, sledi kratak opis osnovnih simptoma, dijagnostičkih termina i nalaza istraživanja vezanih za doživljaj položaja vlastitog tela osoba koje imaju neki oblik vestibulopatije (disfunkcija vestibularnog aparata).

1.4.2. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata (osnovne odrednice)

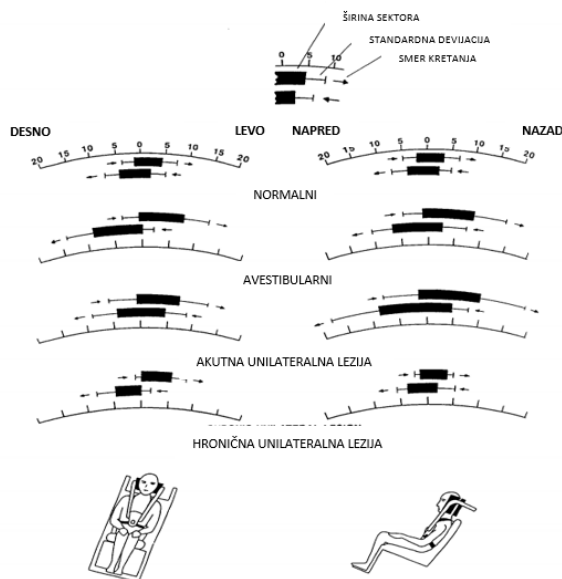
Poremećaji vestibularne funkcije se mogu podeliti na periferne (PVP) i centralne vestibularne poremećaje (CVP). PVP se odnose na patologiju struktura unutrašnjeg uha i vestibularnog dela osmog kranijalnog nerva zbog kojih se smanjuje obim informacija o položaju i pokretima glave. CVP se primarno odnose na patologiju vestibularno nuklearnog kompleksa, centralnih vestibularnih puteva i malog mozga. CVP utiču na interakciju i obradu senzornih informacija iz vestibularnog aparata, vizuelnog i somatosenzornog sistema. Obe grupe poremećaja smanjuju obim neuralnih informacija vezanih za spacijalnu orijentaciju, kontrolu držanja, kontrolu pokreta očiju. Simptomi koji se javljaju kod osoba sa bilo kojim poremećajem vestibularnog sistema su: vrtoglavica, nemogućnost održavanja ravnoteže, zamućen vid (Furman & Whitney, 2000). Ipak, svi ovi simptomi se mogu umanjiti, a gubitak vestibularne funkcije kompenzovati u procesu rehabilitacije. Kod perifernih vestibularnih poremećaja se kompenzacija nedostataka postiže integracijom informacija iz ostalih čula, uz preduslov da je očuvana funkcija centralnog vestibularnog sistema što osobama omogućava visoko kvalitetan život. Međutim, rehabilitacija centralnog vestibularnog poremećaja nije tako uspešna (Stanković, 2011).

Procedure koje se sprovode kod osoba koje imaju neku od dijagnoza poremećaja rada vestibularnog aparata obuhvataju korišćenje medikamentozne, fizikalne terapije ili najčešće njihovu kombinaciju, dok se kao krajnja mera neretko koristi i hirurška terapija. Tretmani u okviru fizikalne terapije se razlikuju u zavisnosti od vrste poremećaja, inteziteta i učestalosti smetnji koje pacijent oseća. Ono što je zajedničko za sve fizikalne tretmane je da se vežbe odnose na angažovanje vestibularnih, proprioceptivnih i vizuelnih receptora. Terapija obuhvata promenu položaja tela iz sedećeg u stojeći ili ležeći, koordinaciju pokreta ruku i nogu prilikom sprovođenja vežbi stajanja ili hodanja, promenu podloge na kojoj se rade vežbe kao i sprovođenje vežbi sa zatvorenim očima ili fokusiranje pogleda na statičan objekat prilikom pomeranja glave, praćenje pogledom objekta koji je u pokretu, praćenje pokretnog objekta dok je pacijent u pokretu. Kod blažih poremećaja pacijent može da ponavlja vežbe samostalno, dok neki poremećaji zahtevaju strog nadzor stručnjaka koji informišu pacijenta o ograničenjima u ponašanju koja se uglavnom odnose na zauzimanje pojedinih položaja tela koji mogu da isprovociraju pogoršanje bolesti (Stanković, 2011).

Može se reći da tokom rehabilitacije, uz nadzor stručnog lica, pacijent pokušava da kompenzuje nedostatak vestibularnih informacija i reorganizuje svoje resurse kako bi uspešno nastavio da funkcioniše na dnevnom nivou. Takođe, kontekst u kom su se ranije obrađivale informacije o održavanju ravnoteže, uspešnom kretanju itd. sada se analiziraju u novom kontekstu prijema informacija iz preostalih čulnih modaliteta. Kako bi razumeli kakve tranzitne promene prolazi pacijent na putu rehabilitacije, ali i šta se trajno menja u njegovom doživljaju položaja vlastitog tela u prostoru ili prostorne orijentacije, pokušaćemo da u narednim redovima prikažemo izdvojenu grupu istraživanja sa namerom da se kreira baza za razumevanje kako nedostatak vestibularnih informacija utiče na procenu daljine.

1.4.3. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata i doživljaj uspravnog položaja tela

Većina klasičnih testiranja osoba sa vestibularnom disfunkcijom se fokusira na ispitivanje motornih disfunkcija. Bisdorf i saradnici (Bisdorff, Wolsley, Anastasopoulos, Bronstein & Gresty, 1996) su pokušali da utvrde specifičnost i osetljivost pacijenata sa različitim oblicima vestibularne disfunkcije na perceptivnim zadacima subjektivnog doživljaja vertikalnog držanja tela (*subjective postural vertical*). U istraživanju su grupu ispitanika činile osobe sa očuvanom funkcijom i grupa pacijenata sa perifernim poremećajima vestibularnog aparata. Ispitanici su bili pasivno pomerani u više ciklusa pod uglovima od 0° do 15° u transverzalnoj (*roll* tj. kretanje zdesna-nalevo) i frontalnoj ravni (*pitch* tj. kretanje napred-nazad). Njihov zadatak je bio da daju iskaz kada oseće, tokom pasivnog pomeranja, da su u uspravnom položaju i kada opet oseće nagnutost tela. Da bi se izračunao subjektivni doživljaj vertikalnog držanja tela (SDVD) uprosečeni su uglovi „ulaska” i „izlaska” iz subjektivnog doživljaja vertikalnog položaja. Širina izračunatog sektora je mera osetljivosti opažanja uspravnog položaja. Glavni nalaz je da pacijenti sa širim sektorom SDVD na obe ose ustvari gube osetljivost doživljaja vertikale tela. Ovi ispitanici imaju širi sektor jer ranije ulaze u doživljaj subjektivne vertikale, a kasnije iz nje izlaze. Međutim, širina sektora ispitanika sa hroničnim unilateralnim lezijama je ista kao kod ispitanika bez oštećenja vestibularnog aparata (videti sliku 7). Nalazi sugerišu da većina pacijenata ima tendenciju da ne koriste vestibularne informacije pri donošenju odluke o SDVD. Ovo je možda i strategija da se zaštiti sistem spacijalne orijentacije od neregularnih ili nepouzdanih vestibularnih signala.

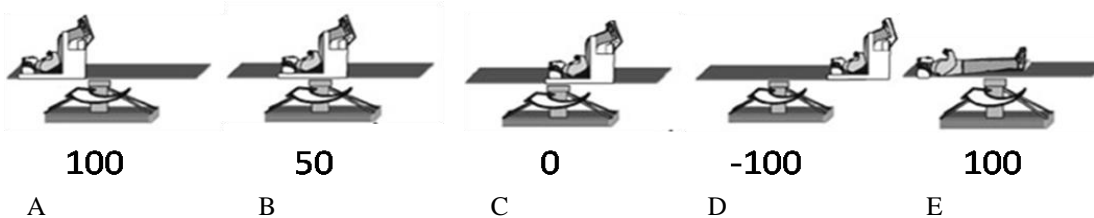


Slika 7. Prikaz širine sektora opažaja uspravnog položaja tela kod ispitanika sa očuvanom funkcijom vestibularnog aparata, obostranim gubitkom vestibularne funkcije, akutnom i hroničnom jednostranom vestibularnom lezijom prilikom pasivnog kretanja u pravcu levo-desno i napred-nazad (preuzeto iz Bisdorff, Wolsley, Anastasopoulos, Bronstein & Gresty, 1996)

U istraživanju koje je sprovedeno sa ciljem da se ispita doživljaj prostorne orijentacije i ravnoteže tela kod pacijenata sa poremećajima vestibularnog aparata potvrđeno je da pacijenti sa bilateralnim gubitkom vestibularne funkcije imaju smanjenu sposobnost doživljaja uspravnog položaja tela (Guedry, 1974). Ovaj nalaz može biti dobra osnova za objašnjenje nespecifične nestabilnosti koju osećaju ovi pacijenti. Takođe, pacijenti sa jednostranom vestibularnom lezijom doživljavaju abnormalno ljuljanje

koje može biti povezano upravo sa njihovom percepcijom orijentacije u prostoru (Bisdorff, Wolsley, Anastasopoulos, Bronstein & Gresty, 1996). U odsustvu vizuelnih informacija pacijenti sa jednostranom vestibularnom lezijom, više se ljuljaju u pravcu napred-nazad i tokom hoda se naginju u onu stranu na kojoj je dijagnostikovana lezija (Dichgans, 1976).

Pošto su ranije studije ukazale da unutrašnji organi, baš kao i vaskularni sistem, mogu da pruže potencijalne informacije o gravitaciono-inercijalnoj sili koja deluje na telo osobe Kariot i saradnici na ovim saznanjima sprovode seriju eksperimenata prepoznavanja pravca ka zenitu i opažaja horizontalnog položaja tela (Carriot, Cian, Paillard, Denise & Lackner, 2011). Naime, u stomačnoj duplji osobe, na 50 cm od otolitnih organa (vestibularni aparat), smešten je centar mase somatskih gravireceptora. Takođe, promena položaja nogu iz opruženog u savijen i obrnuto izaziva promene gradijenta hidrostatičkog pritiska ² (Hallgren, 2016; Hinghofer-Szalkay, 2011). Imajući ovo u vidu Kariot i saradnici su varirali: udaljenost glave ispitanika (otolitnih organa) u odnosu na osu rotacije, a na taj način i udaljenost centra mase somatskih gravireceptora u odnosu na osu rotacije (100cm, 50cm, 0, -100cm)³, kao i položaj nogu ispitanika (opružen/savijen). Rezultati istraživanja ukazuju da pored vestibularnih informacija i somatske graviceptivne informacije utiču na prepoznavanje pravca ka zenitu. Tačnije, najveće odstupanje u prepoznavanju pravca ka zenitu se javlja rotacijom ispitanika koji leži na leđima sa savijenim nogama, koje se nalaze iznad ose rotacije (otolitni organi se nalaze na 100cm od ose rotacije, a centar mase na 50cm), u odnosu na ostale pozicije (videti sliku 8, pozicija A). Takođe, na opažaj horizontalnog položaja tela utiče distribucija tečnosti (krvi) u telu. Eksperimentalne situacije A i E se razlikuju samo u položaju nogu ispitanika (videti sliku 8). Međutim, prilikom rotacije tela, usled dejstva centrifugalne sile, stvara se hidrostatički gradijent zbog kog se raspodela krvi u telu ispitanika u eksperimentalnim situacijama A i E razlikuje. U situaciji A se više krvi pomera ka glavi ispitanika u odnosu na situaciju E. Povišena koncentracija krvi u predelu glave ispitanika utiče negativno na tačnost procene subjektivnog doživljaja horizontalog položaja tela. Ono što je posebno važno sa tačke gledišta ovog istraživanja je kako se integrišu informacije iz više čula sa namerom da se prepozna pravac ka zenitu i horizontalni položaj tela i to u situaciji kada se ispitanik dezorijentiše rotacijom oko svoje ose (vestibularna deprivacija).



Slika 8. Položaj tela ispitanika prilikom ispitivanja procene pravca ka zenitu (preuzeto iz Carriot, Cian, Paillard, Denise & Lackner, 2011)

Na osnovu pomenutih istraživanja možemo reći da se kod određenih oblika vestibulopatija nedostupnost vestibularnih informacija dosta dobro kompenzuje trenutno dostupnim informacijama.

² Na distribuciju hidrostatičkog pritiska u telu utiče promena položaja tela ili delova tela u odnosu na pravac dejstva sile gravitacije. Vrednost gradijenta hidrostatičkog pritiska u telu pri dejstvu sile od 1G iznosi 10kPa/m. Kod zdrave osobe ležanje na levom boku izaziva rast hidrostatičkog pritiska u levom plućnom krilu u odnosu na desno, pasivno pomeranje iz ležećeg u uspravni položaj izaziva pad pritiska, dok u ležećem položaju ili pri blagoj nagnutosti glave ka tlu vrednost hidrostatičkog pritiska raste (Hinghofer-Szalkay, 2011).

³ Predznak - (minus) ispred broja se odnosi na udaljenost otolitnih organa ispitanika od ose rotacije u jednom smeru, a + (plus) se odnosi na udaljenost otolitnih organa ispitanika od ose rotacije u suprotnom smeru.

Tačnije, posledica dugotrajne kompenzacije je to da doživljaj subjektivne vertikale ispitanika sa hroničnom unilateralnom lezijom nije modifikovan. Međutim, u početnoj fazi oboljenja pacijenti su pokazali velika odstupanja u doživljaju subjektivne vertikale u odnosu na zdrave ispitanike. Dakle, između zdravih ispitanika i onih sa hroničnom jednostranom vestibularnom lezijom nema razlika u doživljaju subjektivne vertikale, ali to nije slučaj kada se pacijenti nalaze u akutnoj fazi razvoja oboljenja. Možemo reći da su nalazi ukazali da je u različitim fazama razvoja bolesti primećena izmena doživljaja položaja vlastitog tela u prostoru. Izmene doživljaja se kreću od velikog odstupanja u početnoj fazi razvoja bolesti, dok se usled dugotrajne kompenzacije izostanka vestibularnih informacija doživljaj vertikalnog položaja tela približava stanju pre razvoja bolesti.

Ukoliko pretpostavimo da nam položaj vlastitog tela u prostoru služi kao referentni okvir za doživljaj prostora koji nas okružuje treba se zapitati da li se kod pacijenata sa nekim oblikom vestibulopatije pored modifikacije doživljaja položaja vlastitog tela u prostoru modifikuje i mentalna reprezentacija prostora.

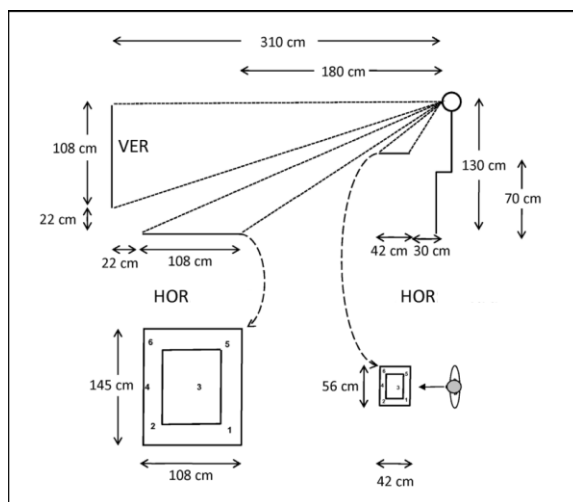
1.4.4. Deprivacija funkcije vestibularnog aparata i procena daljine objekta

Većina studija procene apsolutne daljine stimulusa je sprovedena na ispitanicima koji su se oslanjali na integraciju vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija. Pregledom dostupne literature stiče se utisak da je malo studija sprovedeno sa ciljem da se ispita doprinos samo vestibularnih informacija na tačnost procene apsolutne daljine objekta. Tačnije, pokušaji ispitivanja doprinosa vestibularnih informacija su svedeni na onemogućavanje zdravih ispitanika da koriste vestibularne informacije, nekim oblikom dezorijentacije, prilikom procene daljine objekta. Još je manje studija sprovedeno na ispitanicima koji imaju neki vid disfunkcije vestibularnog aparata. U narednim redovima će biti prikazana studija u kojoj su ispitanici bili pacijenti sa akutnom i hroničnom unilateralnom lezijom vestibularnog aparata. Razlog za to je jer su u prethodnom poglavlju ispitanici sa ovim poremećajem identifikovani kao dobri kandidati za poređenje sa zdravim ispitanicima, jer se od velike početne razlike u doživljaju subjektivne vertikale u akutnoj fazi razvoja bolesti razlika redukuje do vrednosti koje se javljaju kod zdravih ispitanika. Na ovaj način možemo da pratimo da li se kod jedne vrste poremećaja vestibularnog aparata usled modifikacije, a kasnije i kompenzacije, doživljaja vertikalnog položaja tela u prostoru menja i doživljaj okoline kao što bi na primer bila procena udaljenosti stimulusa.

U skladu sa predhodno rečenim sledi prikaz istraživanja u kom su istraživači pokušali da pored reprezentacije eksternog prostora kod zdravih i osoba sa unilateralnim vestibularnim poremećajem. U istraživanju je podgrupu ispitanika sa vestibularnim poremećajem činilo 13 osoba koje su 7 i 30 dana pre učestvovanja u istraživanju bile podvrgnute zahvatu vestibularne neurotomije⁴. Autori su izabrali ove vremenske odrednice jer se pokazalo da se do 7. postoperativnog dana ne razvija kompenzacija nedostatka vestibularne funkcije, što bi moglo da se nazove akutnom fazom unilateralne vestibulopatije. Za razliku od toga do 30. dana od sprovedene operacije pacijent pokazuje znake potpune kompenzacije nedostatka, što bi moglo da se poredi sa hroničnom fazom unilateralne vestibulopatije. U istraživanju je zadatak ispitanika bio da reprodukuju lokaciju stimulusa mete u peripersonalnom i ekstrapersonalnom prostoru (Borel, Redon-Zouiteni, Cauvin, Dumitrescu, Devèze, Magnan & Péruch, 2014). Kako bi stekli uvid u to da li postoje razlike u proceni lokacije stimulusa kada se ispitanici oslanjaju na egocentrični u

⁴ Hirurški zahvat kojim se preseca nerv kojim se informacije sa perifernog dela vestibularnog aparata prenose u centralni.

odnosu na alocentrični referentni okvir postojale su dve ekperimentalne situacije. U prvoj su ispitanici vršili procenu u mraku (oslanjanje na egocentrični referentni okvir), a u drugoj situaciji u osvetljenom prostoru (oslanjanje na alocentrični referentni okvir)⁵. Zadatak ispitanika je bio da koristeći se laserom reprodukuje lokaciju na kojoj je prethodno u trajanju od 2s bio prikazan stimulus meta. Stimulusni materijal čine panoi na kojima su prikazivane mete čije pozicije je trebalo reprodukovati. Paneli su bili raspoređeni horizontalno i vertikalno, a varirana je i njihova udaljenost (videte sliku 9). Prvi panel (56cm x 42cm) je bio pozicioniran na horizontalnoj ravni na udaljenosti od 30cm od ispitanika (što odgovara dimenzijama peripersonalnog prostora). Drugi panel (145cm x 108cm) je takođe bio pozicioniran horizontalno, ali na udaljenosti od 180cm od ispitanika (što odgovara ekstrapersonalnom prostoru). Na udaljenosti od 310 cm od ispitanika, vertikalno orijentisan, se nalazio treći panel (145cm x 108cm). Važno je napomenuti da su ispitanici sve vreme nosili naočare koje su im ograničavale vidno polje sa ciljem da se izbegne korišćenje informacija o položaju ruke prilikom reprodukcije.



Slika 9. Prikaz eksperimentalne situacije (preuzeto iz Borel, Redon-Zouiteni, Cauvin, Dumitrescu, Devèze, Magnan & Péruch, 2014)

Dobijeni rezultati ukazuju da postoje razlike u tačnosti reprodukcije lokacije stimulusa mete i to tako da osobe sa vestibularnim poremećajem za razliku od zdravih osoba više greše prilikom procene. Ono što je posebno značajno je da su greške izraženije u bliskom u odnosu na udaljeniji prostor i da su greške u proceni najizraženije kod ispitanika kojima je vestibularna neuroktomija urađena pre samo 7 dana. Procena lokacije stimulusa mete je takva da su ispitanici uvek potcenjivali lokaciju stimulusa bez obzira na to da li se stimulus nalazi u peripersonalnom ili ekstrapersonalnom prostoru, da li je lokalizovan horizontalno ili vertikalno. Kako razlike u veličini greške između pravaca napred-nazad (horizontala) i gore-dole (vertikala) ne postoje istraživači dobijene rezultate objašnjavaju potcenjivanjem udaljenosti između tela i ciljane lokacije ili visine cilja. Takođe, važno je napomenuti da se sve pomenute greške prilikom procene lokacije nastale oslanjanjem na egocentrični referentni okvir (procene su vršene u mraku). Dakle, glavni nalaz istraživanja je da se oslanjanjem na egocentrični referentni okvir kod pacijenata u akutnoj fazi razvoja bolesti spacijalni prostor na kontralezijskoj strani komprimuje, a daljine blago potcenjuje u odnosu na zdrave ispitanike i one u hroničnoj fazi razvoja bolesti. Ovakav nalaz

⁵ Kad se govori o korišćenju referentnih okvira za sprovođenje akcija, prema ranijim istraživanjima senzomotorni sistem koristi egocentrični referentni okvir prilikom sprovođenja akcija vođenih vidom u trajanju od par sekundi (2-4s), dok se svako duže sprovođenje akcija nastavlja oslanjanjem na informacije iz alocentričnog referentnog okvira (Carrozzo, Stratta, McIntyre & Lacquaniti, 2002).

potvrđuje rezultate ranijih studija da tokom vremena pacijent uspeva da kompenzuje nedostatak vestibularne funkcije.

Postoje i druge studije čiji su nalazi u skladu sa nalazima prethodno prikazanog istraživanja. Tačnije, još je 1990. godine tim istraživača primetio da pacijent koji je doživeo šlog lokalizovan u parijetalnom režnju desne moždane hemisfere, što je dovelo do gubitka sposobnosti prijema i integracije senzornih informacija, pokazuje velika odstupanja u tačnosti procene dužine linije u peripersonalnom, ali ne i u ekstrapersonalnom prostoru. Zapravo, u zadatku bisekcije linije (*line bisection task*) ispitanik je trebalo da pokaže gde se nalazi središnji deo prezentovane linije tako što bi središnju tačku dotakao olovkom (korišćenje vizuelnih i proprioceptivnih informacija) ili tako što bi uperio laser u nju (oslanjanje samo na vizuelne informacije). Linija je mogla biti horizontalno ili vertikalno orijentisana i prezentovana na udaljenostima koje odgovaraju peripersonalnom i ekstrapersonalnom prostoru. Rezultati su pokazali da ispitanik u peripersonalnom prostoru opaža središnji deo linije kao pomeren udesno, dok je u ekstrapersonalnom prostoru pomeren blago ulevo. Odstupanja su znatno veća kada je linija bila prezentovana u zoni pokreta ruku u odnosu na udaljeni prostor, nezavisno od toga da li je ispitanik pokazivao središnji deo linije pomeranjem ruke ili pokazivanjem laserom (Halligan & Marshall, 1991). Dakle, evidentno je postojanje vizuelno spacijalnog zanemarivanja (*visuo-spatial neglect*) dela vizuelnog polja na kontralezijskoj strani u bliskom prostoru, ali ne i u udaljenom prostoru. Međutim, u naknadnim studijama su istraživači krenuli od pretpostavke da se bliski prostor može proširiti korišćenjem alata sa namerom da se dohvati ili manipuliše objektom koji je van domašaja ruku. Stoga je dodatni zadatak ispitanika bio da izvrši bisekciju (pokaže sredinu) linije prezentovane u ekstrapersonalnom prostoru koristeći štamp umesto lasera za pokazivanje. Istraživači su očekivali da će se korišćenjem štapa proširiti bliski prostor i kao posledica toga trebalo bi da se efekat vizuelno spacijalnog zanemarivanja evidentiran u peripersonalnom prostoru preslika u ekstrapersonalni prostor, koji se zbog korišćenja alata sada doživljava kao peripersonalan prostor. Rezultati ukazuju na jake efekte vizuelno spacijalnog zanemarivanja u ekstrapersonalnom prostoru što ukazuje na mogućnost spacijalnog remapiranja kod ovih pacijenata. Tačnije, istraživači zaključuju da u prostoru van domašaja ruku zadatak pokazivanja korišćenjem lasera aktivira reprezentaciju udaljenog tj. ekstrapersonalnog prostora, dok zadatak pokazivanja rukom korišćenjem nekog alata aktivira reprezentaciju bliskog tj. peripersonalnog prostora (Berti & Frassinetti, 2000). Dakle, u zavisnosti od aktivnosti koja se sprovodi mi možemo da remapiramo mentalne reprezentacije prostora. Ono što je posebno značajno naglasiti je da vestibularne informacije igraju važnu ulogu u kreiranju mentalnih mapa prostora kod zdravih osoba, ali se očigledno remapiranje dešava i kod pacijenata sa vestibularnim poremećajima centralne prirode.

Iako, nam glavni istraživački pravac nije ispitivanje procene daljine objekta prilikom kretanja osobe prepostavili smo da ćemo prikazom takvih istraživanja uvideti neku pravilnost u proceni daljine kod ispitanika sa vestibulopatijama. Dakle, standardni zadatak koji se koristi kod pacijenata obolelih od unilateralne vestibularne disfunkcije za proveru tačnosti procene daljine prilikom kretanja je zadatak kompletiranja trougla (*triangle-completion task*). Ispitanicima su prezentovana tri čuna (A - B - C) koji su raspoređeni tako da formiraju amodalni jednakokraki (3m) pravougli trougao. Zadatak ispitanika je da se slušajući instrukcije eksperimentatora kreće od jednog čuna do drugog. Jednostavan zadatak zahteva reprodukciju ranije naučene putanje. Kompleksni zadaci zahtevaju više mentalnog angaživanja od ispitanika u vidu integracije spacijalnih informacija i kompletiranja trougla jer eksperimentator osmišljava nove putanje koje ispitanik treba da reprodukuje. Ispitivanje je kod pacijenata vršeno 7 i 30 dana od sprovedene vestibularne neurotomije i u istom vremenskom razmaku i kod zdravih ispitanika iz kontrolne grupe. Rezultati ukazuju da kada su se ispitanici kretali sa povezom preko očiju u **lokomotornom zadatku** (dostupne su im samo proprioceptivne i vestibularne informacije) nije bilo

razlike između kontrolne grupe ispitanika i pacijenata u proceni daljine. Međutim, kada su ispitanici koristili vizuelne i vestibularne informacije u **vizuelnom zadatku** (vizuelne informacije su im prezentovane u programu za virtuelnu realnost, a stolicu na kojoj su sedeli su pomerali na željenu lokaciju uz pomoć komandne ručice) koji je bio kompleksan, pacijenti su pokazali znatno lošije rezultate u proceni daljine tj. odstupanja su bila veća, ali samo u situaciji kada je od vestibularne neuroktomije prošlo 7 dana (Péruch, Borel, Magnan & Lacour, 2005). Dakle, još jednom imamo potvrdu da su u akutnoj fazi bolesti, kada još nije došlo do kompenzacije nedostatka, odstupanja u proceni daljine najveća u odnosu na zdrave osobe. Takođe, važan nalaz je i to da kombinacija vizuelnih sa vestibularnim informacijama pri obavljanju složenijeg zadatka kod pacijenata u akutnoj fazi dovodi do toga da ispitanici značajno više greše prilikom procene daljine za razliku od situacije kada koriste kombinaciju proprioceptivnih i vestibularnih informacija. U sličnom istraživanju su pacijenti imali znatno bolje rezultate u lokomotornom zadatku pre operacije od zdravih ispitanika iz kontrolne grupe. Međutim, interesantno je da su ispitanici pokazali doslednost u potcenjivanju daljine u lokomotornom zadatku, odnosno precenjivanje daljine u vizuelnom zadatku (Péruch, Borel, Gaunet, Thinus-Blanc, Magnan & Lacour, 1999).

Ono što možemo da izdvojimo kao zaključno razmatranje je da ispitanici najviše greše u akutnoj fazi razvoja bolesti i kada im je stimulus prezentovan u bliskom prostoru. Da u hroničnoj fazi razvoja bolesti ispitanici usled kompenzacije nedostatka ostvaruju rezultate slične ispitanicima iz opšte populacije. Takođe, smatramo da je najvažnije istaći da u akutnoj fazi bolesti oslanjanjem na vizuelne informacije ispitanik ne uspeva da uspešno kreira nove mentalne reprezentacije prostora (neuspeh u izvršenju složenog zadatka kompletiranjem trougla). Međutim, to nije slučaj sa oslanjanjem na proprioceptivne informacije iako u tim situacijama ispitanik potcenjuje udaljenost stimulusa.

1.4.5. Osobe sa deprivacijom funkcije vestibularnog aparata kao ispitanici (teškoće i prednosti)

Pregledom literature se uviđa da su se paralelno sa istraživanjima iz domena procene daljine razvijala i istraživanja sa fokusom na druge pojave koje utiču na kvalitet života pacijenata, kao što su povezanost deprivacije vestibularne funkcije sa deficitom pažnje, nemogućnošću učenja ili memorisanja novih sadržaja. Tačnije, podaci ukazuju da pacijenti sa Benignom paroksizmalno pozicioniranom vrtoglavicom-BPPV, Menierovom bolesti i hroničnom vestibulopatijom imaju poteškoća u odnosu na zdrave osobe, sa zapamćivanjem unapred utvrđene putanje. Ova nesposobnost učenja novih prostornih odnosa nije posledica samo motorne i vestibularne disfunkcije već i nemogućnosti učenja i zapamćivanja sadržaja koji ima prostorne (spacijalne) karakteristike (Smith, Zheng, Horii & Darlington, 2005). Iznenadjuć je nalaz da pacijenti sa centralnim poremećajem vestibularne funkcije pokazuju izuzetno slabe rezultate na testu mentalne aritmetike i kada je potrebno da se broji unazad po dva (Risey & Briner, 1990). Kod pacijenata sa dijagnostikovanom unilateralnim gubitkom vestibularne funkcije, koji je u potpunosti kompenzovan, javlja se problem sa pažnjom, memorijom, analizom dostupnih informacija. Istraživanje kod ovih pacijenata je izvršeno tako što su ispitanici sedeli, stajali na čvrstoj podlozi, na podlozi koja se ljulja itd., a njihov zadatak u svim situacijama je bio da pritisnu dugme kada čuju zvučni signal. Rezultati su pokazali da se kod pacijenata u odnosu na zdrave ispitanike znatno produžava vreme reakcije za sve eksperimentalne situacije i to tako da što je pozicija tela zahtevnija razlike između grupa ispitanika su veće (Redfern, Talkowski, Jennings & Furman, 2004).

Imajući u vidu da gubitak vestibularne funkcije može biti centralne i periferne prirode, da može obuhvatiti veće ili manje površine centralnog i perifernog vestibularnog sistema, u zavisnosti od mogućnosti, odnosno nemogućnosti, kompenzacije vestibularne funkcije, treba biti vrlo oprezan sa donošenjem zaključaka i njihovom generalizacijom u istraživanjima gde su ispitanici bili pacijenti sa oštećenjem ove funkcije. Osim što je raspon poremećaja velik, broj ispitanika sa istim poremećajem u studijama je veoma mali. Jedan od razloga je taj što se dijagnostikovanje poremećaja rada vestibularnog aparata vrši dosta teško, a dešava se i da osoba ne zna da ima poremećaj pošto se neki poremećaji vrlo brzo i lako kompenzuju korišćenjem vizuelnih, proprioceptivnih, kinestetičkih informacija. Studije neurooslikavanja su pokazale da je velik broj neuralnih zona uključen u obradu vestibularnih, vizuelnih, proprioceptivnih, kinestetičkih informacija. Imajući u vidu i da se različite vrste senzornih informacija obrađuju u različitim neuralnim zonama, u zavisnosti od aktivnosti koja se sprovodi (Carrozzo, Stratta, McIntyre & Lacquaniti, 2002) može se pretpostaviti da u zavisnosti od vrste i veličine poremećaja vestibularne funkcije osoba može lakše, teže ili ne može da kompenzuje nedostatak. Ono što je važno pomenuti kada govorimo o multisenzornoj integraciji informacija je činjenica da je dugotrajna lekarska praksa u radu sa pacijentima obolelim od nekog oblika vestibulopatije pokazala da jedan deo vestibularnog aparata (pre svega statički) može da registruje akustične stimuluse. Tačnije, smatra se da postoji funkcionalno preklapanje pojedinih delova vestibularnog i slušnog aparata. Evidentirano je da sakulus registruje akustične stimulacije u određenom opsegu i da na taj način potpomaže čujnost i razumevanje govora, dok auditivni deo unutrašnjeg uha registruje stimulacije (frekvencije do 300Hz) koji imaju više vestibularnu nego akustičnu funkciju (Pansini, 1967). Takođe, treba pomenuti da je deficit vestibularne funkcije primećen i kod osoba sa gubitkom funkcije slušnog aparata. Primećeno je da lezije koje izazivaju gubitak sluha kod osoba mogu da budu uzrok gubitka i funkcije vestibularnog aparata (Cushing, Chia, James, Papsin & Gordon, 2008). Tačnije, uočeno je da veliki procenat kandidata za ugradnju kohlearnog implanta ima preoperativne probleme sa ravnotežom. U jednoj od studija ispitivanja ravnoteže kod gluve dece uočeno je da na standardizovanom testu statičke i dinamičke ravnoteže gluva deca imaju niži skor na subtestu dinamičke ravnoteže u odnosu na zdravu decu. Takođe, uočeno je da u grupi dece sa ugrađenim kohlearnim implantom njegovim uključivanjem se postiže blagi napredak u postignuću na testu balansa u poređenju sa postignućem kada je implant bio isključen za vreme testiranja (Cushing et al., 2008). Na uzorku odraslih pacijenata sa ugrađenim unilateralnim kohlearnim implantom opažen je znatan napredak pri stabilnom držanju tela posle 2 godine od operacije. Treba posebno naglasiti da nisu postajale razlike između ispitanika u stepenu postignuća u zavisnosti od pola, godina, proizvođača implanta ili uzroka gubitka sluha (Buchman, Joy, Hodges, Telischi & Balkany, 2004).

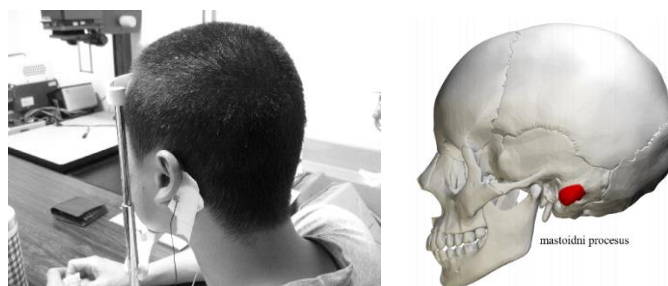
Ukoliko se porede podaci o napretku u održavanju ravnoteže kod pacijenata sa dijagnostikovanom disfunkcijom vestibularnog aparata i kod gluvih osoba uviđa se da je uzorak gluvih znatno veći i prigodniji. Takođe, za razliku od uzorka pacijenata sa raznim dijagnozama disfunkcije vestibularnog aparata, kod osoba sa gubitkom sluha nezavisno od njene etiologije deprivacija funkcije vestibularnog aparata postoji. Ove činjenice gluve osobe čine boljim uzorkom u istraživanjima deprivacije funkcije vestibularnog aparata.

Ako sumiramo sve nalaze možemo reći da osobe koji se po rođenju ili usled nekog oblika trauma ostale trajno ili privremeno uskraćene za mogućnost korišćenja vestibularnih informacija posle nekog vremena integrišući vizuelne i proprioceptivne informacije kreirale nove mentalne reprezentacije prostora. Međutim, postavlja se pitanje šta se dešava sa mentalnom reprezentacijom prostora osobe kod koje je kratkotrajno izazvana veštački deprivacijom vestibularnih informacija.

1.5. GALVANSKA STIMULACIJA VESTIBULARNOG APARATA

Brojne su tehnike koje se koriste u medicinske svrhe sa namerom da se dijagnostikuje poremećaj rada vestibularnog aparata. Tehnike se odnose na praćenje pokreta očiju usled pasivne rotacije tela, pasivnog i aktivnog rotiranja glave, irigacije slušnog kanala (Kalorik test)⁶. Jedna od novijih tehnika za dijagnostikovanje poremećaja rada vestibularnog aparata koja nije previše zahtevna za izvođenje je Galvanska stimulacija vestibularnog aparata (*Galvanic vestibular stimulation - GVS*) (Fife, Tusa, Furman, Zee, Frohman, Baloh, Hain, Goebel, Demer & Eviatar, 2000).

Galvanska vestibularna stimulacija (GVS) je prvi put korišćena 1790. godine. Efekti galvanske struje na vestibularni aparat su otkriveni slučajno. Tačnije, Aleksandro Volta je slučajno prislonio elektrode koje emituju jednosmernu struju na svoje uši što je izazvalo osećaj vrtoglavice koja je bila praćena perceptivnim promenama. Međutim, tek 1820. godine je Purkinje sistemski proučavao osećaj vrtoglavice i poremećaj balansa kod osoba usled GVS-a. Danas se ova tehnika obilato koristi za dijagnostikovanje poremećaja rada vestibularnog aparata. Koristi se i u rehabilitaciji pacijenata sa dijagnostikovanim šlogom u nameri da se poboljšaju motorne performanse i povrate motorne funkcije ekstremiteta. Aplikovanjem elektroda na obe mastoidne kosti i puštanjem struje jačine od 1 do 5 miliampera direktno se stimuliše vestibularni nerv i izaziva nistagmus i subjektivni doživljaj promene položaja tela (Fife et al., 2000). U zavisnosti od rasporeda aplikovanja elektroda (anode i katode) na levi ili desni mastoidni procesus izaziva se drugačiji efekat aktivacije. Unilateralna aktivacija, desne moždane hemisfere, se izaziva aplikovanjem anode na levi, a katode na desni mastoidni procesus. Suprotan raspored, katoda na levi, a anoda na desni mastoidni procesus, izaziva bilateralnu aktivaciju vestibularnog sistema (videti sliku 10) (Utz, Dimova, Oppenländer & Kerkhoff, 2010).



Slika 10. Prikaz aplikovanja elektroda kod ispitanika (preuzeto iz Nagaya, Sugimoto, Nii, Kitazaki & Inami, 2005; <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/mastoid-process>)

⁶ Tehnike rotacije (pasivne i aktivne) imaju prednost prilikom dijagnostikovanja bilateralnog poremećaja vestibularnog aparata, dok je Kalorik test pokazao visoku pouzdanost prilikom dijagnostikovanja unilateralnog poremećaja vestibularnog aparata. Tehnike pasivne rotacije tela mogu biti izvođene rotacijom osobe (pacijenta) na rotirajućoj stolici koja je pod kontrolom računara (glava i telo pacijenta se kreću sinhrono ujednačenom brzinom) ili manuelnim pomeranjem. Kod manuelne pasivne rotacija tela ili samo glave pacijenta rotacija se izvodi od strane stručnog lica u ritmu metronoma. Iako se ovaj vid rotacije smatra pasivnim neohodno je da pacijent saraduje sa stručnim licem kako bi mogao da bude rotiran. Aktivna rotacija glave se sprovodi tako što ispitanik samostalno pomera glavu sa jedne strane na drugu, ka zvuku koji mu se prezentuje, u vertikalnoj ili horizontalnoj ravni. Kalorik test se izvodi irigacijom (ispiranjem) ušnog kanala pacijenta toplom ili hladnom vodom (Fife et al., 2000).

1.5.1. Prednosti korišćenja GVS-a u odnosu na klasične tehnike dezorijentacije

U istraživanjima se usled želje da se izazove dezorijentacija ispitanika pribegava drugim tehnikama, koje se mogu smatrati manje invazivnim. Jedna od njih je pasivna rotacija tela ispitanika. Pri pokušaju da se pronađu informacije o stimulisanju vestibularnog aparata sa namerom dezorijentacije ispitanika uviđa se delimična doslednost istraživača po ovom pitanju. Kada si ispitanici bila deca, u zavisnosti od cilja istraživanja ili su deca bila pasivno rotirana ili je rotiran prostor u kom je vršeno ispitivanje. Kada se govori o pasivnoj dezorijentaciji ispitanika, eksperimentatori preferiraju dve procedure. Jedna je da se deca dok su u roditeljskom naručju rotiraju 4-5 puta oko svoje vertikalne ose ujednačenom brzinom. Druga procedura zahteva da se roditelji sa decom u naručju kreću oko prostora 2-3 puta. U oba slučaja su deci bile zatvorene oči tokom procedure. Vreme potrebno za pasivno kretanje ispitanika u svakoj od procedura je bilo oko 20s (Lourenco & Huttenlocher, 2006). U istraživanjima gde su ispitanici odrasle osobe dezorijentacija je vršena tako što su se ispitanici sami vrteli oko svoje vertikalne ose dok su u uspravnom položaju sa zatvorenim očima, u trajanju od 1min (Wang & Spelke, 2000; Waller & Hodgson, 2006). Korišćenjem tehnologije kao što je Stjuart platforma za simulaciju pokreta - *Stewart-Platform motion simulator* (videti sliku 11), ispitanici su bili rotirani u trajanju manjem od 4s (Von Der Heyde, Riecke, Cunningham & Bulthoff, 2000).



Slika 11. Prikaz ispitanika na Stjuart platformi koja se koristi za pasivno kretanje ispitanika u pravcima levo-desno, napred-nazad i za rotaciju oko vertikalne ose (preuzeto iz Von Der Heyde, Riecke, Cunningham & Bulthoff, 2000)

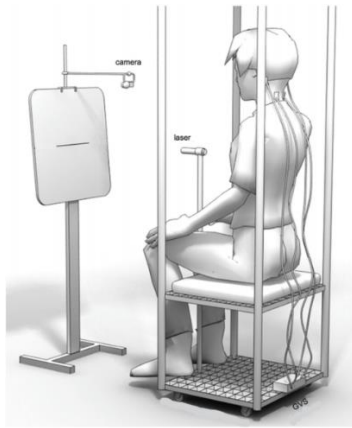
Pregledom istraživanja u vezi nastanka simptoma morske bolesti (*motion sickness*) utvrđen je optimalan broj obrtaja prilikom rotacije koji izaziva dezorijentaciju ispitanika, ali ne izaziva osećaj mučnine. Podaci ukazuju da će opušteno pomeranje glave, pri konstantnoj brzini kretanja od 3 obrtaja u minuti, izazvati uglavnom glavobolju i pospanost. Međutim, opušteno pomeranje glave, pri konstantnoj brzini kretanja i pasivnoj rotaciji tela od 30 obrtaja u minuti, kod većine ispitanika će izazvati mučninu i povraćanje (Lackner & DiZio, 2005). Imajući u vidu procedure u ranijim istraživanjima kao i nalaze vezane za nastanak simptoma morske bolesti, uviđaju se ograničenja u korišćenju ove tehnike u odnosu na GVS. Prvi nedostatak je to što se posle pasivne rotacije ispitanici moraju odmarati nekoliko desetina minuta do narednog testiranja, što nije slučaj sa GVS-om gde se ispitanici posle izloženosti galvanskoj stimulaciji odmaraju oko 10 sekundi (Utz, Dimova, Oppenländer & Kerkhoff, 2010). Jedno od većih ograničenja je i to što je za pasivnu rotaciju ispitanika potrebno da oni sede ili leže na platformi koja se rotira, što može biti ograničavajuća situacija zbog veličine platforme ako se vrši ispitivanje procene

daljine u peripersonalnom prostoru kao što je slučaj u našoj studiji. Pogodnost korišćenja tehnike GVS-a je to što stimuliše otolite baš kao i semicirkularne kanale, što nije slučaj sa većinom drugih tehnika.

1.5.2. Korišćenje galvanske stimulacije vestibularnog aparata u istraživačke svrhe

Doprinos korišćenja GVS-a kod zdravih ispitanika se ogleda u ispitivanju doživljaja nagiba tela oslanjanjem na vizuelne ili na somatosenzorne informacije (Mars, Popov & Vercher, 2001), vizuelne memorije tj. tačnosti i brzine prepoznavanja lica za vreme GVS (Wilkinson, Ko, Kilduff, McGlinchey & Milberg, 2005; Wilkinson, Nicholls, Pattenden, Kilduff, & Milberg, 2008), subjektivnog doživljaja položaja tela (Wardman, Taylor & Fitzpatrick, 2003). Takođe, korišćenjem opreme za virtuelnu realnost tim stručnjaka je pokušao da ispita tačnost procene apsolutne daljine objekta na različitim udaljenostima (5m - 25m), u tri položaja (+20° - glava se pomera unazad prilikom procene, 0° - glava stoji u prirodnom položaju, -20° - glava se pomera unapred prilikom procene) za vreme dejstva GVS-a (Török, et al., 2017). U odnosu na procenu distance na horizontali ispitanici su pokazali tendenciju da precenjaju distance koje su bile iznad nivoa horizontale kada je glava bila usmerena na gore, a potcenjivali distance koje su bile ispod nivoa horizontale, a glava usmerena na dole. Ono što je interesantno je činjenica da su se odstupanja uvećala kada se u situaciji procene distance veštački stimuliše vestibularni aparat. Može se reći da se prisustvom vestibularnih informacija upotpunjuju vizuelne i proprioceptivne informacije o opažaju daljine na taj način da se opažene distance ka vertikalni nagore produžavaju, a ka vertikalni nadole smanjuju što je u skladu sa ranijim nalazima o anizotropiji percipiranog prostora (Tošković, 2009). Nalaz da je GVS-om izazvano povećanje grešaka u proceni daljine kod zdravih ispitanika je takođe u skladu sa nalazima da osobe sa akutnim vestibularnim poremećajima više greše u proceni daljine od zdravih ispitanika (Borel, Redon-Zouiteni, Cauvin, Dumitrescu, Devèze, Magnan & Péruch, 2014).

Kako je većina ranijih studija obuhvatala rad sa pacijentima, gde se zbog prirode bolesti nekada ne može jasno izdvojiti doprinos pojedinačnih senzornih informacija na formiranje spacijalnih reprezentacija i tranzicije između bliskog i udaljenog prostora, grupa istraživača je sprovedla istraživanje u kom su ispitanici bile osobe koje nisu prijavile disfunkciju vestibularnog, vizuelnog ili auditivnog aparata. Dakle, Fere i saradnici su 2013. godine u istraživanje uključili zdrave osobe koje su za vreme izvođenja zadatka bisekcija linije bile podvrgnute GVS-u. Namera Fere i saradnika (2013) je išla u smeru da se razjasni doprinos pre svega vestibularnih informacija u uspešnosti obavljanja zadatka bisekcije linije u bliskom i udaljenom prostoru. Tim povodom su istraživači koristili slabe galvanske stimulacije vestibularnog aparata GVS-om prilikom obavljanja zadatka bisekcije linije na različitim udaljenostima od ispitanika (videti sliku 12). Rezultati ukazuju da veštačka stimulacija vestibularnog aparata izaziva blago pomeranje opažene pozicije središnje tačke linije ulevo u bliskom, a udesno u udaljenom prostoru u odnosu na realnu poziciju sredine linije. Poređenja radi u istraživanju Haligana pacijent je opažao da je sredina linije u bliskom prostoru pomerena udesno, a u udaljenom pomerena ulevo (Halligan & Marshall, 1991). Međutim, između bliskog i udaljenog prostora stimulacijom pacijenata GVS-om nisu izazvane značajne razlike u odstupanju u opaženoj poziciji sredine linije od realne pozicije (Ferre, Longo, Fiori & Haggard, 2013), dok su kod Haligana odstupanja u opaženoj poziciji veća kada je linija prezentovana pacijentu u bliskom prostoru u odnosu na udaljeni.

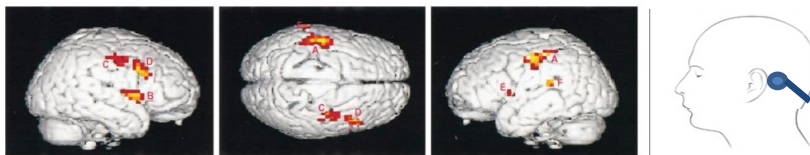


Slika 12. Prikaz ispitanika u eksperimentalnoj situaciji izvršenja zadatka bisekcije linije prilikom GVS-a (preuzeto iz Ferre, Longo, Fiori & Haggard, 2013)

Pored toga što su vestibularne informacije važne u proceni orijentacije, položaja tela, opažaja ubrzanja tela, linearnog ili ugaonog, one imaju važnu ulogu i u aktivaciji/deaktivaciji drugih senzornih zona sa kojima su u koordinaciji zarad omogućavanja funkcionisanja osobe na svakodnevnom nivou. Primenom tehnike galvanske vestibularne stimulacije (GVS) uviđa se da iako galvanska struja izaziva aktivaciju osmog kranijalnog nerva, a zatim i moždane regije odgovorne za obradu vestibularnih informacija, ona izaziva i aktivaciju većeg broja drugih moždanih zona. Tehnikom GVS-a se aplikovanjem elektroda na mastoidne procesuse stimulišu sve periferne strukture vestibularnog aparata (otolitni organ i polukružni kanali) što kod osobe izaziva subjektivni doživljaj dezorijentacije (videti sliku 13). Stimulacija zdravih osoba GVS-om, tokom snimanja u fMRI skeneru, jasno ukazuje na aktivaciju multisenzornih zona kao što je PIVC (parietoinsular vestibular cortex) koji je odgovoran za integraciju vestibularnih, vizuelnih i somatosenzornih informacija (Della-Justina, Manczak, Winkler, Araújo, Souza, Amaro Junior, & Gamba, 2014). Takođe, među aktiviranim zonama su i one koje su odgovorne za izvršavanje auditivnih i nociceptivnih funkcija⁷ (Lobel, Kleine, Bihan, Leroy-Willig & Berthoz, 1998). Kako bi mogli da naprave distinkciju između vestibularnih, okulomotornih i nociceptivnih funkcija moždane kore, istraživači su analizirali rezultate fMRI mozga 6 zdravih ispitanika, prilikom galvanske vestibularne stimulacije oba mastoidna procesusa (videti sliku 13), galvanske stimulacije kože vrata sa namerom izazivanja bola (Galvanic pain stimulation (GPS)) i auditivne stimulacije (AS). Tačnije, oni su poredili razlike u promeni signala koje su povezane sa rastom i padom nivoa kiseonika u krvi, tokom združenih i pojedinačnih stimulacija, koje signaliziraju aktivaciju odnosno deaktivaciju pojedinih moždanih zona. Rezultati ukazuju da se GVS može povezati sa okulomotornim i vestibularnim funkcijama, ali i sa ograničenom deaktivacijom vizuelnog i somatosenzornog korteksa. Autori navode da se supresijom ulaznih informacija iz jednog od dva navedena sistema, daje prednost pristiglim informacijama iz vizuelno-vestibularnog ili nociceptivno-somatosenzornog sistema (Bense, Stephan, Yousry, Brandt & Dieterich, 2001). Možemo li onda reći da nervni sistem u situacijama kada postoje multisenzorni prijem informacija, inhibira neke od informacija kako bi se u obzir uzele samo one čulne informacije koje su se pokazale kao validnije? Ili se u obzir uzimaju samo one

⁷ Nociceptori predstavljaju receptore koji se odnose na percepciju bola (specijalizovane periferne osetne neurone). Lokalizovani su u tkivima sa zadatkom da se aktiviraju na jake podražaje iz okoline koji svojim dejstvom mogu dovesti do oštećenja tkiva (Puljak & Sapunar, 2014).

informacije koje izazivaju aktivaciju više moždanih zona u kojima se integrišu multisenzorne informacije?



Slika 13. Aktivacije moždanih zona usled gavlanske vestibularne stimulacije oba mastoidna procesusa (preuzeto iz Lobel, Kleine, Bihan, Leroy-Willig & Berthoz, 1998)

Dakle, sa sigurnošću možemo reći da se deprivacijom funkcije vestibularnog aparata kod zdravih ispitanika provocira stanje organizma nalik onom koje se može opaziti kod osoba u akutnoj fazi vestibularnog oštećenja. Na osnovu dosadašnjih saznanja zaključujemo da vestibularni aparat ima ulogu da obezbedi ispitaniku informacije koje će u integraciji sa vizuelnim i propioceptivnim da upotpune spacijalni doživljaj sa ciljem da osoba donese odluku o sprovođenju akcije usmerene na objekat. Na ovo su nam ukazala neka od ranije pomenutih istraživanja koja ističu ulogu vestibularnih informacija u promeni opažene daljine na različitim pravcima posmatranja nazivajući ovaj robustan fenomen anizotropija opažene daljine (Tošković, 2004; 2012). O ovom fenomenu će u narednom poglavlju biti više reči.

1.6. RAZUMEVANJE FENOMENA ANIZOTROPIJE OPAŽENE DALJINE

Većina svakodnevnih aktivnosti čoveka je ispunjena integracijom informacija iz više čulnih analizatora. Angažovanjem više čulnih sistema se dobija mogućnost da se pouzdanija informacija pošalje izvršiocima motorne radnje (mišićima) kako bi se postigao željeni cilj. Doprinos pojedinih čulnih informacija prilikom obavljanja rutinskih manuelnih radnji se može saznati iz serije istraživanja vezanih za procenu daljine objekta, pravca pomeranja ruke prilikom posezanja za objektom, brzine dohvatanja objekta, veličine otvora šake prilikom dohvatanja objekta itd. Ono što je zaokupiralo našu pažnju je multisenzorna integracija informacija prilikom opažanja daljine objekta. Kako je ova tema više istraživana u ekstrapersonalnom prostoru počecemo od pregleda upravo ove grupe istraživanja.

Ranije istraživanje koje je ukazalo na činjenicu da fizički prostor nije identičan opaženom prostoru je bilo istraživanje Kaufmana i Roka (Kaufman & Rock, 1962) koji preko Mesečeve iluzije ukazuju na anizotropnost percipiranog prostora. Naime, Mesec se opaža kao veći na horizontu nego kada je u zenitu. Objasnjenje ovih autora je da se promena opažene veličine javlja zbog promene opažene daljine, koja je posledica različitog broja znakova dubine na horizontu i zenitu. Manji broj znakova dubine ka zenitu ima za posledicu da se percipirani prostor opaža kao komprimovan na tom pravcu. Opažaj manje udaljenosti ka zenitu ima za posledicu opažaj Meseca kao manjeg nego kada je na horizontu. Ovo može delovati kontraintuitivno, pošto znamo da nam bliži objekti deluju veće, ali treba imati na umu da po hipotezi Roka i Kaufmana Mesec nije zaista bliži, on je zapravo ka zenitu dalji od posmatrača nego što vizuelni sistem procenjuje. Imajući u vidu da se radilo o opažanju nebeskog tela koje se nalazi na velikoj udaljenosti od posmatrača, naredna istraživanja su krenula u smeru ispitivanja ovog fenomena na nešto manjim udaljenostima od ispitanika i uz kontrolu broja znakova dubine. Tada je usledila serija ispitivanja doprinosa multisenzornih informacija pri proceni daljine ka horizontu (pravo ispred ispitanika - fizička horizontala) i ka zenitu (iznad glave ispitanika - fizička vertikalna) uz

ujednačenu raspodelu znakova dubine na oba pravca. U ovim istraživanjima se pokazuje jasna tendencija ispitanika da daljine ka zenitu procenjuju kao duže od fizički istih udaljenosti ka horizontu, što je suprotno od onoga što bi bila očekivanja Roka i Kaufmana (Tošković, 2004; Tošković, 2009). Jedna od pretpostavki istraživača je bila da se variranjem položaja tela ispitanika (stajanje i ležanje na leđima), čime su se menjale vestibularne informacije, mogu prouzrokovati dodatne promene pri proceni fizički istih udaljenosti na horizontalnom i vertikalnom pravcu (ka zenitu). Takođe, u skladu sa ranijim istraživanjima varirana je i količina informacija o dubini pa su ispitanici procene vršili u mračnoj sali (redukovana distribucija znakova dubine) i napolju (neujednačena distribucija znakova dubine ka horizontu i zenitu). Rezultati ukazuju da kada ispitanik stoji i kada leži na leđima napolju, kao i kada stoji u sali daljine prema zenitu opaža kao duže u odnosu na fizički iste ka horizontu. Naime, nezavisno od količine vizuelnih informacija o dubini koje su trenutno dostupne ispitaniku u interakciji sa vestibularnim i proprioceptivnim informacijama (pomeranjem glave ka vertikali i horizontali menjaju se informacije iz mišića vrata, ali i vestibularne informacije) formira se autentičan opažaj prostora koji odudara od fizičkog (Tošković, 2004). Kada je istraživanje vršeno u ekološki validnijim uslovima, na pošumljenom prostoru, sa podjednakom distribucijom znakova dubine na oba pravca, i variranjem položaja tela (stojeći i ležeći) rezultati pokazuju da se distance prema horizontu opažaju kao kraće od identičnih ka zenitu bez obzira na položaj tela (Tošković, 2009). To znači da opažaj da je prostor iznad ispitanika duži ostaje stabilan bez obzira na položaj tela (promena vestibularnih informacija) u situaciji sa ujednačenim brojem vizuelnih informacija o dubini u oba pravca. Shodno rečenom menjanjem vestibularnih informacija, promenom položaja tela, i proprioceptivnih informacija, promenom položaja glave, pri proceni daljina na vertikalnom i horizontalnom pravcu dolazi do relativno stabilnog opažaja izduženosti vertikalnog prostora.

Može se reći da je multisenzorna interakcija informacija takva da ona nekada pojačava, a nekada smanjuje razlike u opaženoj daljini objekta ka zenitu u odnosu na horizont. Zapravo, oslanjanjem na vizuelne, vestibularne i proprioceptivne informacije formira se opažaj maksimalnog izduženja prostora ka zenitu. Isključenjem proprioceptivnih⁸ ili vestibularnih informacija⁹ prilikom procene daljine opažaj izduženosti prostora se smanjuje, ali i dalje postoji, što govori u prilog stabilnosti fenomena *anizotropije opažene daljine* (Tošković, 2004). Pretpostavka je da iako prilikom procene daljine objekta vizuelne informacije imaju dominantnu ulogu, integracija sa proprioceptivnim i vestibularnim informacijama ima važnu svrhu, prilagođavanja opažene daljine količini fizičkog napora potrebnog za izvođenje potencijalnog pokreta posezanja za objektom. Imajući u vidu da bi se potencijalni pokret usmeren ka objektu na vertikalnom pravcu (ka zenitu) izvodio suprotno dejstvu sile gravitacije, motorni sistem dobija instrukcije da je objekat udaljeniji od osobe i da treba uložiti više fizičkog napora za njegovo dohvaćanje nego za dohvaćanje objekta na fizički istoj udaljenosti na horizontalnom pravcu.

Pretpostavka o percepciji potencijalnog napora potrebnog za sprovođenje neke motorne aktivnosti ili procene daljine je proveravana kroz niz istraživačkih linija jedne grupe saradnika. U jednom od radova je cilj bio ispitati da li prisustvo, odnosno odsustvo vizuelnih informacija (misli se na optički tok) prilikom hoda na traci za trčanje izaziva drugačije efekte procene egocentrične daljine (Proffitt, Stefanucci, Banton & Epstein, 2003). U nekom od eksperimentalnih zadataka ispitanici su vršili procenu daljine mete u udaljenom tj. ekstrapersonalnom prostoru (od 3m do 13m) posle perioda hodanja po traci za trčanje, uz prisustvo/odsustvo informacija o optičkom toku. Prema dobijenim rezultatima ispitanici

⁸ Ispitanik vrši procenu daljine pomeranjem gornjeg dela tela bez pomeranja glave (gledanje kroz noge). Na taj način se menjaju vestibularne informacije dok proprioceptivne informacije iz mišića vrata ostaju nepromenjene (Toković, 2010).

⁹ Ispitanik vrši procenu daljine u ležećem položaju na boku i pomeranjem glave ka subjektivnoj vertikali i horizontali aktiviraju se proprioceptivne informacije iz mišića vrata, dok su vestibularne informacije nepromenjene (Tošković, 2009).

su pokazali jasnu tendenciju precenjivanja daljina kada nisu imali informacije o optičkom toku prilikom perioda kretanja po traci. Naime, odsustvo pojedinih, inače dostupnih, informacija kod zdravih osoba uzrokovalo je konstantne greške u opažaju. Zaključak istraživača je da vizuelno-motorni sistem kalibriše percipirani napor hodanja unapred sa promenom u optičkom toku računavajući prethodno uloženi napor hodanja na traci u odsustvu optičkog toka. Dakle, obazrivo pretpostavimo da su egzekutivni signali poslani motornom sistemu posledica sinhronizovanja pređašnjeg iskustva sa trenutno dostupnim senzornim informacijama.

Kako se priča o multisenzornoj integraciji informacija do sada bazirala na proceni daljine, uloženi napor, doživljaju horizontalnog položaja tela osobe ili pravca ka zenitu u udaljenom prostoru, potrebno je usmeriti pažnju na uloge informacija iz više čulnih modaliteta kada su u pitanju aktivnosti u ličnom prostoru individue.

Prvi put se prostor nazvan zona bega (*flight zone*) pominje 1955. godine kada je Hediger primetio da u ciriškom zoo vrtu životinje dozvoljavaju predatoru ili suparniku da im pride na određeno odstojanje pre nego reaguju. Kasnije je uočeno da i ljudi imaju ovakav prostor koji nazivaju svojom sigurnom zonom ili peripersonalnim prostorom (PPP) (Graziano & Cooke, 2006). To je prostor koji je neposredno uz i oko tela osobe i neprestano se prilagođava promenama u okruženju koje nastaju kretanjem osobe. Istraživanja su pokazala da neuralnu osnovu PPP čini fronto-parijetalna kortikalna mreža koja dobija informacije iz multisenzornih neurona koji reaguju na somatosenzorne stimulacije šake, lica ili trupa kao i na auditivne i vizuelne stimulacije koje se javljaju ne preblizu, ali ni predaleko od ovih delova tela (Blanke, Slater & Serino, 2015). Karakteristika ovih multisenzornih neurona je to što su centrirani na telo (trup) osobe čak i ako se udovi pomeraju (Graziano & Cooke, 2006). Dodatna istraživanja su pokazala da je granica PPP oko glave približno 25cm i da se može izdužiti i do 42 cm. Navedeno ukazuje da se PPP može remapirati tj. najčešće uvećati, kao posledica dejstva više različitih faktora, a sve sa namerom sprovođenja akcija usmerenih na cilj (*goal-directed actions*) (Pfeiffer, Noel, Serino & Blanke, 2018). Ono što je Graziano naglasio kao važno je postojanje senzorne pažnje u prostoru oko tela osobe. Ova senzorna pažnja u PPP omogućava da posle npr. dodira ruke osoba usmeri pažnju na ruku i ubrza procesiranje svih vizuelnih stimulusa koji su u njenoj blizini (Graziano & Cooke, 2006). Može se reći da su ovakve svakodnevne situacije sasvim uobičajene i da nema previše angažovanja viših kognitivnih procesa pri obavljanju aktivnosti kao što su hodanje, zaobilaženje prepreka ili dohvatanje pribora prilikom konzumacije hrane tj. pri obavljanju rutinskih radnji. Važno saznanje koje čini glavni oslonac naše studije se odnosi na promenu opažaja daljine u peripersonalnom prostoru i to tako da se udaljenosti od 40 cm do 1m iznad ispitanika, ka zenitu, opažaju kao izduženije od istih daljina na horizontu (Tošković, 2015). Dakle, iako pomenutim istraživanjem nisu obuhvaćeni svi slojevi peripersonalnog prostora pretpostavljamo da se pravilnosti fenomena anizotropije opažene daljine koje važe za udaljeni prostor preslikavaju i na bliski prostor oko individue.

Ono što smo do sada imali priliku da uočimo je da se promenom položaja tela osobe menja: odnos "centra mase" gravireceptora u odnosu na pravac dejstva sile zemljine teže, distribucija krvi u telu i ekstremitetima, procena potencijanog napora pri dohvatanju objekta kao i vestibularne informacije što se pokazalo kao potencijalno važno za procenu daljine objekta. Takođe, promenom položaja tela ispitanik se dovodi u situaciju u kojoj možda nema dovoljno iskustva sa sprovođenjem motornih aktivnosti pa se posebno interesantnim čini činjenica da mozak može da vrši supresiju pojedinih informacija prilikom multisenzorne integracije, kako bi drugim informacijama dao prednost. Naime, uočeno je da se prijemom informacija iz jednog čulnog modaliteta aktiviraju neuralne zone drugih čulnih modaliteta što ukazuje na važnost multisenzorne integracije informacija u cilju optimizacije uloženi

napora pri postizanju željenog ishoda aktivnosti što u našem slučaju znači tačna procena daljine objekta. Pored toga, sa izuzetkom jednog istraživanja (Tošković, 2015), vidimo da je anizotropija opažene daljine fenomen koji je ispitivan pre svega u ekstrapersonalnom prostoru. Pretpostavke istraživača su išle u smeru da se interakcija vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija odigrava tako da se organizmu pruži mogućnost da što preciznije izvrši neku akciju usmerenu na objekat. Ipak, iako se organizam oslanja na interakciju informacija iz više čula uviđaju se veća ili manja odstupanja u proceni daljine objekta. Međutim, da li ta odstupanja utiču na efikasnost sprovođenja akcije? Istraživanja ukazuju da opažanje vertikalnog prostora ka zenitu kao izduženog u odnosu na horizontalni ima za cilj precizniju procenu potrebnog napora za sprovođenje potencijalnog pokreta koji je suprotan pravcu dejstva sile zemljine teže. U ovom slučaju pretpostavke istraživača su da vestibularni sistem ima važnu ulogu u korekciji opažene daljine. Slanjem signala da je položaj u kom treba izvesti akciju suprotan dejstvu sile zemljine teži i zahteva veće angažovanje mišića ruku prilikom izvođenja pokreta zapravo pomaže ispitaniku da akciju izvrši što uspešnije. Tačnije, ulaganje više fizičkog napora u sprovođenje akcije ka vertikali ka zenitu u odnosu na horizontalu se direktno može povezati sa precenjivanjem udaljenosti na vertikali u odnosu na horizontalu (Tošković, 2009). Uključivanje proprioceptivnih informacija iz mišića ruku na procenu daljine pokazalo se kao važan faktor koji utiče na sprovođenje akcija usmerenih na dohvatanje objekata u peripersonalnom prostoru (Bagesteiro, Sarlegna & Sainburg, 2006).

2. PREDMET I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

2.1. Predmet istraživanja

Predmet ove studije je ispitati da li fenomen anizotropije opažene daljine postoji u peripersonalnom prostoru kao što je to sličaj u ekstrapersonalnom prostoru. Za razliku od istraživanja procene daljine u ekstrapersonalnom prostoru u peripersonalnom prostoru nije sistemski ispitivan uticaj pojedinačnih senzornih informacija (vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih) na formiranje opažaja daljine i pojavu fenomena anizotropije. Stoga je fokus naše studije bio na ispitivanju doprinosa pojedinačnih informacija, njihovih združenih uticaja, ali i deprivacije pojedinih informacija pri proceni daljine objekta u peripersonalnom prostoru. Takođe, sprovođenjem ove studije postojala je namera da se fenomen anizotropije opažene daljine, povezan sa percepcijom ulaganja napora u sprovođenje pokreta, ispita u peripersonalnom prostoru u kom se motorne aktivnosti svakodnevno sprovode.

Kako bi studija što obuhvatnije mogla da ispita fenomen anizotropije u peripersonalnom prostoru i kako bi mogli da rezultate studija sprovedenih u ekstrapersonalnom prostoru poredimo sa našim u prvom delu studije smo se usredsredili na repliciranje istraživanja Toškovića. Stoga smo po uzoru na pređašnje studije preuzeli eksperimentalne zadatke koji se razlikuju po dostupnosti pojedinačnih senzornih informacija. Tako smo u nameri da ispitamo uticaj proprioceptivnih informacija na procenu daljine preuzeli dva zadatka. U prvom ispitanik oslanjajući se na integraciju vizuelnih, vestibularnih i proprioceptivnih informacija iz mišića vrata *navodi* eksperimentatora da reprodukcije opaženu daljinu umesto njega. U drugom zadatku ispitanik samostalno *sprovodi motornu aktivnosti* reprodukcije daljine koristeći se vizuelnim, vestibularnim i proprioceptivnim informacijama iz mišića vrata, ali i mišića ruke. U želji da se usredsredimo na doprinos izučavanju fenomena anizotropije opažene daljine ispitivanjem uticaja vestibularnih informacija na opažaj daljine pored preuzetih eksperimentalnih zadataka uveli smo dodatne eksperimentalne situacije variranja položaja tela ispitanika. Na taj način smo varirali vestibularne informacije koje ispitanik koristi za procenu daljine.

U drugom delu studije smo želeli da ispitamo da li fenomen anizotropije opažene daljine ostaje stabilan i kad su ispitanici onemogućeni da koriste vestibularne informacije. Stoga smo želeli da u istraživanje uključimo grupi ispitanika iz populacije gluvih. Razlog za to su nalazi pojedinih studija koje ukazuju da kod gluvih osoba usled deprivacije funkcije čula sluha može doći do deprivacije funkcije čula ravnoteže (Cushing, Chia, James, Papsin & Gordon, 2008; Buchman, Joy, Hodges, Telischi & Balkany, 2004). Pored populacije gluvih osoba u istraživanje smo uključili i osobe koje su veštačkim putem kratkotrajno onemogućene da koriste vestibularne informacije. Na ovaj način smo imali nameru da ispitamo i da li postoje razlike u efektu anizotropije opažene daljine između grupa ispitanika koji koriste vestibularne informacije, onih koji duže i onih koji su trenutno onemogućeni da koriste vestibularne informacije prilikom procene daljine.

2.2. Ciljevi istraživanja

Način na koji smo osmislili studiju je zahtevao organizovanje ciljeva u odnosu na vrstu zadatka koji se koristi za procenu daljine, položaja tela ispitanika prilikom procene i dostupnosti vestibularnih informacija koje u ranijim studijama nisu bile sistemski kontrolisane pa predstavljaju fokus naše studije. Nakon svega do sada izloženog koncipirali smo četiri osnovna cilja istraživanja iz kojih proističu odgovarajući potciljevi. Svaki od navedenih ciljeva je realizovan u okviru jednog ili više eksperimenata.

Cilj 1. Ispitati opažaj daljine objekta u peripersonalnom prostoru u zadatku navođenja. Oslanjanjem ispitanika na vizuelne, propioceptivne informacije iz mišića vrata i vestibularne informacije imaćemo mogućnost da uvidimo da li fenomen anizotropije opažene daljine ostaje stabilan u peripersonalnom prostoru kao što je to slučaj u ekstrapersonalnom prostoru. U okviru ovog cilja su definisana još tri potcilja:

1. Ispitati da li kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u sedećem položaju postoje razlike u proceni fizički istih udaljenosti na horizontalnom i vertikalnom pravcu.

U ovom položaju subjektivna vertikala/horizontala odgovaraju fizičkoj vertikali/horizontali. Prema nalazima ranijih istraživanja u ekstrapersonalnom prostoru se udaljenosti na vertikalnom pravcu ka zenitu opažaju kao duže, a ka tlu kao kraće, od fizički istih udaljenosti na horizontalnom pravcu. Razlike u opažaju su verovatno posledica integracije vizuelnih, propioceptivnih i vestibularnih informacija u cilju uspešnijeg izvođenja akcije - kada se organizam priprema za sprovođenje pokreta ka vertikali gore (suprotno dejstvu sile gravitacije) potrebno je da uloži veći fizički napor, a ka vertikali dole (u smeru dejstva sile gravitacije) manji fizički napor (Tošković, 2004). Imajući u vidu da se u peripersonalnom prostoru zaista izvode akcije usmerene na objekat, pretpostavljamo da će postojati isti obrazac odnosa opaženih daljina kao u ekstrapersonalnom prostoru.

2. Ispitati da li će kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u ležećem položaju na leđima postojati razlike u proceni fizički istih udaljenosti na horizontalnom i vertikalnom pravcu.

Razlike u proceni bi trebalo da budu takve da udaljenosti koje se nalaze na subjektivnoj horizontali budu opažene kao duže u odnosu na subjektivnu vertikalnu gore i subjektivnu vertikalnu dole. Odnosno, u ovom položaju će fizička vertikala ka zenitu biti opažena kao duža, što je standardni nalaz, samo što fizička vertikala ka zenitu sada odgovara subjektivnoj horizontali dok subjekti leže na leđima. U ranijim studijama se pokazalo da se u ekstrapersonalnom prostoru u ležećem položaju na leđima udaljenosti na horizontalnom pravcu opažaju kao kraće od istih na vertikalnom, pri čemu se misli na fizičke, a ne na subjektivne pravce (Tošković, 2009).

3. Ispitati da li kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u ležećem položaju na stomaku postoje razlike u proceni fizički istih udaljenosti na horizontalnom i vertikalnom pravcu.

Pri ovakvom položaju ispitanika subjektivna horizontala odgovara fizičkoj vertikali ali ka tlu, a daljine ka tlu se opažaju kao kraće u odnosu na daljine ka horizontu (Tošković, 2011). Dakle, poređenjem daljina na fizičkoj vertikali ka tlu, u stojećem položaju, sa onim na fizičkoj horizontali ispitanici pokazuju jasnu tendenciju da duže daljine na vertikali ka tlu izjednačavaju sa kraćim na horizontu, što nedvosmisleno ukazuje da vertikalne udaljenosti ka tlu ispitanici opažaju kao kraće (Tošković, 2011). U ranijim studijama se pokazalo da se u ekstrapersonalnom prostoru udaljenosti na fizičkoj horizontali lokalizovane iza ispitanika, koje se procenjuju gledanjem kroz noge, čime se menja položaj glave, a ujedno i vestibularne informacije, doživljavaju kao duže u odnosu na identične udaljenosti na fizičkoj horizontali koje su lokalizovane ispred ispitanika (Tošković, 2010). Promene vestibularnih informacija izazvane promenom položaja tela i glave pri gledanju kroz noge, se mogu uporediti sa promenama vestibularnih informacija kada ispitanik procenjuje daljine stimulusa ležeći na stomaku.

Cilj 2. Ispitati opažaj daljine objekta u peripersonalnom prostoru u zadatku motorne reprodukcije. Na ovaj način ćemo imati mogućnost da uvidimo da li fenomen anizotropije opažene daljine u peripersonalnom prostoru ostaje stabilan kada za procenu daljine pored integracije vizuelnih, propioceptivnih informacija iz mišića vrata i vestibularnih informacija ispitanici koriste i propioceptivne informacije iz mišića ruku. Ovaj zadatak je naročito važan ako se uzme u obzir da se ranija objašnjenja nastanka fenomena anizotropije opažene daljine u ekstrapersonalnom prostoru baziraju na potencijalnom naporu potrebnom za izvođenje pokreta usmerenog na objekat čija se daljina procenjuje. S tim u vezi bi sprovođenje akcija usmerene na objekat omogućilo proveru ove pretpostavke pri proceni daljine u peripersonalnom prostoru. Iz drugog cilja su proistekla tri potcilja:

1. Ispitati da li će kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u sedećem položaju u zadatku motorne reprodukcije anizotropija opažene daljine biti manja nego u zadatku navođenja.

Integracija vizuelnih, propioceptivnih i vestibularnih informacija sa namerom da se organizam pripremi za sprovođenje napornijeg pokreta ka vertikali dovodi do toga da se udaljenosti na vertikali opažaju kao duže od istih na horizontali (Tošković, 2004). Ipak, ranije studije su pokazale i da se pokretanjem ruke pri reprodukciji daljine, kao što je slučaj u zadatku motorne reprodukcije, ispitanik više oslanja na propioceptivne informacije nego na vizuelne i vestibularne informacije te manje greši u proceni (Todić Jakšić & Tošković, 2019a). Imajući to u vidu efekat anizotropije opaženog prostora će biti manji u zadatku motorne reprodukcije.

2. Ispitati da li će kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u ležećem položaju na leđima u zadatku motorne reprodukcije, efekat anizotropije opažene daljine biti manji nego u zadatku navođenja.

Naša očekivanja su bazirana na nalazima da se ispitanici dominantno oslanjaju na proprioceptivne u odnosu na vizuelne informacije prilikom reprodukcije daljine (Bagesteiro, Sarlegna and Sainburg, 2006). U skladu sa tim očekujemo slabiji efekat anizotropije opažene daljine nego u zadatku navođenja.

3. Ispitati da li će kada je telo kod ispitanika iz opšte populacije u ležećem položaju na stomaku postojati razlike u proceni udaljenosti između horizontalnog i vertikalnog pravca, ali tako da razlike u proceni udaljenosti budu manje u zadatku motorne reprodukcije u odnosu na zadatak navođenja.

U ranijim studijama se pokazalo da se u ekstrapersonalnom prostoru udaljenosti ka tlu doživljavaju kao kraće, jer se promenom položaja glave menjaju vestibularne informacije (Tošković, 2011). Ako se uzme u obzir da se prilikom sprovođenja akcije hvatanja objekta prednost daje proprioceptivnim informacijama iz mišića ruke, ne vizuelnim i vestibularnim informacijama (Bagesteiro, Sarlegna and Sainburg, 2006) može se pretpostaviti da će efekat anizotropije biti manji u zadatku motorne reprodukcije u odnosu na zadatak navođenja.

Cilj 3. Ispitati anizotropiju opažene daljine u peripersonalnom prostoru u zavisnosti od toga da li vestibularni aparat normalno funkcioniše prilikom procene ili postoji neki vid deprivacije funkcionisanja vestibularnog aparata (trajna i privremena deprivacija). Na ovaj način ćemo imati mogućnost da uvidimo da li fenomen anizotropije opažene daljine u peripersonalnom prostoru ostaje stabilan kada se procena daljine vrši umesto uobičajnom integracijom vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija integracijom samo vizuelnih i proprioceptivnih informacija. S tim u vezi ispitanici su bile osobe za koje se osnovano sumnja da imaju trajnu deprivaciju funkcije vestibularnog aparata tj. gluve osobe koje imaju iskustvo u kompenzovanju ovog nedostatka i ispitanici koji su u eksperimentalnim uslovima dezorijentisani i nisu imali ranije iskustvo kompenzovanja nedostatka vestibularnih informacija. I u okviru ovog cilja imamo tri potcilja:

1. Ispitati da li će u zadatku navođenja kod ispitanika koji ne mogu da koriste vestibularne informacije (trajna i privremena deprivacija) efekat anizotropije opažene daljine biti slabijeg inteziteta nego kod ispitanika iz opšte populacije.

Naša očekivanja se baziraju na nalazima koji ukazuju da dezorijentacijom ispitanika procena udaljenosti stimulusa mete manje odstupa od realne udaljenosti standarda u odnosu na situaciju kada su ispitanicima dostupne vestibularne informacije (Todić Jakšić & Tošković, 2019b). Dakle, kod ispitanika sa trajnom i privremenom deprivacijom vestibularnog aparata očekujemo slabiji efekat anizotropije opažene daljine nego kod ispitanika iz opšte populacije.

2. Ispitati da li će u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika koji ne mogu da koriste vestibularne informacije (trajna i privremena deprivacija) anizotropija opažene daljine biti slabijeg inteziteta od ispitanika iz opšte populacije.

Raniji nalazi nas upućuju da je procena daljine stimulusa mete bliža daljini standarda u situaciji kada je ispitanik dezorijentisan u odnosu na situaciju kada su ispitaniku dostupne vestibularne informacije (Todić, Jakšić & Tošković, 2019b). Takođe, fenomen anizotropije opažene daljine ukazuje na razlike u potencijalnom naporu potrebnom za sprovođenje pokreta usmerenog ka objektu na fizički istoj udaljenosti na vertikalnom i na horizontalnom pravcu (Tošković, 2004). Zapravo, pokret koji zahteva identičan napor izveden na vertikalnom pravcu ka zenitu procenjuje se kao intenzivniji od onog koji se izvodi na horizontalnom pravcu (Toskovic, 2012). S tim u vezi očekivanja su da će se efekat anizotropije umanjiti kod ispitanika koji su kratkotrajno onemogućeni da koriste vestibularne informacije za koje se potvrdilo da imaju ulogu da prilikom procene daljine objekta ukalkulišu potencijalni napor pokreta.

3. Ispitati da li će kod ispitanika koji trajno ne mogu da koriste vestibularne informacije efekat anizotropije opažene daljine biti slabijeg inteziteta u odnosu na ispitanike koji su privremeno onemogućeni da koriste vestibularne informacije.

Naša očekivanja se baziraju na nalazima koji ukazuju da se dezorijentacijom ispitanika procena udaljenosti približava realnoj u odnosu na situaciju kada su ispitanicima dostupne vestibularne informacije (Todić, Jakšić & Tošković, 2019b). Sa druge strane, gluve osobe su za razliku od osoba iz opšte populacije imale mogućnost da u dužem vremenskom periodu kompenzuju nedostatak vestibularnih informacija (Cushing, Chia, James, Papsin & Gordon, 2008). Dakle, gluve osobe se pri orijentaciji u prostoru oslanjaju više na druge izvore informacija, pa bi se smanjeno oslanjanje na vestibularni aparat odrazilo na fenomene u čijoj multisenzornoj prirodi ovaj aparat učestvuje, poput anizotropije opažene daljine. Shodno tome bismo kod gluvih osoba očekivali slabiji efekat anizotropije nego kod osoba sa privremenom deprivacijom vestibularne funkcije.

Cilj 4. Ispiti da li se fenomen anizotropije opažene daljine formira u odnosu na subjektivne ili fizičke ose. Pod subjektivnim osama podrazumevamo pravce posmatranja definisane u odnosu na telo (ispred, iznad i ispod), a pod fizičkim pravce definisane u odnosu na tlo (paralelno tlu, ka tlu i od tla ili ka zenitu). Prema nalazima ranijih istraživanja koja su podrazumevala menjanje položaja tela prilikom procene daljine nije moguće jasno uvideti da li se promenom položaja iz npr. sedećeg u ležeći na leđima fizička horizontala opaža i dalje kao horizontala ili možda kao subjektivna vertikalna tj. pravac iznad glave. U nameri da se provere ranija saznanja u okviru naše studije ispitanici pored dva pomenuta položaja zauzimaju i ležeći položaj na stomaku. Na taj način smo pokušali da obezbedimo poređenje vrednosti anizotropije za fizičke pravce vertikalna ka zenitu, vertikalna ka tlu koji su u različitim položajima tela subjektivno (u odnosu na telo) različiti pravci. Rezultati ranijih istraživanja sugerišu da bi primat u određenju anizotropije opažene daljine mogli imati fizički određeni pravci (Tošković, 2004), pa su i naša očekivanja u tom smeru.

3. OPŠTI METOD ISTRAŽIVANJA

U ovom delu rada će biti opisane osnovne i zajedničke odrednice svih sprovedenih eksperimenata u cilju lakšeg praćenja ostatka teksta i izbegavanja nepotrebnog ponavljanja. Naravno, sve metodološke specifičnosti vezane za pojedinačne eksperimente će biti u sklopu svakog od njih dodatno pojašnjene.

Uzorak:

U istraživanju je ukupno učestovalo 56 osoba iz studentske i opšte populacije kao i 13 članova Udruženja gluvih i nagluvih osoba Kosovske Mitrovice. Od toga je u prvom eksperimentu učestovalo 15 studenata psihologije Filozofskog fakulteta u Prištini, ženskog pola, uzrasta od 18 do 30 godina (AS=20, SD=2.9). U drugom eksperimentu je učestovalo 15 osoba iz studentske populacije, oba pola (2 muškarca), uzrasta od 18 do 22 godine (AS=19.8, SD=0.94). U trećem i četvrtom eksperimentu je učestovalo 13 članova Udruženja gluvih i nagluvih osoba u Kosovskoj Mitrovici, 6 muškaraca i 7 žena, uzrasta od 31 do 60 godina (AS=44.3, SD=9.99). U petom eksperimentu je ukupno učestovalo 13 ispitanika od toga 9 studenata psihologije Filozofskog fakulteta u Kosovskoj Mitrovici i 4 osobe iz opšte populacije, 2 muškarca i 11 žena, uzrasta od 18 do 65 godina (AS=28, SD=16.1). U šestom eksperimentu je ukupno učestovalo 13 ispitanika, od toga 8 studenata psihologije Filozofskog fakulteta u Kosovskoj Mitrovici i 5 osoba iz opšte populacije, 4 muškaraca i 9 žena, uzrasta od 18 do 62 godine (AS=28.7, SD=14.7).

Broj ispitanika je određen na osnovu ranijih studija ispitivanja uticaja vizuelnih i proprioceptivnih informacija na opažaj daljine. Da bismo, u svakom od eksperimenata, detektovali minimalnu vrednost efekta dobijenu u prethodnim studijama ($\eta^2=0.5$), za snagu statističkog testa od 0.8 i alfa nivo od 0.05 potrebno je minimum 10 ispitanika po eksperimentu. Svi ispitanici su imali normalan vid ili korigovan do normalnog i niko od ispitanika nije prijavio zdravstvene probleme neurološke prirode. Svi ispitanici su dali svoju pismenu saglasnost za učestvovanje u istraživanju koje je odobreno od strane Etičke komisije Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Kako bi bili sigurni da su učesnici iz subpopulacije gluvih i nagluvih razumeli sve odrednice saglasnosti koju potpisuju istu su potpisali u prisustvu tumača za znakovni jezik.

Aparatura:

Za potrebe ove studije, po uzoru na ranija istraživanja, konstruisana je aparatura koja je korišćena u svim eksperimentalnim situacijama (videti slike 14 i 15). Aparaturu sačinjava:

1. Konstrukcija na kojoj su instalirane dve identične platforme (100cm x 8cm x 2,5cm) koje su fiksirane pod uglom od 90°. Platforme se mogu pomerati u odnosu na konstrukciju i to tako da budu postavljene na dva načina:

- da jedna bude orijentisana ka fizičkoj horizontali, a druga ka fizičkoj vertikali ka zenitu ili
- da jedna bude orijentisana ka fizičkoj vertikali ka tlu, a druga ka fizičkoj horizontali.

Platforme imaju belu površinu na čijem središnjem delu se nalazi crna metalna traka (kako bi se prilikom reprodukcije daljine stimulus, na kom se nalazi magnet, mogao lakše prikačiti na platformu). Na bočnim stranama platforme se nalazi samolepljiv metar kojim se registruje udaljenost stimulusa, a koji ispitanik ne može da vidi.

2. Mobilna podloga na kojoj su ispitanici ležali. Podloga je podesiva po visini tako da svaki ispitanik može da ležeći na njoj nasloni nos na platformu za procenu daljine.

3. Stolica koja je podesiva po visini tako da svaki ispitanik nezavisno od svoje visine može da sedeći na njoj nasloni nos na platformu za procenu daljine.

Stimulus:

Kao stimulusi u svim eksperimentalnim situacijama su korišćena dva kvadra žute boje, dimenzija 2,5cm x 4,5cm x 1,5cm, vertikalno orijentisana. Na donjoj strani stimulusa se nalazio magnet koji treba da omogući stabilnost prijanjanja stimulusa na platformu (videte sliku 14).

Instrumenti:

U istraživanju je u cilju pouzdanog merenja statičkog balansa i na taj način indirektno provereno funkcionisanje vestibularnog aparata korišćen Unipedalni test (*Unipedal stance test*). Ovaj test je sastavni deo protokola za kliničku procenu statičkog balansa kod dece i odraslih. Test-retest pouzdanost se kreće u opsegu od 0.74 (oči su zatvorene prilikom testiranja) do 0.91 (oči su otvorene prilikom testiranja). Skor na Unipedalnom testu predstavlja broj sekundi koje ispitanik provede stojeći na dominantnoj nozi u dve odvojene situacije: stajanje sa otvorenim i stajanje sa zatvorenim očima. Na osnovu skora na testu moguće je izvršiti diskriminaciju ispitanika u odnosu na pol i starost na one sa slabim (skor je manji od prosečne vrednosti tri merenja) i one sa normalnim statičkim balansom (skor je viši od prosečne vrednosti tri merenja) (tabela 1). Springer i saradnici (Springer, Marin, Cyhan, Roberts & Gill, 2007) su posle brojnih testiranja kreirali jedinstvenu proceduru prilikom testiranja kao i norme u odnosu na pol i godine života za obe testovne situacije (tabela 1).

Pre početka glavnog dela eksperimenta svaki ispitanik je bio podvrgnut testiranju statičke ravnoteže korišćenjem Unipedalnog testa sa namerom da se izvrši selekcija ispitanika. U istraživanju su učestvovali samo oni ispitanici iz studentske i opšte populacije čiji je skor na testu u skladu sa datim normama u odnosu na pol i godine života. Kada su u pitanju ispitanici iz populacije gluvi i nagluvi, skor na testu je imao ulogu da ukaže na moguće postojanje vestibularnog oštećenja. Tačnije u istraživanje su uključeni oni ispitanici koji su na testu postigli skor niži od očekivanog u odnosu na zadate norme (tabela 1).

Tabela 1. Norme na Unipedalnom testu u odnosu na pol i starost (Springer et al., 2007)

uzrast	otvorene oči (sec)				zatvorene oči (sec)			
	Žene *	Žene **	Muškarci *	Muškarci **	Žene *	Žene **	Muškarci *	Muškarci **
18-39	45.1	43.5	44.4	43.2	13.1	8.5	16.9	10.2
40-49	42.1	40.4	41.6	40.1	13.5	7.4	12.0	7.3
50-59	40.9	36.0	41.5	38.1	7.9	5.0	8.6	4.5
60-69	30.4	25.1	33.8	28.7	3.6	2.5	5.1	3.1
70-79	16.7	11.3	25.9	18.3	3.7	2.2	2.6	1.9
80-99	10.6	7.4	8.7	5.6	2.1	1.4	1.8	1.3

* najviša vrednost tri merenja

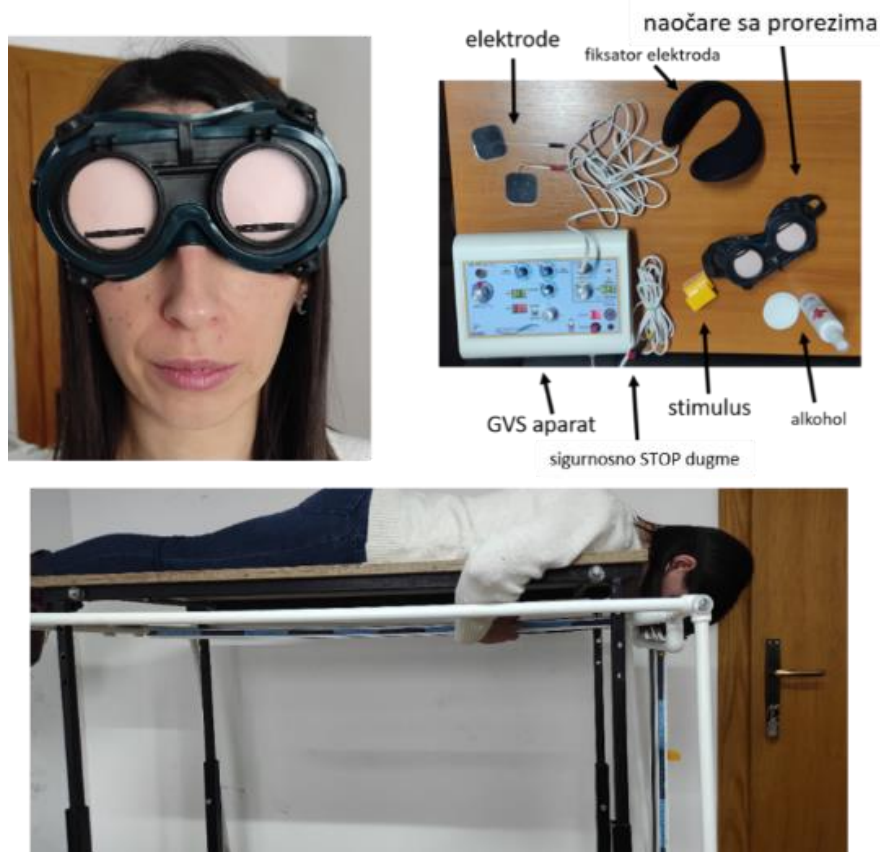
** prosečna vrednost tri merenja

U cilju dezorijentacije ispitanika u istraživanju je korišćen aparat za galvansku vestibularnu stimulaciju (Pluton electronic) na kom je moguće podesiti intenzitet struje i trajanje stimulacije (videti sliku 14, gore desno). Kako bi se obezbedilo dobro prijanjanje elektroda za kožu ispitanika, koža je očišćena alkoholom, a posle lepljenja elektrode su dodatno pričvršćene fiksatorom. Ukoliko bi se za vreme stimulacije ispitanik osećao ugroženo mogao je da kratkim pritiskom na STOP dugme prekine dotok struje u elektrode.

Postupak:

Eksperimenti su izvedeni u prostoriji koja je osvetljena. Ispitivanje je vršeno individualno, a u zavisnosti od toga da li je ispitanik bila gluva osoba, osoba iz opšte populacije koja je bila/nije bila stimulirana GVS-om (1mA, 3s) vreme ispitivanja je variralo od 90 do 120 minuta. Kako bi sprečili da tokom procene daljine ispitanici pomeraju oči ka vertikali ili horizontali, nosili su naočare za horizontalnim prorezima (pravac proreza prati liniju koja spaja dva oka). Prorezi su uvek bili

pozicionirani tako da ne pokrivaju vidno polje ispitanika kada gleda pravo ispred sebe, nezavisno od položaja tela (videti sliku 14). Na ovaj način se obezbeđuje da se prilikom procene menjaju samo proprioceptivne informacije mišića vrata kao i vestibularne informacije, ali ne i proprioceptivne informacije mišića očiju.



Slika 14. Prikaz opreme koja je korišćena u istraživanju i eksperimentalne situacije procene daljine u ležećem položaju na stomaku



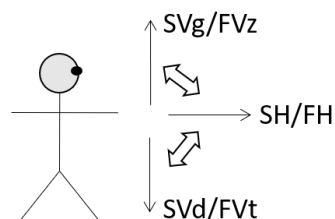
Slika 15. Prikaz eksperimentalne situacije procene daljine u sedećem i položaju ležanja na leđima

U istraživanju je zadatak ispitanika bio da posle posmatranja stimulusa nekoliko sekundi na jednom pravcu (npr. horizontalnom), pomeri glavu ka drugom pravcu (npr. vertikalnom) i reprodukuje zadatu daljinu. Prvi pravac (npr. horizontalni) je onaj na kom se nalazio *standardni stimulus*, a drugi pravac (npr. vertikalni) je onaj na kom se reprodukuje zadata daljina pomeranjem *stimulusa mete*. Nakon toga bi ispitanik posmatrao daljinu standarda na drugom pravcu, a pomerio stimulus na prvom, odnosno ono što je bilo standard bi postalo meta i obratno. Procena svake pojedinačne daljine standardna je vršena po dva puta na svakom pravcu i u svakom položaju ispitanika. U zavisnosti od vrste zadatka ispitanici su ili navodili eksperimentatora ili sami reprodukovali zadatu daljinu. U opisu pojedinačnih eksperimenata će biti više reči o samim zadacima.

Po uzoru na ranije studije, a u svrhu kasnijeg poređenja rezultata, ispitanici su menjali položaj tela prilikom procene daljine iz sedećeg u ležeći na leđima i ležeći na stomaku. Na ovaj način su ispitanici vršili procenu daljine stimulusa na različitim pravcima u različitim položajima tela. Imajući u vidu prethodno rečeno, neophodno je definisati odnos pravaca posmatranja prilikom reprodukcije daljine. Pravce smo definisali u odnosu na telo ispitanika (subjektivni pravci) i u odnosu na tlo (fizički pravci). Zbog lakšeg praćenja daljeg teksta detaljnije ćemo opisati i ilustrovati odnose fizičkih i subjektivnih pravaca posmatranja uzimajući u obzir položaje tela ispitanika.

Sedeći položaj: 1. Poređenje subjektivne horizontale /fizičke horizontale sa subjektivnom vertikalom gore/fizičkom vertikalom ka zenitu i obrnuto;

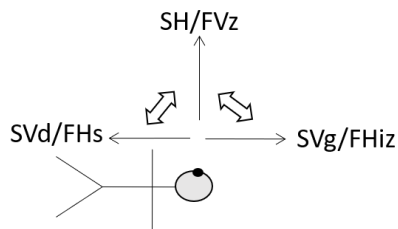
2. Poređenje subjektivne horizontale /fizičke horizontale sa subjektivnom vertikalom dole/fizičkom vertikalom ka tlu i obrnuto.



SVg	subjektivna vertikala gore	FVz	fizička vertikala ka zenitu
SH	subjektivna horizontala	FH	fizička horizontala
SVd	subjektivna vertikala dole	FVt	fizička vertikala ka tlu

Ležeći položaj na leđima. 1. Poređenje subjektivne horizontale/fizičke vertikale ka zenitu sa subjektivnom vertikalom dole/fizičkom horizontalom iznad glave i obrnuto,

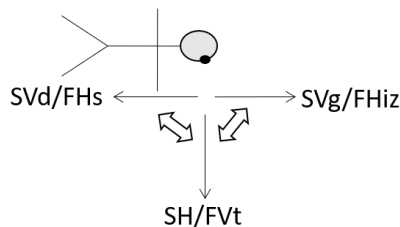
2. Poređenje subjektivne horizontale/fizičke vertikale ka zenitu sa subjektivnom vertikalom dole /fizičkom horizontalom ka stopalima i obrnuto.



SVg	subjektivna vertikala gore	FHiz	fizička horizontala iznad glave
SH	subjektivna horizontala	FVz	fizička vertikala ka zenitu
SVd	subjektivna vertikala dole	FHs	fizička horizontala ka stopalima

Ležeći položaj na stomaku. 1. Poređenje subjektivne horizontale/fizičke vertikale ka tlu sa subjektivnom vertikalom gore/fizičkom horizontalom iznad glave i obrnuto,

2. Poređenje subjektivne horizontale/fizičke vertikale ka tlu sa subjektivnom vertikalom dole/fizičkom horizontalom ka stopalima i obrnuto.



SVg	subjektivna vertikalna gore	FHiz	fizička horizontala iznad glave
SH	subjektivna horizontala	FVt	fizička vertikalna ka tlu
SVd	subjektivna vertikalna dole	FHs	fizička horizontala ka stopalima

Kako se prema neuropsihološkim studijama slojevi prostora oko tela ispitanika protežu od 20 cm, 40 cm pa do 70 cm (Holmes and Spence, 2004) istraživanjem je trebalo obuhvati što više udaljenosti u okviru ovog prostora. Nas izbor daljina je bio 20cm 40cm i 60cm. Razlog da se izabere udaljenost od 60cm se nalazi u rezultatima naše ranije studije. U njoj su ispitanici imali zadatak da imaginarno odguriju objekat vrhovima prstiju, a prosečna dužina ruke ispitanika je bila 74.8cm (Todić Jakšić i Tošković, 2019b). Imajući u vidu da jedan od zadataka u ovoj studiji zahteva reprodukciju daljine pomeranjem stimulusa rukom naš izbor treće standardne daljina je bio umanjen za prosečnu dužinu šake ispitanika, što bi bilo oko 60cm.

Pre početka izvođenja svakog pojedinačnog eksperimenta ispitanici su upoznati sa činjenicom da će po završetku serije reprodukcija daljina u jednom položaju tela nastaviti sa učešćem u eksperimentu reprodukcijom daljina zauzimajući drugi, odnosno treći položaj. Između serije reprodukcija ispitanici su imali pauzu u trajanju od 10 minuta. Takođe, kroz četiri probna pokušaja reprodukcije ispitanici su mogli da provere/provežbaju da li su dobro razumeli instrukcije. Važno je napomenuti da je redosled izlaganja stimulusa na različitim daljinama i pravcima bio randomizovan kao i položaj tela ispitanika. Tokom ispitivanja gluvih ispitanika u prostoriji je bio i tumač za znakovni jezik.

Nacrt:

Nezavisne varijable su bile:

Položaj tela ispitanika prilikom reprodukcije daljine, varijabla sa 3 nivoa (sedeći položaj, ležeći položaj na leđima i ležeći položaj na stomaku); Zadana daljina stimulusa, varijabla sa 3 nivoa (udaljenost od 20cm, 40cm i 60cm); Pravac poređenja, varijabla sa 3 nivoa (subjektivna vertikalna gore, subjektivna horizontala i subjektivna vertikalna dole); Vrsta zadatka prilikom reprodukcije daljine, varijabla sa 2 nivoa (zadatak navođenja i zadatak motorne reprodukcije); Grupa ispitanika, varijabla sa 3 nivoa (opšta populacija, gluvi i stimulusani GVS-om). U tabeli 2 su označene varijable koji su ispitivane u okviru pojedinačnih ili grupe eksperimenata.

Zavisna varijabla je mogla da bude vrednost reprodukovane daljine izražene u centimetrima ili vrednost anizotropije opažane daljine.

Vrednosti anizotropije su izračunate preko odnosa reprodukovanih daljina na horizontalnom i vertikalnom pravcu. Tačnije, pomenute vrednosti anizotropije su dobijene deljenjem reprodukovane daljine na jednom pravcu sa vrednošću reprodukovane daljine na drugom pravcu. U skladu sa nalazima ranijih studija za prvi pravac je uziman uvek onaj na kome se očekuje manja vrednost reprodukovane daljine, a za drugi onaj na kome se očekuje veća vrednost. Na ovaj način su izračunate vrednosti za sve

subjektivne pravce poređenja (vertikala gore u odnosu na horizontalu kao i horizontala u odnosu na vertikalnu dole) uzimajući u obzir položaj tela ispitanika i daljinu stimulusa. Prilikom tumačenja jačine efekta anizotropije opažene daljine treba naglasiti da vrednosti bliže nuli ukazuju na jači efekat, a bliže jedinici na izostanak efekta. To znači da ako npr. ispitanik reprodukuje udaljenost od 20cm na vertikali gore, a 27cm na horizontali vrednost anizotropije je 0.74, dok izjednačavanjem procena na oba pravca količnik ima vrednost jednaku 1 što ukazuje na izostanak efekta. Ukoliko vrednost anizotropije znatno pređe vrednost 1 to bi ukazivalo da postojanje anizotropije u smeru suprotnom od očekivanog.

Tabela 2. Varijable koje su ispitivane u okviru pojedinačnih eksperimenata, para eksperimenata ili grupe eksperimenata

Eksp. 1	Eksp. 2	Eksp. 3	Eksp. 4	Eksp. 5	Eksp. 6
Eksp. 1	Eksp. 2	Eksp. 3	Eksp. 4	Eksp. 5	Eksp. 6
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X

Poređenje
eksperimenta
1 i 2

Poređenje eksp.
1, 3 i 5

Poređenje
eksperimenta
3 i 4

Poređenje eksp.
1, 3 i 5

Poređenje
eksperimenta
5 i 6

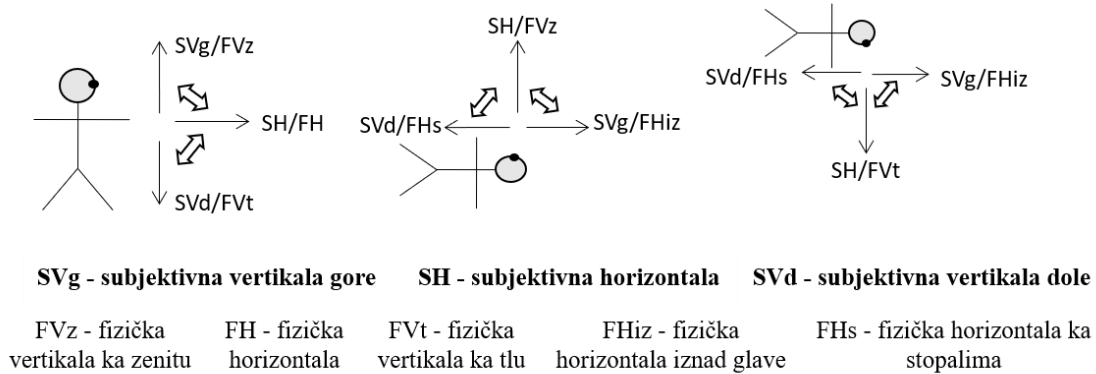
U narednim poglavljinima ćemo hronološki prikazati sprovedene eksperimente u skladu sa ciljevima istraživanja. Počecemos osnovnim opisom svakog eksperimenta, opisom metoda i završiti analizom podataka.

4. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE BEZ DEPRIVACIJE VESTIBULARNOG SISTEMA

4.1. ZADATAK NAVODENJA (EKSPERIMENT 1)

Prema ranijim nalazima multisenzorna interakcija informacija u ekstrapersonalnom prostoru izaziva opažaj da su daljine na vertikalnom pravcu ka zenitu veće u odnosu na identične daljine na horizontalnom pravcu, nezavisno od toga da li je položaja tela ispitanika sedeći ili ležeći na leđima (Tošković, 2004; 2009; 2010 i 2011). U pomenutim istraživanjima se ispitanik prilikom procene daljine oslanja na interakciju vizuelnih, vestibularnih i proprioceptivnih informacija iz mišića vrata. Stoga je navođenje eksperimentatora da pomeri stimulus na opaženu udaljenost adekvatan eksperimentalni zadatak koji smo i mi preuzeli baš kao i položaje tela koje su ispitanici zauzimali pridodajući im još jedan, ležeći na stomaku. S tim u vezi eksperiment je spoveden sa ciljem da se ispita da li promena položaja tela ispitanika utiče na procenu daljine stimulusa na vertikalnom i horizontalnom pravcu kada se reprodukcija standardne daljine vrši navođenjem eksperimentatora u peripersonalnom prostoru (*zadatak navođenja*).

U zavisnosti od položaja tela ispitanika organizivane su tri odvojene eksperimentalne situacije. Svaka od eksperimentalnih situacija je specifična po tome što ispitanik menjanjem položaja tela poredi daljine na subjektivno istim ali fizički različitim pravcima. U *prvoj eksperimentalnoj situaciji* ispitanici su na unapred pripremljenoj stolici zauzeli sedeći položaj. U *drugoj eksperimentalnoj situaciji* ispitanici su, na pripremljenoj mobilnog podlozi, zauzeli ležeći položaj na leđima, dok su na istoj podlozi u *trećoj eksperimentalnoj situaciji* ispitanici zauzeli ležeći položaj na stomaku. Odnos subjektivnih i fizičkih pravaca je prikazan na slici (slika 16)¹⁰.



Slika 16: Prikaz položaja ispitanika u sve tri eksperimentalne situacije

4.1.1. Metod

Procedura: U ovom eksperimentu je zadatak ispitanika bio da reprodukuje daljinu standardnog stimulusa navodeći eksperimentatora da pomeri stimulus metu na opaženu udaljenost. Instrukcija koju su ispitanici dobili je glasila ovako: *Vaš zadatak je da dobro osmotrite udaljenost stimulusa na jednom pravcu, pomerite glavu ka drugom pravcu i navodeći eksperimentatora, koji pomera identičan stimulus onom koji se nalazi na prvom pravcu, koristeći se rečima bliže-dalje reprodukujete opaženu daljinu. Kada eksperimentator pomeri stimulus na udaljenost koja vam deluje kao da je identična udaljenosti stimulusa na prvom pravcu, možete obavestiti eksperimentatora da ste zadovoljni reprodukcijom.*

4.1.2. Rezultati

Analiza rezultata je organizovana u skladu sa istraživačkim hipotezama i to na način da prvi deo analize obuhvata poređenje procena daljina na dva pravca (subjektivna vertikalna gore-subjektivna horizontala i subjektivna horizontala-subjektivna vertikalna dole) u cilju utvrđivanja postojanja fenomena anizotropije opažene daljine. U svakoj od analiza smo poredili po dva pravca, ne sva tri odjednom, pošto su procene uvek vršene tako da se direktno porede samo po dva pravca. U okviru svake od analiza poređenja pravaca uzima se u obzir položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku). U drugom delu analize smo izračunali vrednosti anizotropije opažene daljine deljenjem procena sa

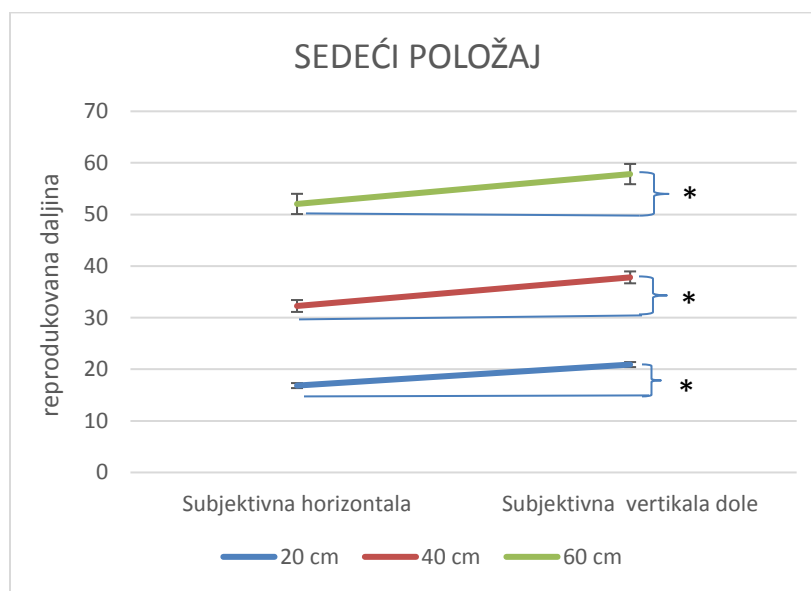
¹⁰ Pošto je u svim eksperimentima položaj ispitanika kao i odnos subjektivnih i fizičkih pravaca bio identičan prikazanom na slici 16 u opisu svih narednih eksperimentalnih situacija ćemo se pozivati na ovu sliku.

različitih pravaca za svaki položaj tela što je ukupno šest vrednosti (3 položaja tela x 2 pravca poređenja). Potom smo poredili vrednosti anizotropije za subjektivno iste pravce koji su u različitim položajima tela fizički različiti pravci.

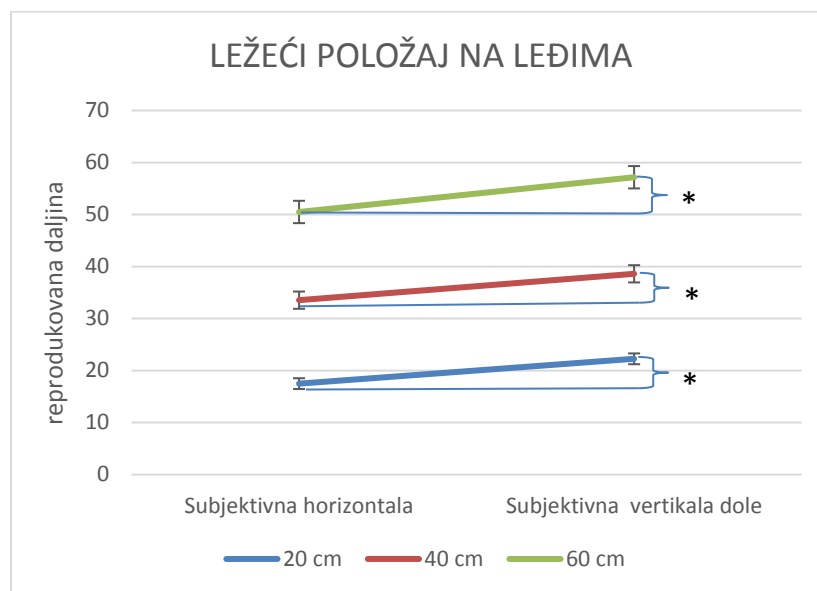
4.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

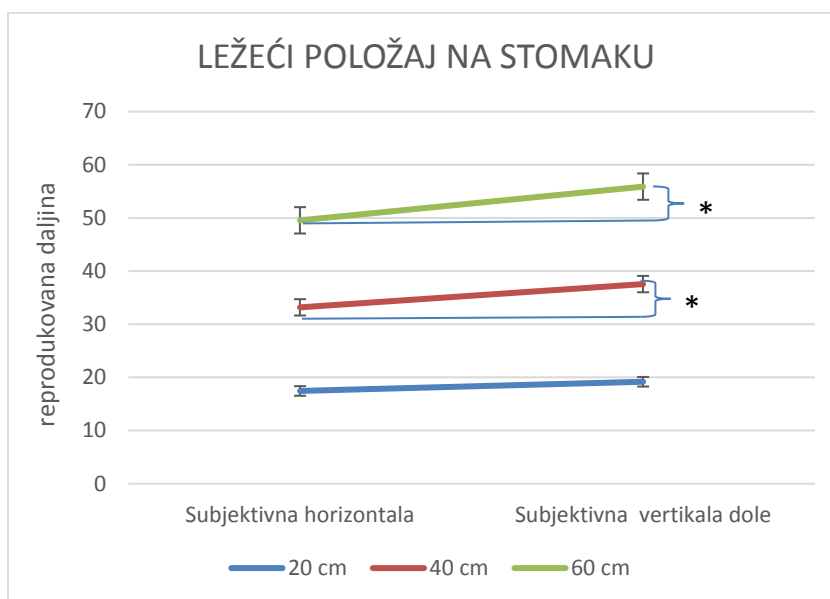
Analiza je pokazala postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,28)=6.092$, $p=.006$, $\eta^2=.303$). Takođe, utvrđeno je da postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,14)=68.602$, $p=.000$, $\eta^2=.831$) i daljine stimulusa ($F(2,28)=912.357$, $p=.000$, $\eta^2=.985$), ali ne i položaja tela ispitanika. Dakle, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira zavisno od pravca na kom se vrši procena i udaljenosti stimulusa, nezavisno od položaja tela ispitanika prilikom procene. Naknadni Šidakovi testovi ukazuju na značajne razlike u vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od pravca procene i to na svim daljinama i pozicijama ispitanika. Treba napomenuti da jedino u situaciji kada vrše procenu ležeći na stomaku ispitanici ne prave razliku u opažaju daljine između pravaca kada je stimulus na 20 cm od njih (videti priloge 1 i 2 i slike 17, 18 i 19).



Slika 17. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 18. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 19. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Prema dobijenim podacima uviđamo da ispitanici izjednačavaju duže daljine na subjektivnoj vertikali dole sa kraćim na subjektivnoj horizontali. Tačnije, ispitanici prilikom svojih reprodukcija standardnih daljina izjednačavaju npr. u sedećem položaju 60cm na vertikali dole sa 50cm na horizontali. Ukoliko se posmatraju svi položaji tela posebno, ali i standardne daljine stimulusa, može se uvideti doslednost ispitanika u svojoj proceni, uz izuzetak jedne eksperimentalne situacije. Taj izuzetak može da bude osnov praćenja sa ciljem da se ispita da li se na ovoj poziciji (ležanje na stomaku) i udaljenosti

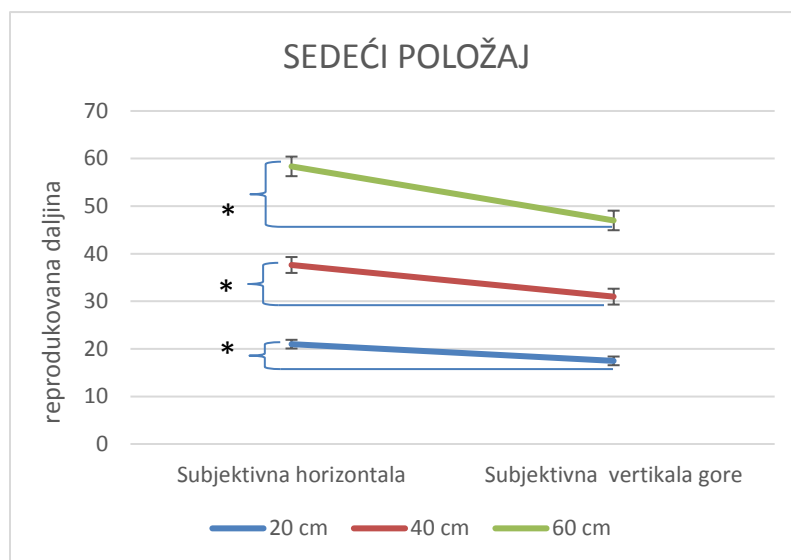
(20cm) javlja sistematsko odstupanje od anizotropije opažane daljine koje ukazuje na neku dodatnu pravilnost ili je u pitanju samo slučajno variranje opažaja daljine.

Na osnovu svega ranije rečenog zaključujemo da ispitanici dosledno udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali, nezavisno od udaljenosti standarda ili od položaja ispitanika prilikom procene.

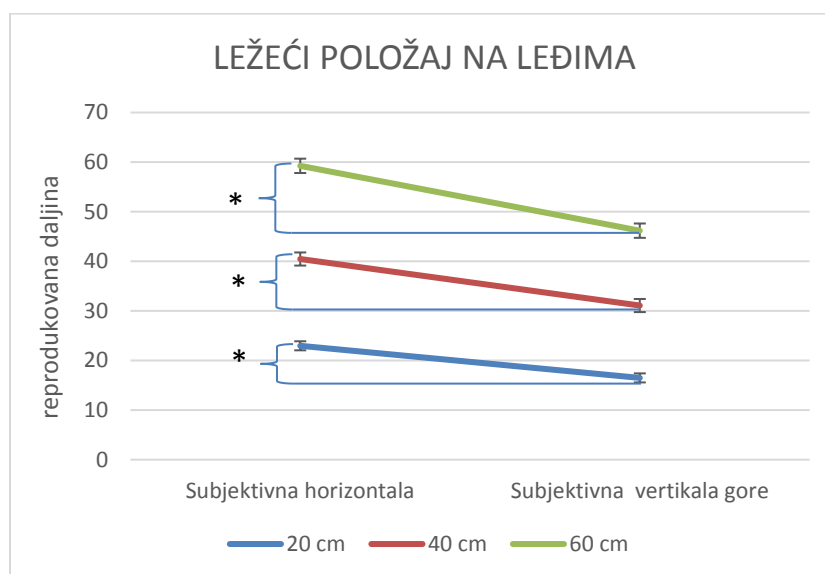
4.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

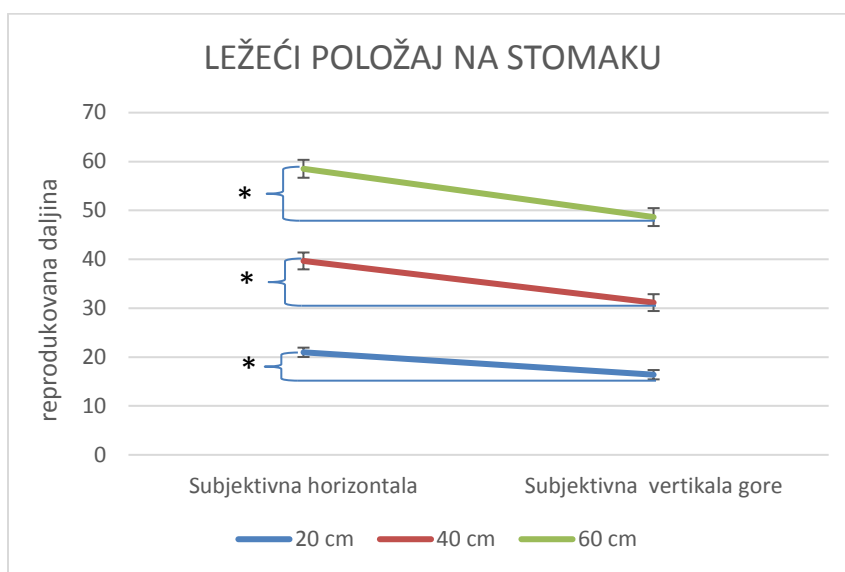
Urađena analiza varijanse je pokazala postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,28)=21.015$, $p=.000$, $\eta^2=.600$). Takođe, utvrđeno je da postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,14)=56.694$, $p=.000$, $\eta^2=.802$) i daljine stimulusa ($F(2,28)=1661.538$, $p=.000$, $\eta^2=.992$), ali ne i položaja tela ispitanika. Dobijeni podaci navode da procena daljine stimulusa varira u odnosu na pravac procene i daljinu stimulusa, nezavisno od položaja tela ispitanika. Naknadni Šidakovi testovi poređenja razlika ukazuju na značajne razlike u reprodukovanoj daljini stimulusa između pravca procene i to na svim daljinama i pozicijama ispitanika (videti priloge 3 i 4 i slike 20, 21 i 22).



Slika 20. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 21. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 22. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Kao i u prethodnoj analizi ispitanici su dosledni u svojoj proceni bez obzira da li prilikom procene sede, leže na leđima ili stomaku bez obzira da li je stimulus na manjoj ili većoj udaljenosti od njih. Dakle, poređenjem pravaca subjektivna vertikalna gore sa subjektivnom horizontalom ispitanici kraće udaljenosti na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali. Stoga, možemo reći da dobijeni rezultati jasno ukazuju da ispitanici udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali.

4.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja

Kako su rezultati prethodnih analiza sugerisali da se anizotropija opažane daljine formira u odnosu na subjektivne ose, ovom analizom smo u želji da ispitamo stabilnost ovog fenomena poredili izraženost anizotropije na subjektivno istim, a fizički različitim pravcima poređenja. U okviru dve dvofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja uzimajući u obzir faktore položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku) i daljinu stimulusa (20, 40 i 60cm) poredili smo jačinu anizotropije opažene daljine između subjektivno istih, a fizički različitih pravaca. Da podsetimo, jačina anizotropije se određuje kroz odnos procena na dva različita pravca posmatranja.

4.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analiza pokazuje da je efekat položaja tela ispitanika izostao ($F(2,28)=1.222$, $p=.310$, $\eta^2=.080$) kao i efekat daljine stimulusa ($F(2,28)=2.870$, $p=.073$, $\eta^2=.170$), ali i njihova interakcija ($F(4,56)=1.718$, $p=.159$, $\eta^2=.109$). Napomenimo da se sa promenom položaja tela iz sedećeg u ležeći položaj menja odnos fizičkih i subjektivnih osa, tj. u sedećem položaju se one poklapaju, dok se pri ležanju na leđima i na stomaku ne poklapaju (fizička vertikalna odgovara subjektivnoj horizontali i obratno). Dakle, pošto nema razlika u jačini efekta anizotropije između subjektivne horizontale u odnosu na subjektivnu vertikalnu dole bez obzira na promenu udaljenosti stimulusa i položaja tela, možemo reći da se efekat formira prema subjektivnim osama (videti prilog 5).

4.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analizom je utvrđeno da nema statistički značajnog efekta položaja tela ispitanika ($F(2,28)=1.341$, $p=.278$, $\eta^2=.087$), daljine stimulusa ($F(2,28)=0.318$, $p=.279$, $\eta^2=.022$), kao ni njihove interakcije ($F(4,56)=1.823$, $p=.137$, $\eta^2=.115$). Pošto ne postoje razlike u jačini efekta anizotropije između subjektivne vertikalne gore u odnosu na horizontalu u zavisnosti od udaljenosti stimulusa i položaja tela možemo zaključiti da se anizotropija opažene daljine bazira na subjektivnim osama procene. Dakle, pošto se odnos subjektivnih osa ne menja, iako one predstavljaju različite fizičke ose, pretpostavljamo da se fenomen anizotropije oslanja na subjektivno određene ose (videti prilog 6).

4.1.4. Diskusija

Cilj prvog eksperimenta je bio ispitati da li prilikom procene daljine na horizontalnom i vertikalnom pravcu promena položaja tela ispitanika, iz sedećeg u ležeći na leđima i na stomaku, utiče na anizotropiju opažene daljine u peripersonalnom prostoru. Ranije studije na osnovu kojih smo zasnovali naše istraživačke hipoteze su ukazivale da se promenom pravca procene menja opažaj daljina i to tako da se daljine koje se nalaze na vertikalnom pravcu ka zenitu procenjuju kao duže, dok se daljine

na vertikalnom pravcu ka tlu procenjuju kao kraće u odnosu na iste udaljenosti na horizontalnom pravcu (Tošković, 2004). Međutim, kako se radi o nalazima studija u kojima su procenjivane daljine u ekstrapersonalnom prostoru želeli smo da ispitamo da li će se nalazi ranijih studija preslikati i na našu studiju.

Prema nalazima naše prve analize ispitanici opažaju udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od udaljenosti na subjektivnoj horizontali, nezavisno od položaja tela. Prema tome, ovi nalazi su donekle u skladu sa nalazima prethodnih studija. Tačnije, subjektivna vertikala dole se u sedećem položaju poklapa sa fizičkom vertikalom ka tlu, dok se u ležećem položaju na leđima poklapa sa fizičkom horizontalom. U oba slučaja se ovaj pravac od strane ispitanika opaža kao kraći, jer se udaljenosti na njemu izjednačavaju sa kraćim udaljenostima na drugom pravcu poređenja. U sedećem položaju su pravci poređenja subjektivna horizontala i subjektivna vertikala dole koje odgovaraju fizičkoj horizontali i fizičkoj vertikali ka tlu, a u ležećem položaju na leđima su pravci poređenja subjektivna horizontala i subjektivna vertikala dole koje odgovaraju fizičkoj vertikali ka zenitu i fizičkoj horizontali. S tim u vezi možemo zaključiti da su dobijeni nalazi nedvosmisleno u skladu sa prethodnim (Tošković, 2004, 2009). Međutim, neočekivan nalaz je da i u ležećem položaju na stomaku ispitanici opažaju subjektivnu vertikalu dole kao kraću. U ovom položaju tela ispitanika subjektivna vertikala dole odgovara fizičkoj horizontali, a subjektivna horizontala fizičkoj vertikali ka tlu. Tačnije, dobijeno je da se udaljenosti na fizičkoj horizontali opažaju kao kraće od onih na fizičkoj vertikali ka tlu što nije standardan nalaz ranijih istraživanja. Prema ranijim studijama udaljenosti na vertikali ka tlu se opažaju kao kraće od istih na fizičkoj horizontali (Tošković, 2011). Takođe, ranije studije su pokazale da se udaljenosti na fizičkoj horizontali iza ispitanika, pri gledanju kroz noge, opažaju kao duže u odnosu na identične udaljenosti na fizičkoj horizontali ispred ispitanika (Tošković, 2010).

Drugom analizom smo kao i u prvoj delimično potvrdili nalaze prethodnih studija. U drugoj analizi smo poredili procene daljina na subjektivnoj vertikali gore u odnosu na subjektivnu horizontalu. U situaciji kada se subjektivna vertikala gore poklapa sa fizičkom vertikalom ka zenitu (sedeći položaj) i kada se poklapa sa fizičkom horizontalom (ležeći položaj na stomaku) ispitanici udaljenosti na ovim pravcima opažaju kao duže. Ovi nalazi su u skladu sa ranijim nalazima. Ipak, iznenađujuć je rezultat da se u ležećem položaju na leđima udaljenosti na fizičkoj horizontali (subjektivna vertikala gore) opažaju kao duže u odnosu na udaljenosti na fizičkoj vertikali ka zenitu (subjektivna horizontala). Očekivan nalaz je da se pravac ka zenitu opazi kao duži (Tošković, 2009). Ovo ukazuje da se opažaj daljine u peripersonalnom prostoru u većoj meri formira na osnovu subjektivno definisanih pravaca (u odnosu na telo). Za sada nije jasno zbog čega su dobijeni drugačiji rezultati u ekstrapersonalnom prostoru.

Dve naknadne analize smo uradili u pokušaju da ispitamo razlike u jačini efekta anizotropije opažane daljine u različitim položajima tela ispitanika. U analizama u kojima smo poredili vrednosti anizotropije za subjektivno iste ali fizički različite pravce dobili smo nalaze u kojima je potvrđeno postojanje efekta anizotropije opažene daljine u svim položajima. Ipak, razlike u anizotropiji nisu nađene, što znači da se jačina efekta anizotropije ne menja značajno promenom položaja tela čime naši nalazi ukazuju na važnost subjektivno određenih pravaca horizontale i vertikale (u odnosu na telo) i nisu u skladu sa ranijim nalazima (Tošković, 2009).

Shodno predhodno izloženim nalazima, možemo reći da su ispitanici dosledni u tome da udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće, a udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali. Ova doslednost ukazuje na to da

ispitanici koriste vlastito telo kao referentni okvir za procenu daljine u bliskom (peripersonalnom) prostoru.

4.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 2)

Tošković (2009) postojanje fenomena anizotropije opažene daljine u ekstrapersonalnom prostoru objašnjava multisenzornom integracijom informacija sa svrhom da se osoba pripremi za sprovođenje potencijalnog pokreta. Zapravo stičemo utisak da ovaj autor sugerise da se integracija pristiglih informacija iz vizuelnog, proprioceptivnog i vestibularnog sistema odvija u zavisnosti od toga hoće li se potencijalni pokret izvesti ka vertikalni ka zenitu, horizontalni ili ka vertikalni ka tlu. Dalje, Tošković (2004) zaključuje da se potencijalno sprovođenje pokreta ka zenitu opaža kao napornije, jer se pokret suprotstavlja dejstvu sile gravitacije, zato se i daljine na vertikalni ka zenitu opažaju kao dalje. S tim u vezi želeli smo da potvrdimo postojanje fenomena anizotropije i u situaciji kada ispitanici zaista i sprovode pokrete posezanja za objektom na pomenutim pravcima u peripersonalnom prostoru. Stoga je bilo potrebno kreirati zadatak u kom bi ispitanik sam reprodukovao daljinu stimulusa. Kreiranje drugog eksperimentalnog zadatka je dodatno motivisao osvrt na navode studija da proprioceptivne informacije iz mišića ruku preuzimaju primat nad vizuelnim kada je potrebno da se izvede brz pokret usmeren na dohvatanje objekta (Bagesteiro, Sarlegna and Sainburg, 2006). Dakle, sprovođenjem drugog eksperimenta smo imali za cilj da ispitamo da li promena položaja tela ispitanika utiče na procenu daljine stimulusa na vertikalnom i horizontalnom pravcu kada ispitanik reprodukuje standardnu daljinu pomeranjem stimulusa rukom (*zadatak motorne reprodukcije*).

Kao i u prethodnom eksperimentu ispitanici su nasumičnim redosledom prolazili kroz sve tri eksperimentalne situacije. U *prvoj eksperimentalnoj situaciji* su tokom procene zauzimali sedeći položaj, u *drugoj eksperimentalnoj situaciji* su zauzimali ležeći položaj na leđima a u *trećoj eksperimentalnoj situaciji* ležeći položaj na stomaku. Odnosi subjektivnih i fizičkih pravaca procene za sve položaje tela su ilustrovani na slici 16.

4.2.1. Metod

Procedura: U sve tri eksperimentalne situacije ispitanici su imali zadatak da posle posmatranja standardnog stimulusa nekoliko sekundi na jednom pravcu okrenu glavu ka drugom pravcu i pomeranjem stimulusa mete rukom reprodukuju zadatu daljinu. Instrukcija u *Zadatku motorne reprodukcije* koju su ispitanici dobili glasila je ovako: *Vaš zadatak je da dobro osmotrite udaljenost stimulusa na jednom pravcu, pomerite glavu ka drugom pravcu i pomerajući stimulus rukom, identičan onom koji se nalazi na prvom pravcu, reprodukujete opaženu daljinu. Kada pomerite stimulus na udaljenost koja vam deluje kao da je identična udaljenosti stimulusa na prvom pravcu, možete prekinuti sa pomeranjem stimulusa i obavestiti eksperimentatora da ste zadovoljni reprodukcijom.*

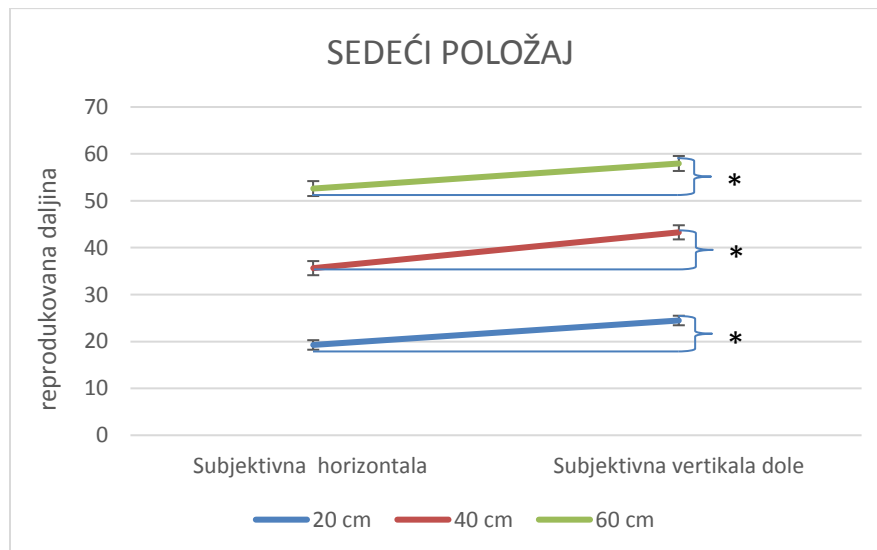
4.2.2. Rezultati

Analiza rezultata je organizovana nalik na onu sprovedenu u okviru prvog eksperimenta. Tačnije, prve dve analize su urađene u cilju utvrđivanja postojanja fenomena anizotropije opažene daljine i to poređenjem reprodukcija daljina između pravca subjektivna vertikalna gore i subjektivna horizontala kao i subjektivna horizontala i subjektivna vertikalna dole. Ostalim analizama smo želeli da utvrdimo postojanje sistemskih razlika u vrednosti anizotropije između subjektivno istih, a fizički različitih pravaca.

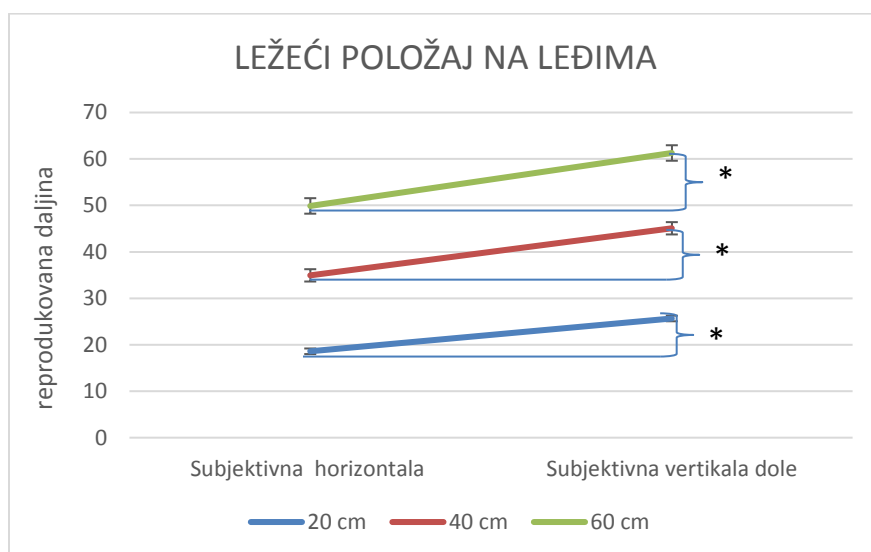
4.2.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije

Trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja smo obradili podatke, a faktore su predstavljali: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikalna dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

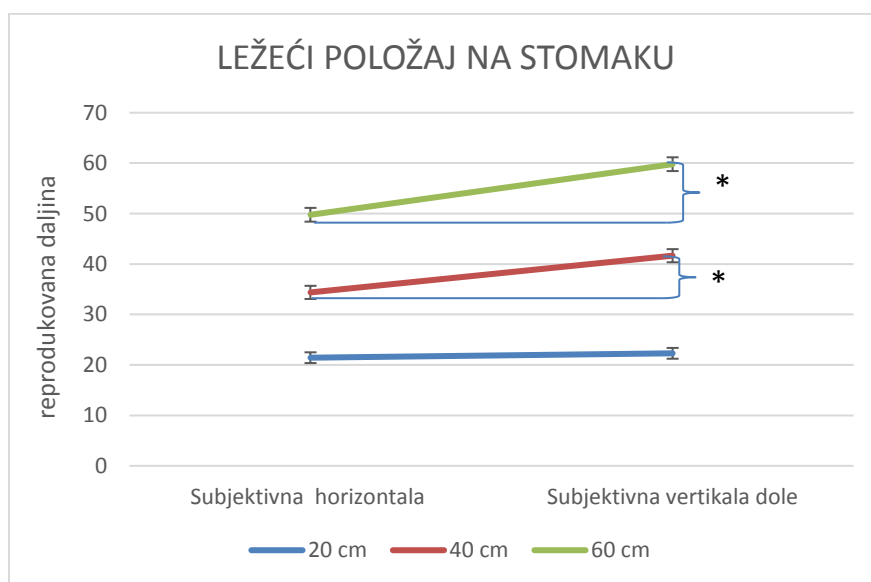
Analiza je pokazala postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,28)=17.734$, $p=.000$, $\eta^2=.559$), ali i interakcije sva tri faktora ($F(4,56)=5.437$, $p=.001$, $\eta^2=.280$). Takođe, utvrđeno je da postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,14)=78.175$, $p=.000$, $\eta^2=.848$) i daljine stimulusa ($F(2,28)=2445.895$, $p=.000$, $\eta^2=.994$), ali ne i položaja tela ispitanika. Dakle, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira zavisno od pravca na kom se vrši procena i udaljenosti stimulusa, ali i od položaja tela ispitanika prilikom procene. Šidakovi naknadni testovi ukazuju na značajne razlike u reprodukovanoj daljini stimulusa u zavisnosti od pravca procene i pozicije ispitanika osim u situaciji kada ispitanici vrše procenu ležeći na stomaku i stimulus je na udaljenosti od 20 cm (videti priloge 7 i 8 i slike 23, 24 i 25).



Slika 23. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 24. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



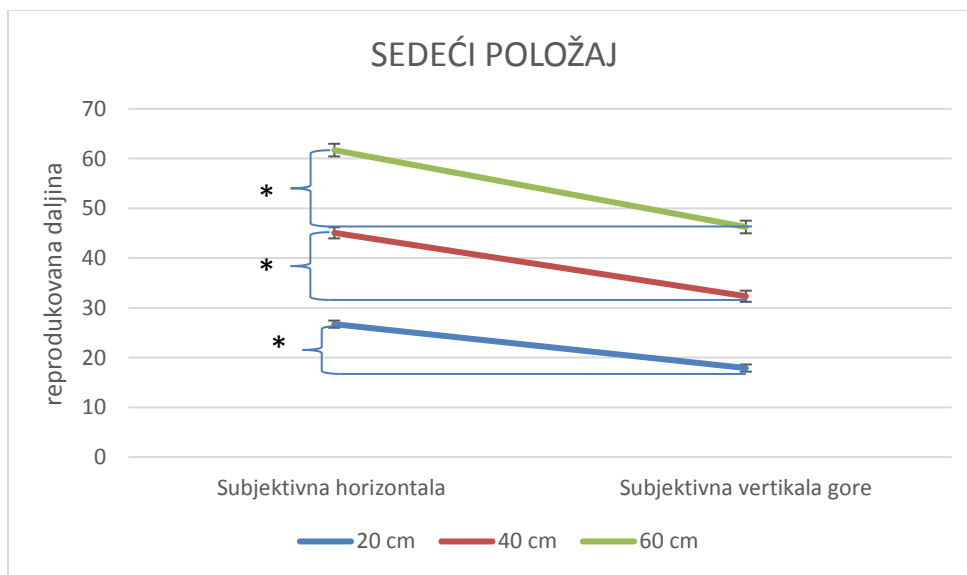
Slika 25. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Dobijeni rezultati ukazuju da su ispitanici dosledni prilikom reprodukcije daljine i to tako da udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od udaljenosti na subjektivnoj horizontali. Tačnije, izjednačavanjem većih distanci na subjektivnoj vertikali dole sa kraćim distancama na subjektivnoj horizontali ukazuje da ispitanici opažaju vertikalu dole kao komprimovaniju. Promena položaja tela ili udaljenost stimulusa ipak ne utiču na promenu opažaja prostora, iako je trostruka interakcija davala naznake da bi takve razlike možda postojale.

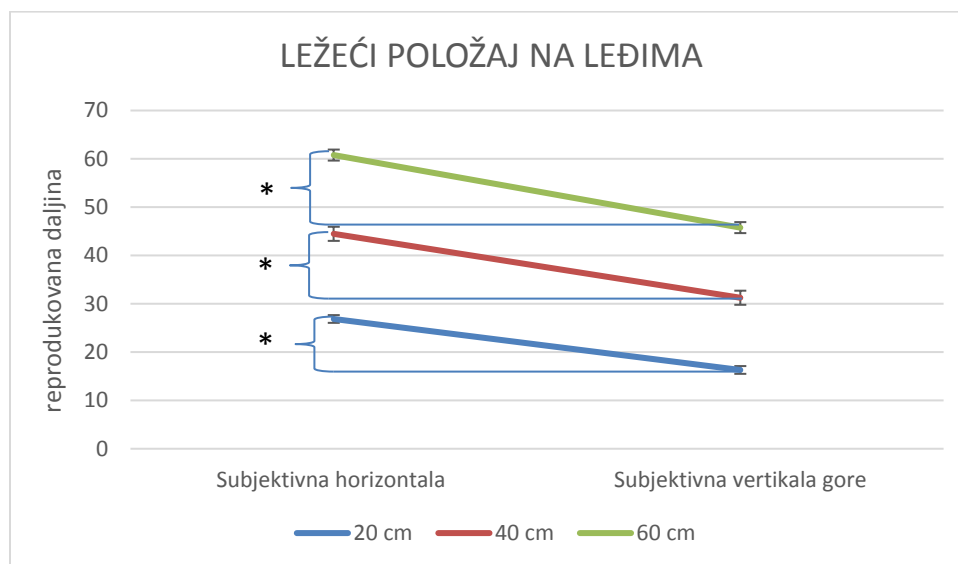
4.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije

Kao i u prethodnim analizama podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja, a varirani faktori su: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

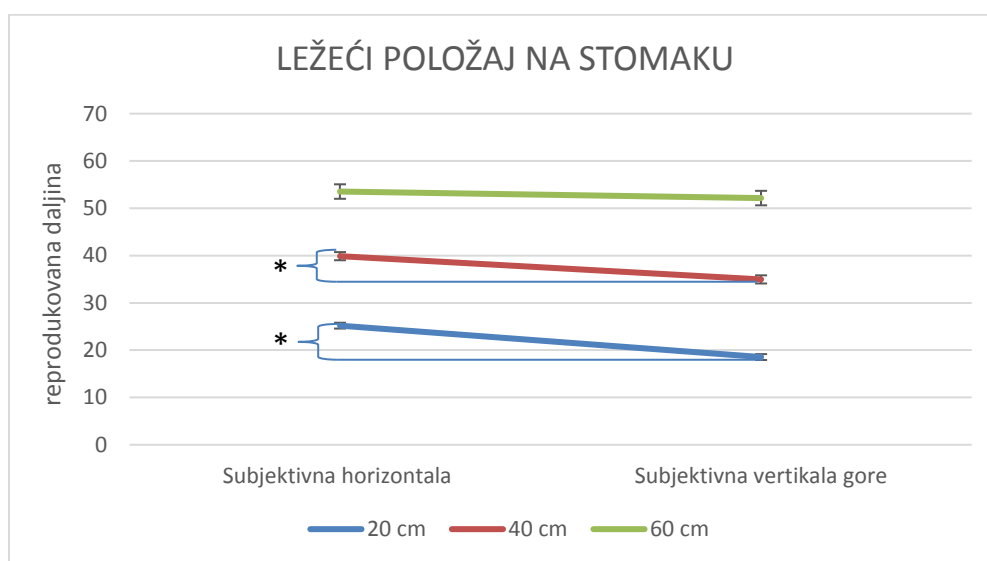
Dobijeni podaci ukazuju da pored interakcije faktora položaj tela ispitanika i pravac procene ($F(2,28)=22.251$, $p=.000$, $\eta^2=.614$) statistički je značajna i interakcija faktora položaj tela ispitanika, pravac procene i daljina stimulusa ($F(4,56)=15.512$, $p=.000$, $\eta^2=.526$). Takođe, postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,14)=72.501$, $p=.000$, $\eta^2=.838$) i daljine stimulusa ($F(2,28)=1818.788$, $p=.000$, $\eta^2=.992$), ali ne i položaja tela ispitanika. Imajući u vidu postojanje trostruke interakcije faktora naknadnim utvrđivanjem razlika, primenom Šidakovih testova, uviđa se da osim u situaciji kada ispitanici leže na stomaku i reprodukuju udaljenost od 60 cm, razlika u reprodukovanoj daljini stimulusa između subjektivnih pravaca procene (vertikala gore u odnosu na horizontalu) uvek postoji nezavisno od daljine stimulusa ili položaja tela (videti priloge 9 i 10 i slike 26, 27 i 28). Razlike su takve da se udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali, pošto ispitanici kraće distance na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali.



Slika 26. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 27. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 28. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

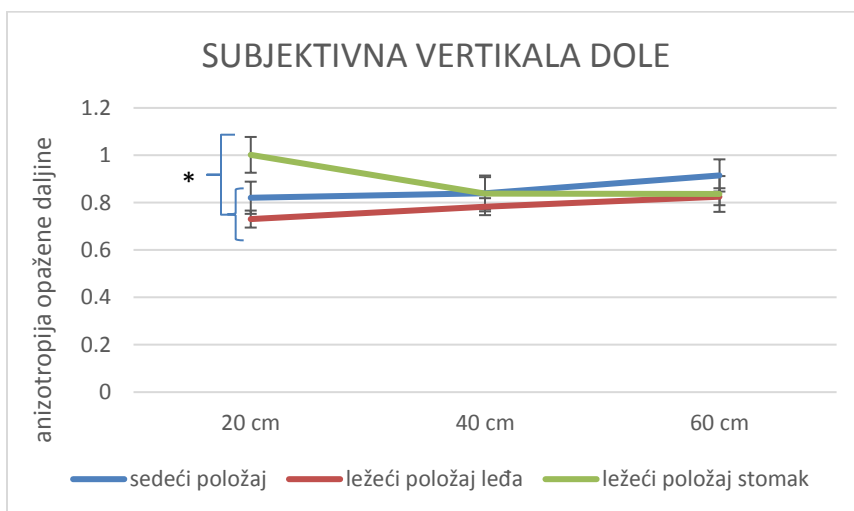
4.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije

Kao i u okviru prvog eksperimenta i u drugom eksperimentu su urađene dve naknadne analize u kojima smo poredili razlike u jačini efekta anizotropije opažene daljine između subjektivno istih, a fizički različitih pravaca procene. U okviru dve naredne analize podaci su obrađeni dvofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći

na leđima i ležeći na stomaku) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm). Kao zavisna varijabla korišćena je vrednost anizotropije opažene daljine, izražena kao odnos procena na dva subjektivno određena pravca posmatranja.

4.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

Analiza pokazuje da postoji interakcija faktora položaj tela ispitanika i daljina stimulusa ($F(4,56)=8.219$, $p=.000$, $\eta^2=.370$). Međutim, efekat položaja tela ispitanika je izostao ($F(2,28)=3.000$, $p=.066$, $\eta^2=.176$) kao i efekat daljine stimulusa ($F(2,28)=.899$, $p=.419$, $\eta^2=.060$). Pošto interakcija ukazuje da se vrednost anizotropije razlikuje u nekim položajima i na nekim udaljenostima uradili smo naknadne Šidakove testove kako bi videli postoji li neka pravilnost. Utvrđeno je da razlike u anizotropiji između položaja tela postoje samo na udaljenosti od 20 cm. Tačnije, dok leže na stomaku ispitanici izjednačavaju daljinu stimulusa na oba pravca pa je vrednost anizotropije jednaka jedinici (videti priloge 11 i 12 i sliku 29). U svim ostalim pozicijama i na svim ostalim daljinama ispitanici opažaju subjektivnu vertikalu dole kao kraću od subjektivne horizontale pa se stoga može reći da je fenomen anizotropije nezavistan od fizičkih pravaca.

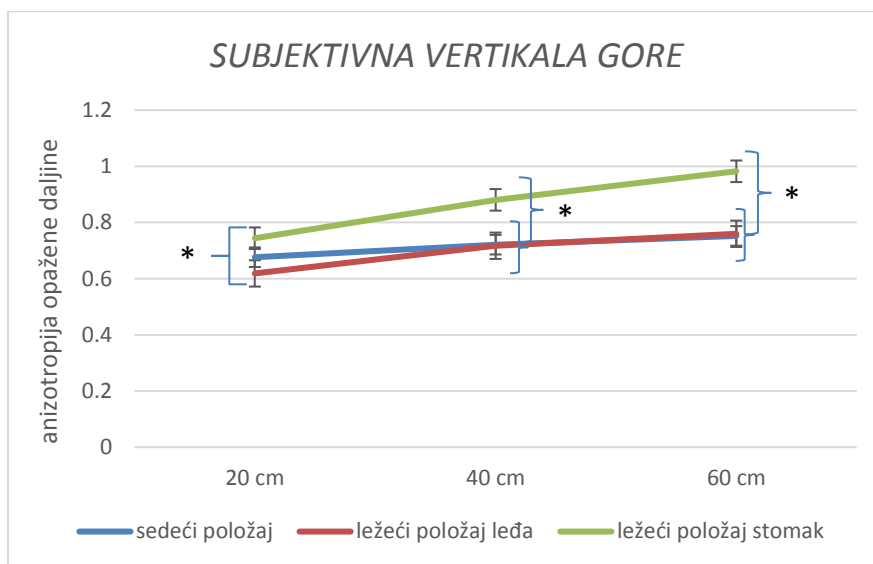


Slika 29. Odnos vrednosti anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

4.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

Analizom je utvrđeno postojanje interakcije faktora položaj tela ispitanika i daljina stimulusa ($F(4,56)=5.864$, $p=.001$, $\eta^2=.295$), kao i efekat položaja tela ispitanika ($F(2,28)=18.350$, $p=.000$, $\eta^2=.567$) i daljine stimulusa ($F(2,28)=410.804$, $p=.000$, $\eta^2=.749$). Naknadnim analizama Šidakovim testovima poredili smo vrednosti anizotropije u zavisnosti od položaja tela ispitanika. Dobijeni rezultati (videti priloge 13 i 14 i sliku 30) ukazuju da u položaju na stomaku za razliku od sedećeg i ležećeg

položaja na leđima anizotropija opada do njenog gubitka kako se povećava udaljenost stimulusa. Dakle, u položaju na stomaku ispitanici porastom udaljenosti (40cm i 60cm) daljine na subjektivnoj vertikali gore izjednačavaju sa fizički istim daljinama na subjektivnoj horizontali (vrednost anizotropije se približava jedinici).



Slika 30. Odnos vrednosti anizotropije na subjektivnoj vertikali gore u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

4.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka

Imajući u vidu da smo istraživanje bazirali na pretpostavkama postojanja razlika u anizotropiji opažene daljine stimulusa u zavisnosti od vrste zadatka ovom analizom smo želeli da ispitamo postojanje pretpostavljenih razlika. Stoga ćemo, u dva zadatka (navođenja i motorne reprodukcije) analizirati odnos anizotropije subjektivne horizontale i subjektivne vertikale dole, kao i odnos anizotropije subjektivne vertikale gore i horizontale, za različite položaje tela ispitanika. U okviru analiza smo poredili vrednosti anizotropije opažene daljine (odnos procena na dva pravca) u zavisnosti od: daljine stimulusa (20 40 i 60cm), položaja ispitanika (sedeći položaj, ležeći položaj na leđima i ležeći položaj na stomaku), kao i vrste zadatka prilikom reprodukcije daljine (zadatak navođenja i zadatak motorne reprodukcije).

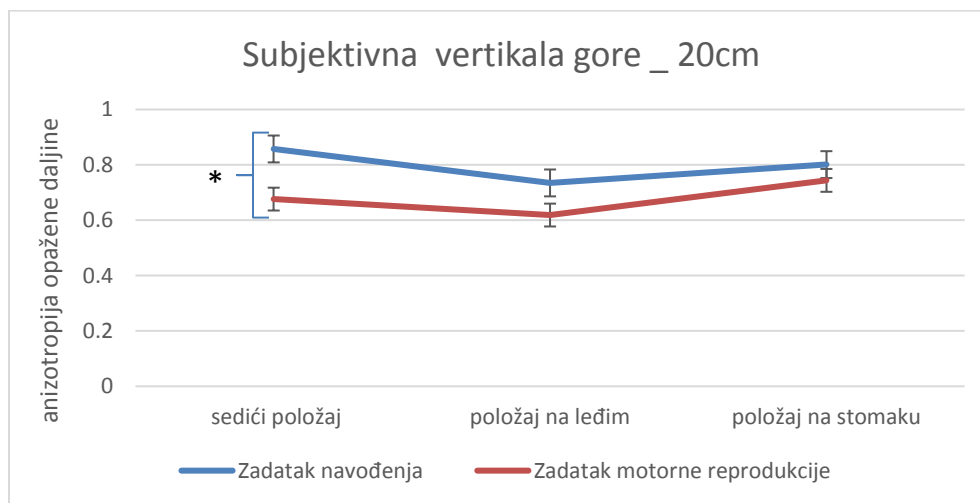
4.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

Dobijeni rezultati trofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja ukazuju na interakciju faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,112)=8.819$, $p=.000$, $\eta^2=.240$), kao i na postojanje statistički značajnog efekta položaja tela ($F(2,56)=3.706$, $p=.031$, $\eta^2=.117$). Naknadnim Šidakovim testovima nisu

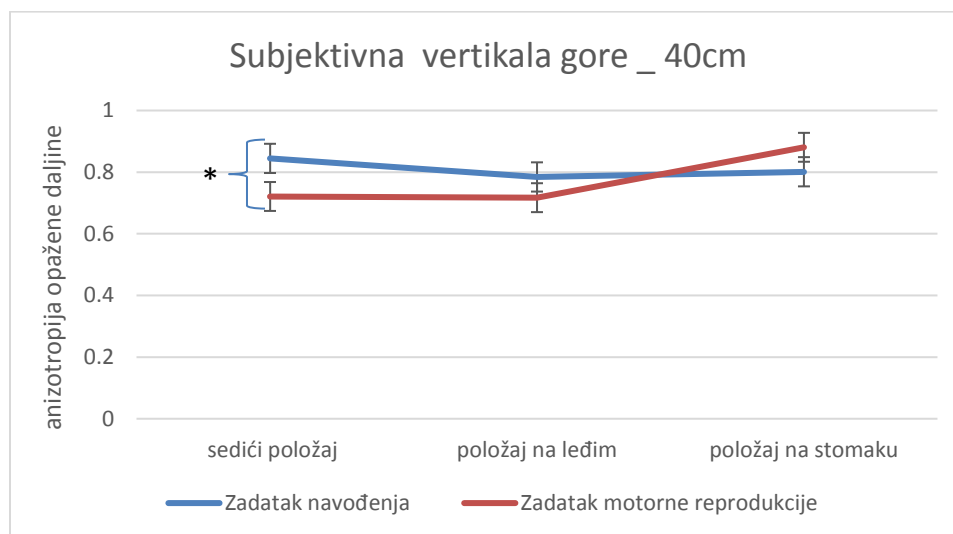
nađene razlike u jačini efekta anizotropije u zavisnosti od vrste zadatka, daljine stimulusa ili položaja tela ispitanika. Nepostojanje razlike u jačini efekta anizotropije između pravaca ukazuje da se fenomen anizotropije formira u odnosu na subjektivne ose.

4.2.4.2. *Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije*

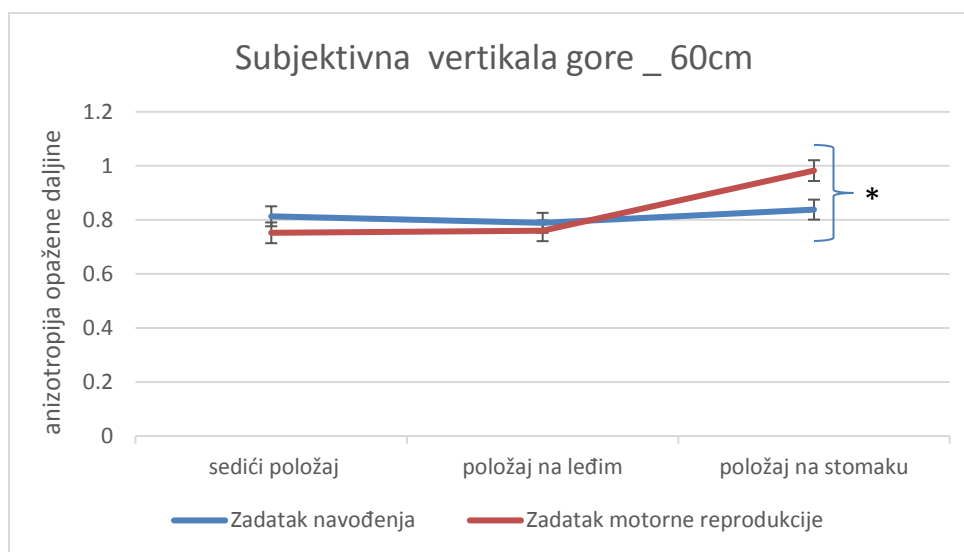
Trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja ukazuje na interakcije faktora položaj i daljina ($F(4,112)=5.451$, $p=.000$, $\eta^2=.163$), položaj i vrsta zadatka ($F(2,56)=6.010$, $p=.004$, $\eta^2=.177$), daljina i vrsta zadatka ($F(2,56)=13.156$, $p=.000$, $\eta^2=.320$), kao i statistički značajan efekat položaja tela ($F(2,56)=8.368$, $p=.001$, $\eta^2=.230$), daljine stimulusa ($F(2,56)=20.176$, $p=.000$, $\eta^2=.419$). Postojanje više dvofaktorskih interakcija nam ukazuje da se jačina efekta anizotropije razlikuje u odnosu na zadatak samo u pojedinim položajima tela i na pojedinim udaljenostima. Imajući to u vidu uradili smo naknadne analize Šidakovim testovima na osnovu kojih smo utvrdili postojanje razlika u jačini efekta u zavisnosti od vrste zadatka. Naime, kada je ispitanik u sedećem položaju i procenjuje udaljenosti od 20cm i 40cm, efekat anizotropije je jači u zadatku motorne reprodukcije. Međutim, kada je ispitanik u ležećem položaju na stomaku i procenjuje udaljenost od 60cm, efekat anizotropije je jači u zadatku navođenja nego u zadatku motorne reprodukcije (videti priloge 6, 13 i 15 i slike 31, 32 i 33).



Slika 31. Odnos anizotropije subjektivne vertikalne gore i horizontale u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije na udaljenosti od 20cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 32. Odnos anizotropije subjektivne vertikale gore i horizontale u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije na udaljenosti od 40cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 33. Odnos anizotropije subjektivne vertikale gore i horizontale u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije na udaljenosti od 60cm (značajne razlike su označene zvezdicom)

4.2.5. Diskusija

Cilj drugog eksperimenta je bio da se ispituju razlike u opažanju daljine na vertikalnom pravcu ka zenitu u odnosu na horizontalni pravac i horizontalnom pravcu u odnosu na vertikalni pravac ka tlu u zavisnosti od položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije. Ono što su ranije studije naglašavale je stabilnost anizotropije opažene daljine nezavisno od položaja tela ispitanika. Tačnije, ispitanici su daljine na vertikali ka zenitu opažali kao duže, a na vertikali ka tlu kao kraće od istih na

horizontalni (Tošković, 2004; 2009; 2011). Međutim, ovo je nalaz koji je dobijen u ekstrapersonalnom prostoru i u zadatku u kom ispitanik reprodukuje udaljenost navodeći eksperimentatora. Ovim eksperimentom smo želeli da proverimo replikabilnost nalaza ranijih studija ili da potvrdimo nalaze našeg prvog eksperimenta u kom su ispitanici procene daljina bazirali na subjektivnim ne na fizičkim pravcima, kako je bio slučaj u ranijim studijama Toškovića. Pored toga, uključivanje zadatka motorne reprodukcije u istraživanje bi doprinelo razumevanju fenomena anizotropije opažene daljine jer se pored vizuelnih, vestibularnih i proprioceptivnih informacija iz mišića vrata u procenu daljine uključuju i proprioceptivne informacije iz mišića ruke. Pošto se u osnovi objašnjenja anizotropije nalazi pretpostavljena veza opažanja daljine objekta i sprovođenja akcije usmerene na objekat kao što je npr. pokret dohvatanja, uključivanje procene daljine rukom je direktno vezano za ispitivanje ove hipoteze.

Prvom analizom smo imali nameru da ispitamo da li postoji doslednost anizotropije opažene daljine na subjektivnim pravcima vertikalno dole u odnosu na horizontalu u sva tri položaja tela (sedeći, ležeći na leđima i na stomaku). Dobili smo sada već očekivan nalaz da ispitanici nezavisno od položaja tela udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali u sva tri položaja tela. Jedini izuzetak je kada ispitanik ležeći na stomaku reprodukuje daljinu od 20cm. U toj situaciji ispitanik ne pravi razliku u opažanju daljine stimulusa od 20cm na vertikali dole u odnosu na horizontalu jer tada izjednačava daljine na oba pravca. Naglašavamo da dobijeni nalazi nisu u skladu sa ranijim nalazima prema kojima se opažaj formira u odnosu na fizičke pravce ne u odnosu na subjektivne (Tošković, 2009; 2011).

U okviru druge analize smo takođe potvrdili nalaze koje smo dobijali u prethodnom eksperimentu ove studije. Zapravo, ispitanici su nezavisno od položaja tela daljine na subjektivnoj vertikali gore opažali kao dužu od istih na subjektivnoj horizontali. Napominjemo da i u ovoj eksperimentalnoj situaciji imamo izuzetak, a to je ležeći položaj na stomaku i udaljenost od 60cm. Ispitanici ih opažaju kao jednake daljine na oba pravca. Svakako da ni ovi nalazi nisu u potpunosti u skladu sa ranijim nalazima Toškovića jer se baziraju na opažanju daljina u odnosu na subjektivne ose i pokazuju da je anizotropija opažene daljine vezana za subjektivno definisane pravce posmatranja, prema telu ispitanika, a ne prema fizičkim koordinatama (u odnosu na tlo).

Sprovođenjem dodatnih analiza imali smo nameru da ispitamo da li se promenom položaja tela vrednosti anizotropije opažene daljine u odnosu na subjektivne pravce ipak razlikuju i mogu li nam te eventualne razlike ukazati na neku pravilnost u opažanju. Do sada smo mogli da konstatujemo da se subjektivna vertikala gore gotovo uvek opaža kao duža od horizontale a subjektivna vertikala dole kao kraća od horizontale i to tako da se taj odnos reprodukovanih veličina ne razlikuje mnogo promenom položaja tela. Međutim, ono što je interesantno i neočekivano nalaz je da poređenjem pojedinačnih vrednosti anizotropije opažene daljine za subjektivne pravce koji su fizički različiti, primećujemo odstupanje u anizotropiji opažene daljine u ležećem položaju na stomaku u odnosu na sedeći i ležeći položaj na leđima. Zapravo, u sedećem i ležećem položaju na leđima ispitanici su dosledni u svojim procenama da se subjektivna vertikala gore opažaja kao duža, a subjektivna vertikala dole kao kraća od horizontale. Jedino u ležećem položaju na stomaku ispitanici procene daljina na subjektivnoj vertikali gore (40cm i 60cm) i subjektivnoj vertikali dole (20cm) izjednačavaju sa udaljenostima na subjektivnoj horizontali. Pošto se u ovom položaju tela procene vrše na subjektivnoj vertikali gore (fizička horizontala) i subjektivnoj horizontali (fizička vertikala ka tlu) nalaz nam može sugerisati da se u ležećem položaju na stomaku ispitanici oslanjaju na neke dodatne informacije prilikom procene daljine. Naime, i po fizički definisanim osama bismo očekivali isti nalaz da je fizička horizontala opažane kao duža od fizičke vertikale ka tlu, što se nije desilo.

Na osnovu svega rečenog zaključujemo da su ispitanici pokazali relativnu doslednost u proceni daljine stimulusa. Tačnije, u sedećem i ležećem položaju na leđima ispitanici oslanjajući se na svoje telo kao referentni okvir daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali. Formiranje opažaja daljine u ležećem položaju na stomaku u četvrtini situacija odstupa od pomenutih nalaza i to tako da ispitanici daljine opažaju najviše u skladu sa fizičkim distancama, izjednačavajući ih na oba pravca.

5. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE SA TRAJNOM DEPRIVACIJOM VESTIBULARNOG SISTEMA

Kako su dosadašnji rezultati ukazali na važnost vestibularnih informacija, a imajući u vidu da ranije studije ukazuju da osobe iz subpopulacije gluvih i nagluvih usled gubitka sluha pokazuju smanjenje ili gubitak funkcije vestibularnog aparata (Cushing, Chia, James, Papsin & Gordon, 2008) uključili smo ih u istraživanje. Kako je ranije pomenuto, vestibulopatije predstavljaju širok skup oštećenja sa različitim uzrocima, simptomima i stepenom oštećenja vestibularne funkcije. Sa druge strane, gluve osobe pokazuju izvestan stepen vestibularne disfunkcionalnosti koji je posledica oštećenja čula sluha, pa su u pogledu vestibularne disfunkcije homogenija grupa od osoba sa vestibulopatijom. Zbog toga, a i zbog veće dostupnosti, se u studijama vestibularne disfunkcije kao ispitanici često uključuju upravo gluve osobe. Na postojanje vestibularne disfunkcionalnosti kod gluvih ispitanika uključenih u naše istraživanje ukazuju ispodprosečni skorovi na Unipedalnom testu za svakog pojedinačnog ispitanika u obe testovne situacije. Naime, skorovi kod žena starosti od 36 do 58 godina (otvorene oči $AS=9.7$, $SD=7.8$; zatvorene oči $AS=2$, $SD=.0$) i kod muškaraca starosti od 31 do 60 godina (otvorene oči $AS=11.6$, $SD=6.5$; zatvorene oči $AS=2.2$, $SD=1.0$) ukazuju na osobe sa slabim statičkim balansom (videti tabelu 1). S tim u vezi ćemo u narednim redovima prikazati rezultate gluvih ispitanika u eksperimentima koji su identični ranije sprovedenim eksperimentima na studentskoj populaciji, sa namerom da poredimo razlike u jačini efekta anizotropije.

5.1. ZADATAK NAVOĐENJA (EKSPERIMENT 3)

Prema ranijim nalazima opažaj da se daljine na vertikali ka zenitu u ekstrapersonalnom prostoru opažaju kao duže od istih na horizontalnom pravcu je posledica opažaja da je sprovođenje potencijalnog pokreta ka zenitu napornije od sprovođenja pokreta ka horizontali. Opažaj uloženog napora za sprovođenje potencijalnog pokreta je posledica multisenzorne integracije informacija u kojoj vestibularne informacije pored vizuelnih i proprioceptivnih igraju važnu ulogu (Tošković, 2009; Higashiyama & Ueyama, 1988). Dakle, uključivanjem gluvih osoba u istraživanje imaćemo priliku da u *zadatku navođenja* ispitamo stabilnost fenomena anizotropije opažene daljine kod osoba koje su tokom života naučile da kompenzuju nedostatak vestibularnih informacija. Shodno tome, moguće je da anizotropija kod ovih osoba ne bi bila osnov usklađivanja opažaja prostora i akcije, pa bi verovatno bila i manje izražena.

Kao i u prethodnim eksperimentalnim zadacima ispitanici će randomizovano menjati položaj tela prilikom procene daljine iz sedećeg u ležeći na leđima ili na stomaku. Na slici 16 su prikazani položaju tela kao i odnos subjektivnih i fizičkih pravaca.

5.1.1. Metod

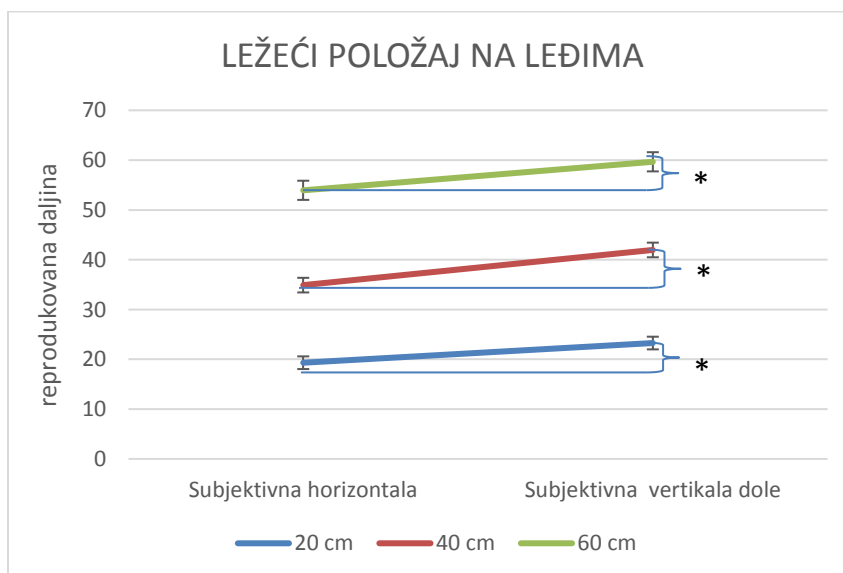
Procedura: U ovom eksperimentu je zadatak ispitanika bio da reprodukuje daljinu standardnog stimulusa navodeći eksperimentatora da pomeri stimulus metu na opaženu udaljenost. Instrukcija koju su ispitanici dobili je identična onoj u eksperimentu broj jedan.

5.1.2. Rezultati

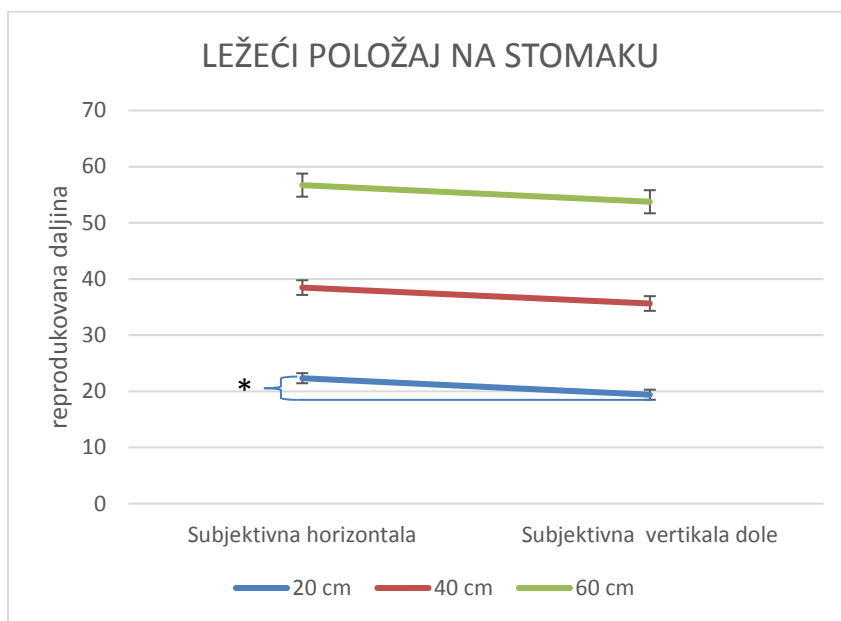
5.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

Analiza je pokazala da postoji interakcija faktora položaj tela i pravac procene ($F(2,20)=7.180$, $p=.004$, $\eta^2=.418$), kao i statistički značajan efekat daljine stimulusa ($F(2,20)=1033.860$, $p=.000$, $\eta^2=.990$). Dakle, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira zavisno od pravca procene u određenom položaju tela. Naknadni Šidakovi testovi ukazuju na značajne razlike u vrednosti reprodukovane daljine stimulusa između pravaca samo u ležećem položaju na leđima i to na svim daljinama. Treba napomenuti da jedino još u položaju na stomaku na daljini od 20 cm ispitanici prave razliku u proceni daljine između pravaca (videti priloge 16 i 17 i slike 34 i 35).



Slika 34. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



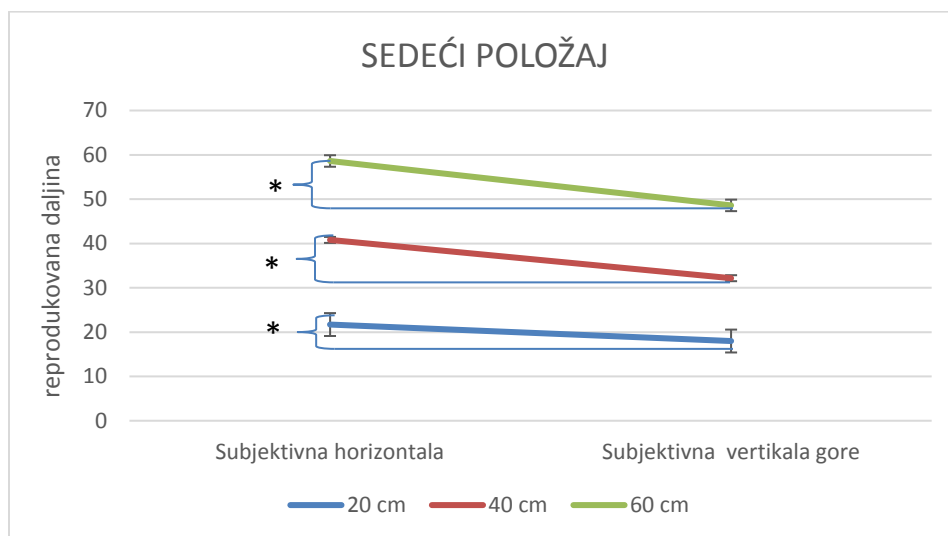
Slika 35. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Na osnovu svega ranije rečenog zaključujemo da ispitanici uglavnom ne prave razliku u opažaju daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na subjektivnu horizontalu. Jedini izuzetak je položaj ležanja na leđima kada ispitanici izjednačavaju duže daljine na subjektivnoj vertikali dole sa kraćim na subjektivnoj horizontali što ukazuje da daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće. I ovaj nalaz je u skladu sa sličnim nalazom kod ispitanika iz studentske populacije.

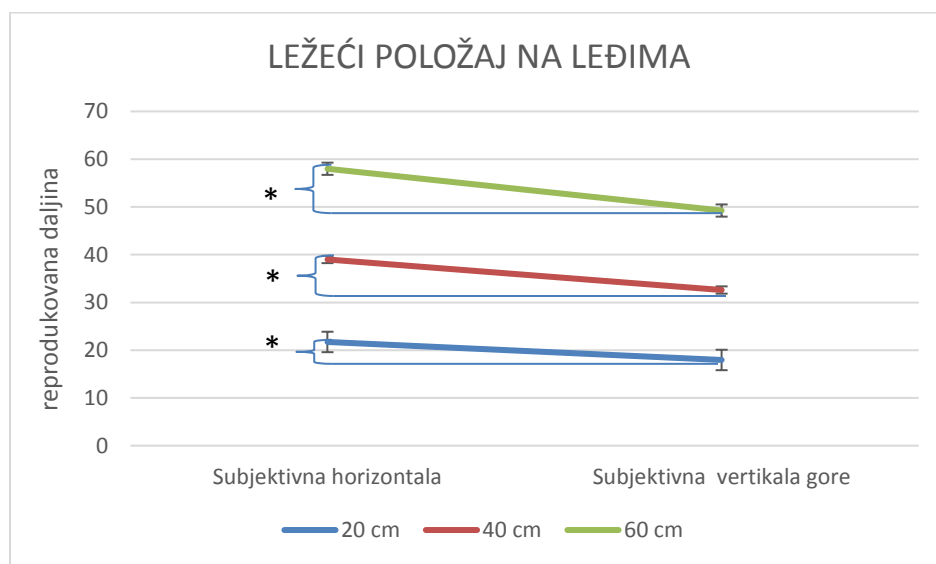
5.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikalna gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

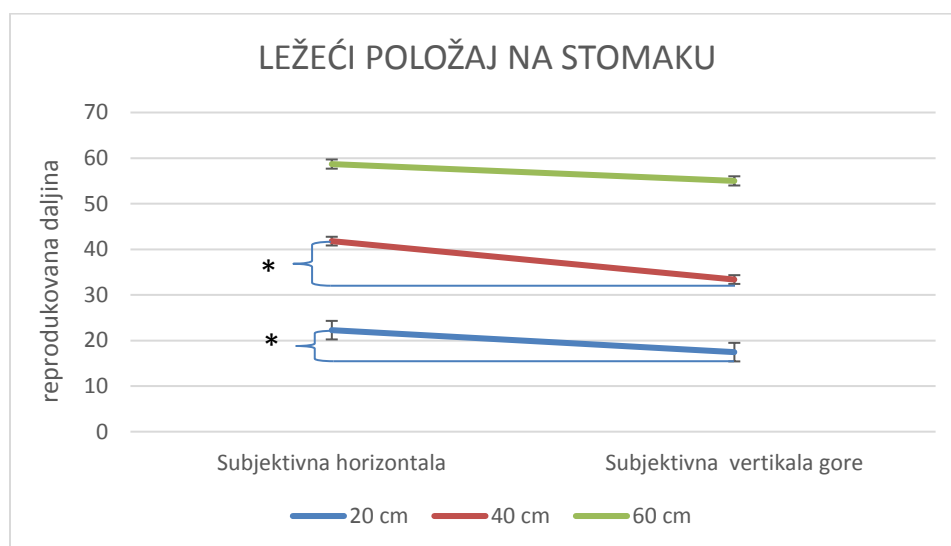
Urađena analiza varijanse je pokazala postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,20)=6.782$, $p=.006$, $\eta^2=.404$) kao i trostruka interakcija faktora položaj tela pravac procene i daljina stimulusa ($F(4,40)=4.731$, $p=.003$, $\eta^2=.321$). Takođe, postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,10)=29.816$, $p=.000$, $\eta^2=.749$) i daljine stimulusa ($F(2,20)=567.620$, $p=.000$, $\eta^2=.983$), ali ne i položaja tela ispitanika. Dobijeni podacima ukazuju da se procena daljine stimulusa menja u zavisnosti od pravca procene, daljine stimulusa i položaja tela ispitanika. Šidakovi naknadni testovi ukazuju na značajne razlike u reprodukovanoj daljini stimulusa između pravca procene i to na svim daljinama i položajima ispitanika osim u ležećem položaju na stomaku kada je stimulus na udaljenosti od 60 cm (videti priloge 18 i 19 i slike 36, 37 i 38).



Slika 36. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 37. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 38. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

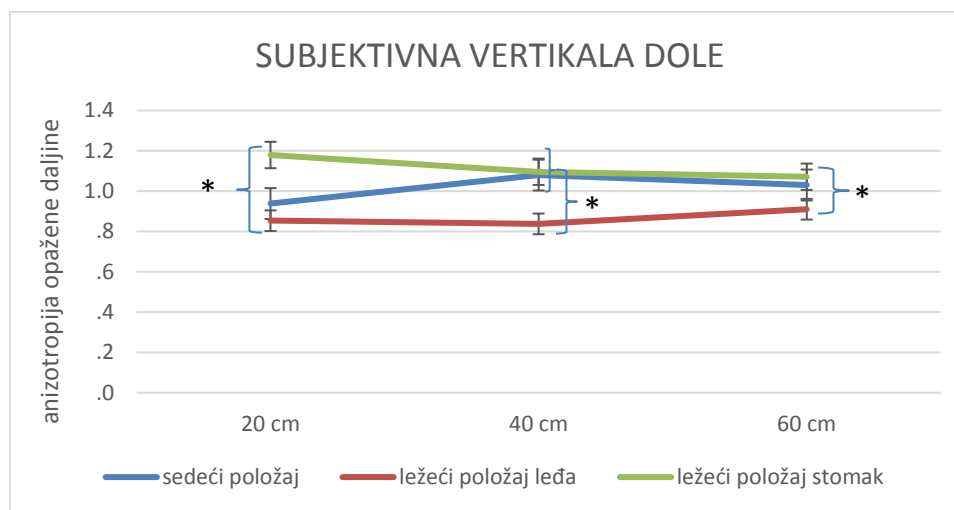
Poređenjem pravaca subjektivna vertikalna gore sa subjektivnom horizontalom ispitanici kraće udaljenosti na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali. Stoga, možemo reći da dobijeni rezultati jasno ukazuju da ispitanici udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali. Ovi nalazi su potpuno u skladu sa nalazima dobijenim na studentskoj populaciji, kao i sa nalazima ranijih istraživanja.

5.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja

Kao što smo u prva dva eksperimenta i u ovom ćemo uraditi analizu poređenja vrednosti anizotropije opažene daljine određene preko odnosa procena na subjektivno definisanim pravcima posmatranja u zavisnosti od položaja tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku) i daljine stimulusa (20, 40 i 60 cm), u okviru dve dvofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja. Dvema narednim analizama smo u želji da ispitamo stabilnost fenomena anizotropije opažene daljine poredili izraženost anizotropije na subjektivno istim, a fizički različitim pravcima poređenja.

5.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analiza pokazuje postojanje interakcije položaja tela i daljine stimulusa ($F(4,40)=2.640$, $p=.048$, $\eta^2=.209$), kao i efekta položaja tela ispitanika ($F(2,20)=7.639$, $p=.003$, $\eta^2=.433$). Naknadne analize Šidakovim testovima ukazuju na postojanje razlika u jačini efekta anizotropije između ležećeg položaja na leđima i ležećeg položaja na stomaku na svim daljinama. Razlike su takve da jedino u položaju na leđima efekat anizotropije između subjektivne horizontale u odnosu na subjektivnu vertikalu dole postoji (videti prilog 20 i 21 i sliku 39).



Slika 39. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku navođenja (značajne razlike su označene zvezdicom)

5.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analiza pokazuje postojanje interakcije položaja tela i daljine stimulusa ($F(4,40) = 2.893, p=.034, \eta^2=.224$), kao i efekta daljine stimulusa ($F(2,20) = 4.089, p=.032, \eta^2=.290$). Nepostojanje razlika u jačini efekta anizotropije između subjektivne vertikalne gore u odnosu na horizontalu promenom položaja tela ukazuje da se anizotropija formira u odnosu na subjektivne ose (videti prilog 22).

5.1.4. Diskusija

Cilj trećeg eksperimenta je bio ispitati da li prilikom procene daljine na horizontalnom i vertikalnom pravcu efekat anizotropije opažene daljine postoji i kada su ispitanici osobe kod kojih postoji osnovana sumnja da je trajni gubitak sluha praćen trajnom deprivacijom vestibularne funkcije.

Prema nalazima prva dva eksperimenta ispitanici koji imaju očuvanu funkciju vestibularnog aparata opažaju subjektivnu vertikalnu gore kao izduženiju od subjektivne horizontale, dok subjektivnu vertikalnu dole opažaju komprimovaniju od subjektivne horizontale. Dakle, naši dosadašnji nalazi upućuju na zaključak da ispitanici koriste svoje telo kao referentni okvir za procenu daljine u peripersonalnom prostoru. Ono što se pokazalo kao interesantno je da postoje razlike u jačini efekta anizotropije u zavisnosti od toga koje informacije ispitanici koriste za procenu daljine. Zapravo, kada reprodukciju daljinu pomeranjem stimulusa ispitanici opažaju količinu uloženog napora koji onda asociraju sa ostalim informacijama te je efekat anizotropije jači nego kada navode eksperimentatora da reprodukuje daljinu i pretpostavljaju koliko je potrebno napora uložiti u sprovođenje pokreta. Takođe, efekat anizotropije slabi u pojedinim položajima tela (ležeći položaj na stomaku). Pretpostavljamo da je u ovom položaju opažaj uloženog napora za sprovođenje pokreta ka tlu ili fizičkoj horizontali jednak pa se i vrednost anizotropije smanjuje ili gubi.

Ono što smo ovim eksperimentom želeli da ispitamo je da li gluve osobe drugačije opažaju prostor oko sebe jer su usled pretpostavljenog gubitna vestibularne funkcije kompenzovali ovaj nedostatak oslanjajući se na preostale informacije. Zapravo želeli smo da vidimo da li anizotropija pomaže (izraženija bi bila kod osoba sa očuvanom funkcijom vestibularnog aparata) ili odmaže (izraženija bi bila kod gluvih osoba) preciznosti opažaja daljine objekta u peripersonalnom prostoru. Imajući u vidu da se vestibularne informacije povezuju sa opažajem uloženog napora za sprovođenje potencijalnog pokreta pretpostavili smo da će efekat anizotropije izostati ili biti znatno slabiji kod gluvih ispitanika. Naime, ukoliko su vestibularne informacije, između ostalog, odgovorne za efekat anizotropije i njegovu ulogu i izvođenju akcije, osobe sa dugotrajnim oštećenjem vestibularnog aparata se verovatno oslanjaju na druge izvore informacija pri usklađivanju opažaja prostora i izvođenja akcije. U skladu sa tim, anizotropija kod ovih osoba ne bi bila osnov usklađivanja opažaja prostora i akcije.

Rezultati nam nedvosmisleno ukazuju da kada opažaj daljine na subjektivnoj vertikali gore podrazumeva poređenje sa standardnom daljinom na subjektivnoj horizontali ispitanici ove daljine opažaju kao duže. Ovo ukazuje na sličnost sa ispitanicima iz opšte populacije. Sve ostale potencijalne pokrete koji podrazumevaju procenu daljine ka tlu ispitanici ne opažaju kao dalje od pokreta ka horizontali, što nije u skladu sa nalazima na ispitanicima iz opšte populacije. Dakle, možemo reći da gluve osobe pokazuju slične tendencije prilikom opažaja daljine kao i osobe sa očuvanom funkcijom vestibularnog aparata u smislu da se oslanjaju na subjektivne ose, ali samo kada su u pitanju naporniji potencijalni pokreti ka zenitu ili iznad glave. U poređenju subjektivne horizontale i vertikale ka tlu anizotropija je smanjena ili izostaje kod gluvih ispitanika, što donekle ide u prilog tezi da ovaj fenomen pomaže pri izvođenju pokreta.

5.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 4)

Cilj ovog eksperimenta je bio da se ispita postoje li promene u opažaju daljine kod osoba koje su gluve kada pokušavaju da daljinu stimulusa reprodukuju rukom umesto da navode eksperimentatora. Zapravo, rukovodeći se nalazima ranijih istraživanja kao i rezultatima prva dva eksperimenta smatramo da postoji osnovana sumnja da će efekat anizotropije opažene daljine opstati i kada se gluvi ispitanici pored vizuelnih, proprioceptivnih informacija iz mišića vrata oslone i na informacije iz mišića ruke. Tačnije, utvrdili smo da je angažovanje mišića ruku prilikom reprodukcije u prethodnim eksperimentalnim situacijama pojačalo efekat anizotropije. Takođe, ranije studije ukazuju da propriocepcija ima važniju ulogu u multisenzornoj integraciji informacija u pojedinim situacijama sprovođenja motorne aktivnosti usmere na dohvatanje objekta (Bagesteiro, Sarlegna and Sainburg, 2006).

Kako bismo imali mogućnost da poredimo rezultate gluvih u ovom eksperimentu sa rezultatima prethodnog eksperimenta, ali i sa grupom ispitanika iz opšte populacije eksperimentalne situacije procene daljine su identične kao u prethodnim eksperimentima. Dakle, prilikom procene daljine u *zadatku motorene reprodukcije* ispitanici su u *prvoj eksperimentalnoj situaciji* zauzimali sedeći položaj, u *drugoj* su zauzimali ležeći položaj na leđima a u *trećoj* ležeći položaj na stomaku (slika 16).

5.2.1. Metod

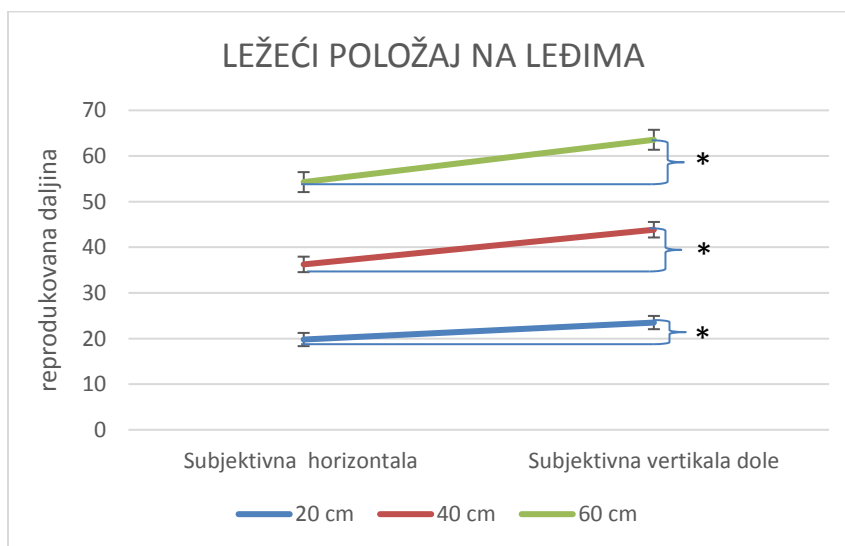
Procedura: U ovom eksperimentu je zadatak ispitanika bio da reprodukuju daljinu standardnog stimulusa pomeranjem stimulusa mete rukom na opaženu udaljenost. Instrukcija koju su ispitanici dobili je identična onoj u eksperimentu broj dva.

5.2.2. Rezultati

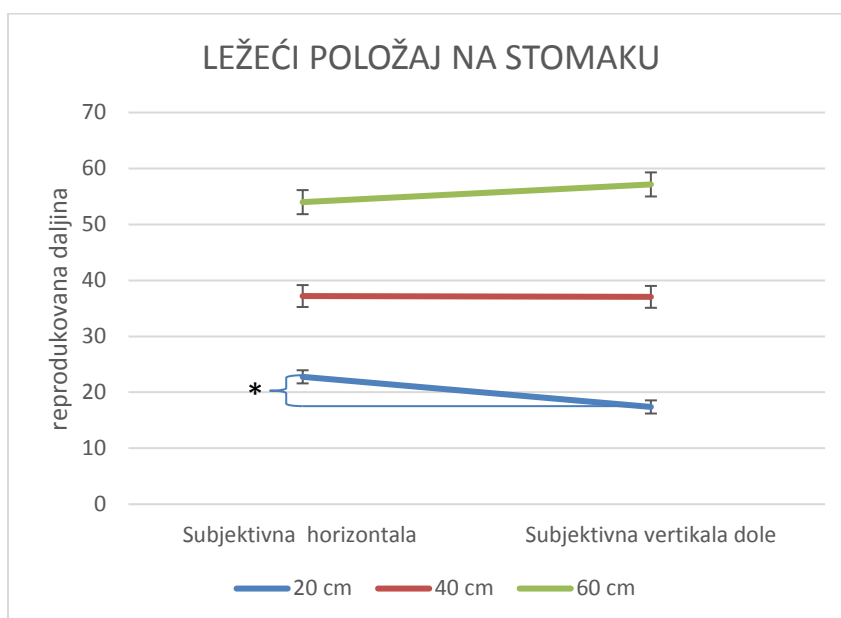
5.2.2.1. *Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije*

Urađena je trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja u okviru koje su faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

Analizom je utvrđeno postojanje interakcije faktora pravac procene i položaj tela ($F(2,20)=6.407$, $p=.007$, $\eta^2=.391$), položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,40)=5.676$, $p=.001$, $\eta^2=.362$), pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,20)=3.918$, $p=.037$, $\eta^2=.282$), kao i trofaktorske interakcije ($F(4,40)=3.164$, $p=.024$, $\eta^2=.240$). Takođe, analiza je pokazala da postoji statistički značajan efekat položaja tela ispitanika ($F(2,20)=4.317$, $p=.028$, $\eta^2=.302$), pravca procene ($F(1,10)=5.321$, $p=.044$, $\eta^2=.347$) kao i daljine stimulusa ($F(2,20)=515.284$, $p=.000$, $\eta^2=.981$). Dakle, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira zavisno od pravca na kom se vrši procena i udaljenosti stimulusa, ali i od položaja tela ispitanika prilikom procene. Šidakovi naknadni testovi ukazuju na značajne razlike u reprodukovanoj daljini stimulusa u zavisnosti od pravca procene u ležećem položaju na leđima i to na svim daljinama (videti priloge 23 i 24 i slike 40 i 41). Međutim, jedino još u položaju na stomaku na daljini od 20 cm ispitanici prave razliku u proceni daljine između pravaca.



Slika 40. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



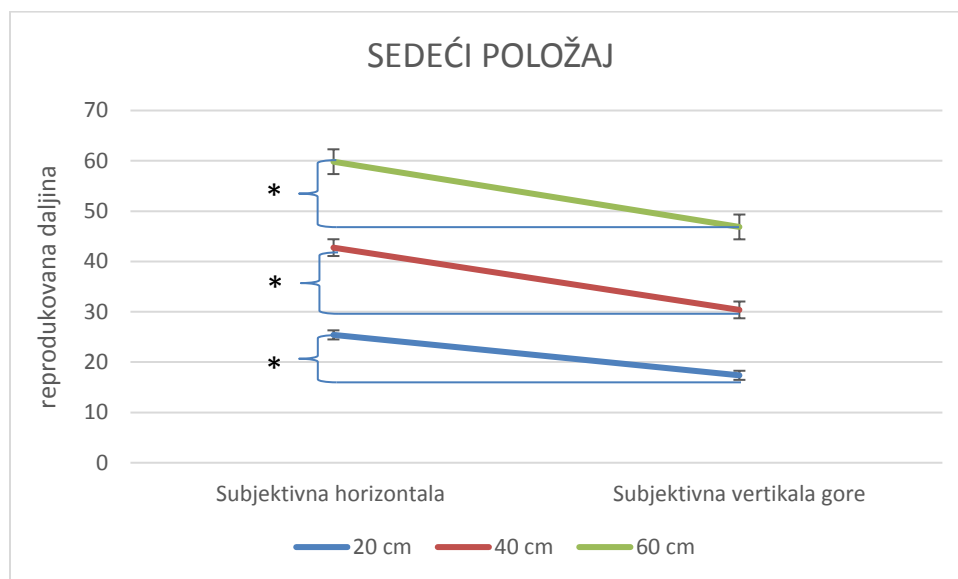
Slika 41. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Na osnovu ovih nalaza možemo reći da kada leže na leđima ispitanici subjektivnu vertikalu dole opažaju kao kraću od horizontale jer duže udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole izjednačavaju sa kraćim na subjektivnoj horizontali. Dakle, osim u ležećem položaju na leđima ispitanici ne prave razliku u opažaju daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na subjektivnu horizontalu.

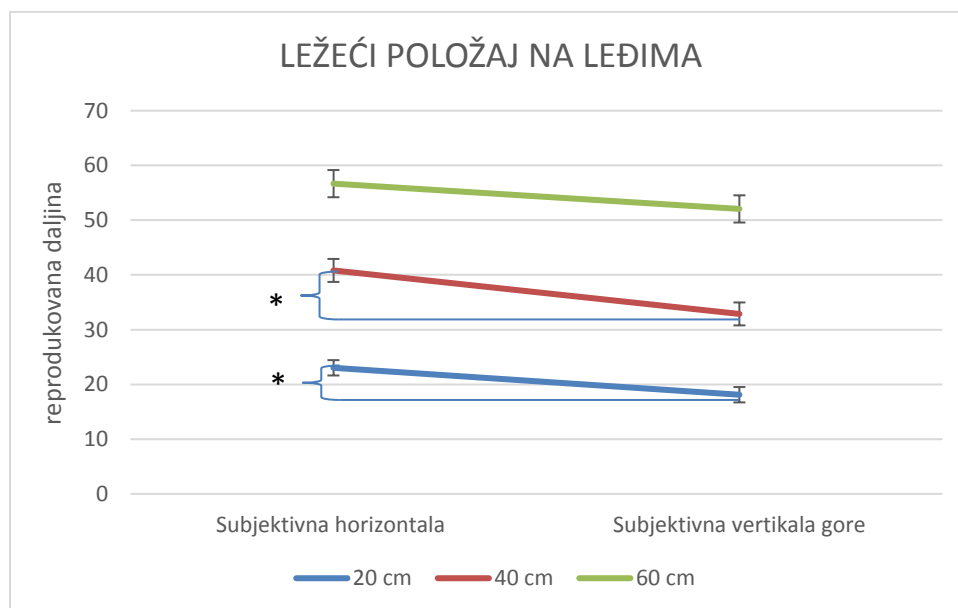
5.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije

Kao i u prethodnim analizama podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja a varirani faktori su: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

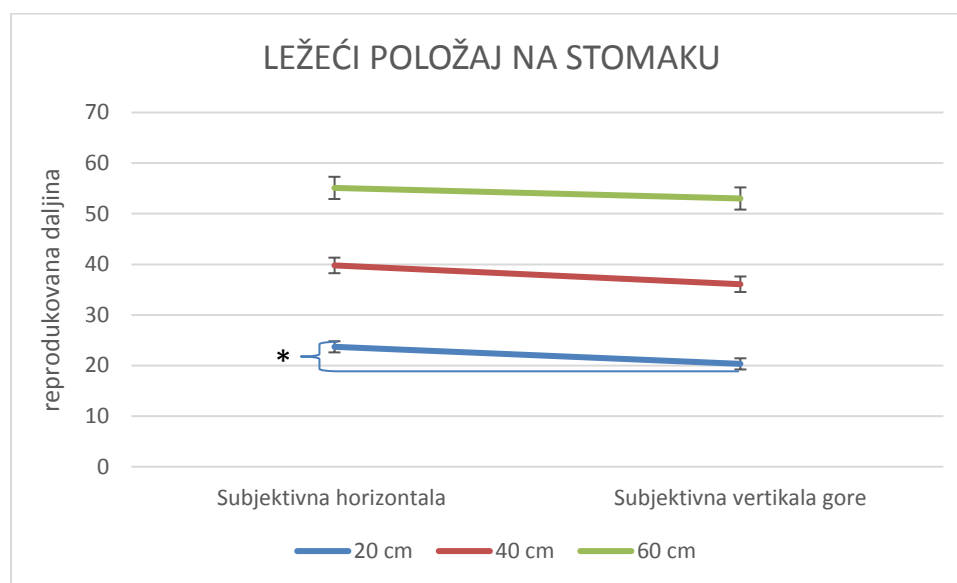
Dobijeni podaci ukazuju da je statistički značajna interakcija faktora položaj tela ispitanika i pravac procene ($F(2,20)=6.933$, $p=.005$, $\eta^2=.409$). Takođe, statistički je značajan i efekat pravca procene ($F(1,10)=27.966$, $p=.000$, $\eta^2=.737$) i daljine stimulusa ($F(2,20)=882.989$, $p=.000$, $\eta^2=.989$), ali ne i položaja tela ispitanika. Primenom Šidakovih testova, uviđa se da ispitanici opažaju razlike u daljini stimulusa između subjektivnih pravaca procene vertikale gore u odnosu na horizontalu samo u pojedinim položajima tela i kada su stimulusi na određenim udaljenostima. Tačnije, u sedećem položaju na svim udaljenostima, u ležećem položaju na leđima na 20cm i 40cm udaljenosti stimulusa i u ležećem položaju na stomaku na 20cm udaljenosti stimulusa (videti priloge 25 i 26 i slike 42, 43 i 44). Razlike su takve da se u navedenim položajima tela udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali jer ispitanici kraće distance na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali. U ostalim položajima tela nema razlike u opažaju udaljenosti između pravaca subjektivna vertikala gore i subjektivna horizontala.



Slika 42. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 43. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



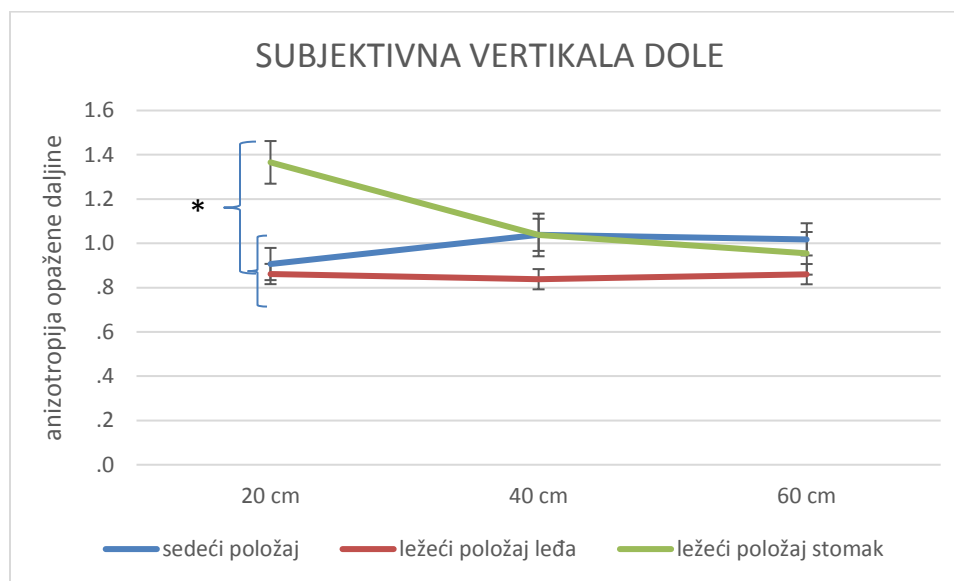
Slika 44. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

5.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije

Naredne analize su urađene u nameri da se ispita efekat anizotropije opažene daljine u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih ispitanika. Ovim analizama smo želeli da proverimo stabilnosti fenomena anizotropije poređenjem odnosa reprodukovanih daljina na subjektivno određenim pravcima tj. subjektivne vertikale gore sa subjektivnom horizontalom kao i subjektivne horizontale sa subjektivnom vertikalom dole u svim položajima tela ispitanika. Da podsetimo kako se sa promenom položaja tela subjektivno definisani pravci posmatranja razlikuju od fizički određenih. Shodno tome urađene su dve dvofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja u kojima su faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

5.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

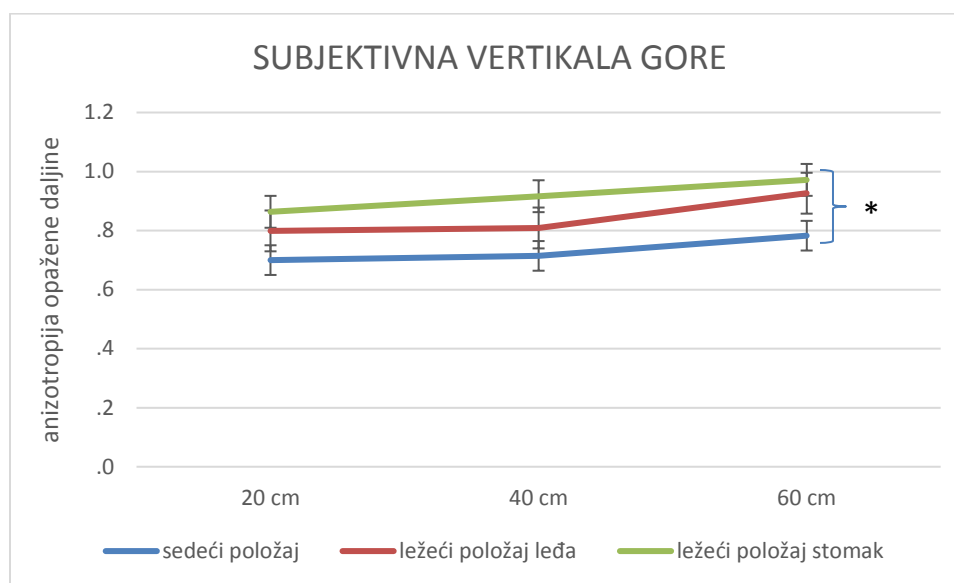
Dvofaktorska analiza varijanse pokazuje postojanje interakcije položaja tela i daljine stimulusa ($F(4,40)=8.749$, $p=.000$, $\eta^2=.467$) kao i efekta položaja tela ispitanika ($F(2,20)=8.567$, $p=.002$, $\eta^2=.461$). Naknadne analize Šidakovim testovima ukazuju na postojanje razlika u jačini efekta anizotropije između ležećeg položaja na stomaku u odnosu na sedeći i ležeći položaja na leđima samo na udaljenosti od 20cm, što se može protumačiti kao nepostojanje sistematskih razlika (videti priloge 27 i 28 i sliku 45).



Slika 45. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

5.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontalne u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

Analiza pokazuje postojanje efekta položaja tela ($F(2,20)=6.516$, $p=.007$, $\eta^2=.395$) kao i daljine stimulusa ($F(2,20)=6.480$, $p=.007$, $\eta^2=.391$). Naknadne analize Šidakovim testovima ukazuju na postojanje razlika u jačini efekta anizotropije između sedećeg položaja i ležećeg položaja na stomaku, ali samo na udaljenosti od 60cm što ne ukazuje na postojanje sistematskih razlika. Nepostojanje sistematskih razlika u jačini efekta anizotropije između subjektivne vertikalne gore u odnosu na horizontalu promenom položaja tela ukazuje da se anizotropija formira u odnosu na subjektivne ose (videti priloge 29 i 30 i sliku 46).



Slika 46. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali gore u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

5.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka

U okviru prethodnih analiza pokušali smo da utvrdimo da li gluve osobe prave razlike u proceni daljine na subjektivnoj vertikali gore u odnosu na horizontalu i subjektivne horizontale u odnosu na vertikalu dole u zavisnosti od promene položaja tela. Rezultati su nam ukazali da u pojedinim položajima tela ispitanici vertikalu gore procenjuju kao dužu od horizontale, dok vertikalu dole opažaju kao kraću od horizontale. U narednim analizama ćemo porediti razlike u izraženosti anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka tj. načina na koji su ispitanici reprodukovali daljine. Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm) i vrsta zadatka prilikom reprodukcije daljine (zadatak navođenja i zadatak motorne reprodukcije). Kao zavisnu varijablu koristili smo vrednost anizotropije opažene daljine, izraženu preko odnosa procena daljine na dva subjektivno određena pravca posmatranja.

5.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

Dobijeni rezultati trofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja ukazuju na postojanje interakcije faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,80)=10.509$, $p=.000$, $\eta^2=.344$), kao i statistički značajnog efekta položaja tela ($F(2,40)=16.146$, $p=.000$, $\eta^2=.447$). Dodatnim analizama Šidakovim testovima nisu nađene razlike u jačini efekta anizotropije u zavisnosti od vrste zadatka, daljine stimulusa ili položaja tela ispitanika. Dobijene podatke možemo da protumačimo kao doslednost ispitanika u oba zadatka pri opažanju daljina na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu u podudarnim

položajima tela. Naime, u sedećem i položaju ležanja na stomaku ispitanici nezavisno od toga da li daljinu standarda reprodukuju rukom ili navode eksperimentatora daljine na subjektivnoj vertikali dole i subjektivnoj horizontali opažaju kao jednake. Međutim, u ležećem položaju na leđima ispitanici dosledno daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali i to tako da se vrednosti anizotropije ne razlikuju značajno kada daljine reprodukuju navodeći eksperimentatora ili pomeranjem stimulusa rukom.

5.2.4.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontalne u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

Trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja ukazuje na statistički značajan efekat položaja tela ($F(2,40)=4.934$, $p=.012$, $\eta^2=.198$), daljine stimulusa ($F(2,40)=10.149$, $p=.000$, $\eta^2=.337$). Iako nije utvrđeno postojanje interakcije faktora uradili smo naknadne analize Šidakovim testovima na osnovu kojih smo utvrdili da razlika u jačini efekta u zavisnosti od vrste zadatka i položaja tela kod gluvih ispitanika ne postoji. Naime, to znači da se vrednost anizotropije opažene daljine na subjektivnoj vertikali gore ne razlikuje značajno kada se daljina reprodukuje pomeranjem stimulusa rukom ili navođenjem eksperimentatora da to uradi.

5.2.5. Diskusija

Prema nalazima trećeg eksperimenta ispitanici su opažali daljine na subjektivnoj vertikali gore kao duže od istih na subjektivnoj horizontali, dok su daljine na subjektivnoj vertikali dole opažali kao kraće ili jednake u odnosu na fizički iste na subjektivnoj horizontali. Međutim, razlike u opaženoj daljini nisu potvrđene u svim položajima tela ispitanika. Stoga smo želeli da četvrtim eksperimentom ispitamo da li će razlike u opažaju daljine postojati i kada ispitanici daljine reprodukuju rukom i u kojim položajima će postojati.

Dobijeni rezultati su nam ukazali da ispitanici samo kod nekih procena daljine prave razlike u opažaju daljine između pravaca poređenja. Zapravo, razlike se uočavaju samo kada se subjektivni pravci vertikalne gore/dole i horizontala poklapaju sa fizičkom vertikalom ka zenitu i fizičkom horizontalom. Naime, poređenjem daljina na subjektivnoj vertikali gore u odnosu na horizontalu u sedećem položaju i položaju ležanja na leđima ispitanici daljine ka subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže. Jedino još prave razliku u opažaju daljina kada pomeraju stimulus na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu u ležećem položaju na leđima. U tom slučaju daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće. Prema ovim nalazima možemo reći da ispitanici sa oštećenom funkcijom vestibularnog aparata baziraju svoje procene daljina na subjektivnim pravcima jer se opažaj daljine ne menja promenom položaja tela iz sedećeg u ležeći na leđima. Ovaj nalaz nam ukazuje da se opažaj daljine oslanja na analizu dodatnih informacija vezanih za opažaj dejstva sile gravitacije na telo jer su razlike u opažaju utvrđene samo kada je u procenu uključen pravac vertikalne ka zenitu nezavisno od toga da li je opažena kao subjektivna vertikalna gore (sedeći položaj) ili kao subjektivna horizontala (ležeći položaj na leđima). Ono što je interesantno je to da se u poziciji na leđima daljine na vertikali ka zenitu opažaju kao duže kada se porede sa daljinama na fizičkoj horizontali koja odgovara subjektivnom pravcu dole ka stopalima, dok se daljine na vertikali ka zenitu opažaju kao kraće kada se porede sa daljinama na

fizičkoj horizontali koja odgovara subjektivnom pravcu gore iznad glave. S tim u vezi možemo zaključiti da se opažaj daljina ipak bazira na subjektivnim osama.

Naše opšte zapaženje na osnovu dosadašnjih rezultata je da gluve osobe pokazuju slične tendencije prilikom opažaja daljine kao i osobe sa očuvanom funkcijom vestibularnog aparata u smislu da se opažaj formira prema subjektivnim pravcima. Takođe, obe grupe ispitanika daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od horizontalnih nezavisno od toga da li su prilikom procene navodili eksperimentatora ili su daljinu reprodukovali sami. Međutim, gluvi ispitanici ne prave razlike u opažaju daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na subjektivnu horizontalu u sedećem i ležećem položaju na stomaku, dok ispitanici iz opšte populacije daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na fizičkoj horizontali. Naglašavamo da će ova zapažanja biti detaljnije opisana u finalnom delu rada kada ćemo direktno upoređivati ove dve grupe ispitanika.

6. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE SA PRIVREMENOM DEPRIVACIJOM VESTIBULARNOG SISTEMA

Ranije studije su ukazale na važnost vestibularnih informacija u integraciji sa vizuelnim i proprioceptivnim u formiranju opažaja daljine objekta (Tošković, 2004; 2012). Kako bi izdvojili doprinos vestibularnih informacija na opažaj daljine objekta u istraživanje smo pored grupe ispitanika iz opšte populacije bez oštećenja vestibularnog sistema, grupe gluvih i naglavih osoba kod kojih postoji trajna hipofunkcija vestibularne funkcije uključili i ispitanike iz opšte populacije koje smo podvrgli galvanskoj vestibularnoj stimulaciji (GVS-u). Razlog za to su saznanja da se usled veštačke deprivacije vestibularnog aparata galvanskom strujom kod zdravih osoba izaziva dezorijentacija (kratkotrajna) nalik onoj koja se javlja kod pacijenata u akutnoj fazi vestibularnog oštećenja (Della-Justina, Manczak, Winkler, Araújo, Souza, Amaro Junior, & Gamba, 2014; Bense, Stephan, Yousry, Brandt & Dieterich, 2001; Lobel, Kleine, Bihan, Leroy-Willig & Berthoz, 1998).

6.1. ZADATAK NAVODENJA (EKSPERIMENT 5)

Dosadašnja istraživanja su sugerisala da se usled opažaja da je sprovođenje potencijalnog pokreta ka zenitu napornije od pokreta ka horizontu daljine ka zenitu opažaju kao duže od istih ka horizontu (Tošković, 2004; 2012). Imajući ove nalaze u vidu privremenom deprivacijom vestibularne funkcije kod zdravih osoba smo imali nameru da u *zadatku navođenja* ispitamo stabilnost fenomena anizotropije opažene daljine kod ispitanika koji nemaju iskustva sa kompenzovanjem nedostatka vestibularnih informacija kao što je to slučaj sa gluvim osobama.

Kao i u prethodnim eksperimentalnim zadacima ispitanici će randomizovano menjati položaj tela prilikom procene daljine iz sedećeg u ležeći na leđima ili na stomaku. Na slici 16 su ilustrovani položaju tela kao i odnos subjektivnih i fizičkih pravaca.

6.1.1. Metod

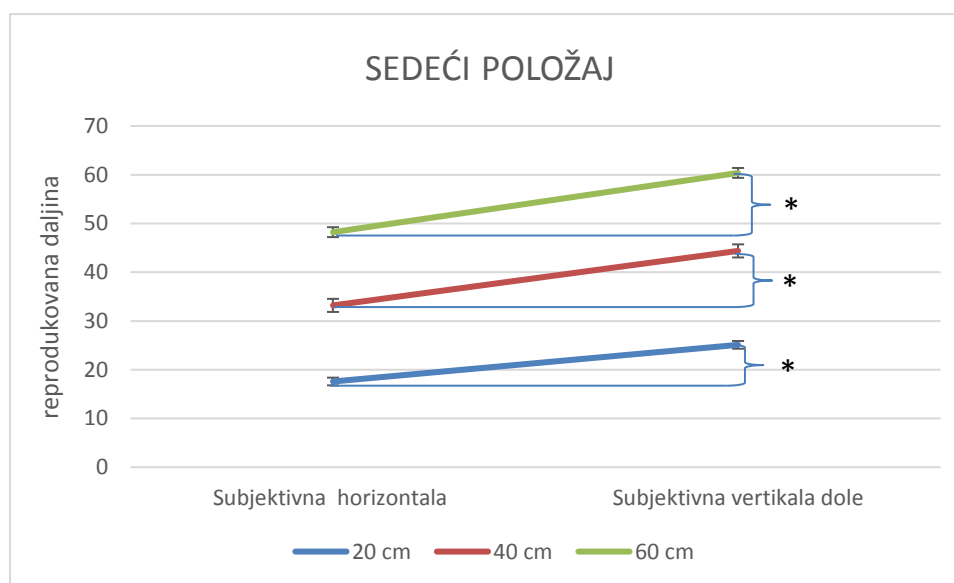
Procedura: U ovom eksperimentu je zadatak ispitanika bio da reprodukuje daljinu standardnog stimulusa navodeći eksperimentatora da pomeri stimulus metu na opaženu udaljenost. Instrukcija koju su ispitanici dobili je identična onoj u eksperimentu broj jedan.

6.1.2. Rezultati

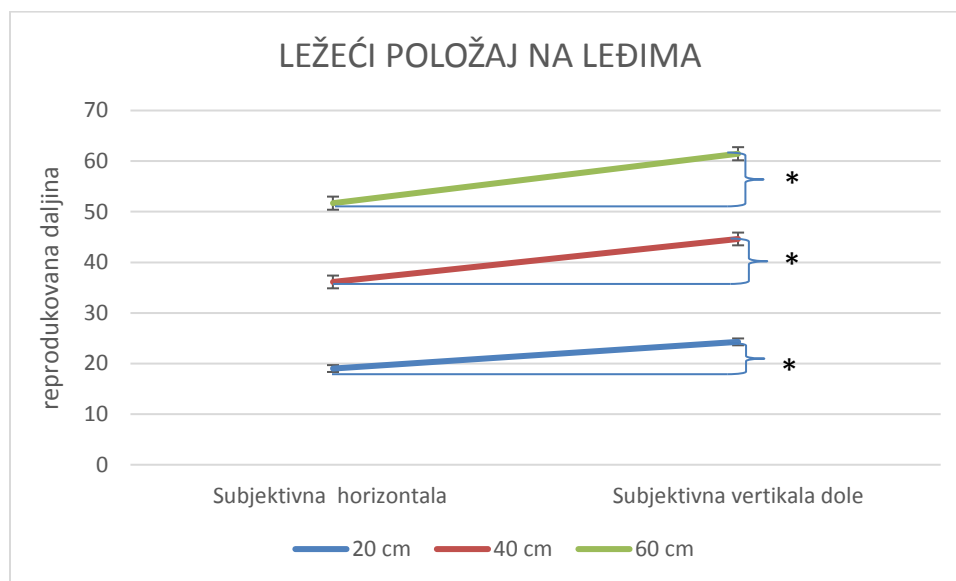
6.1.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

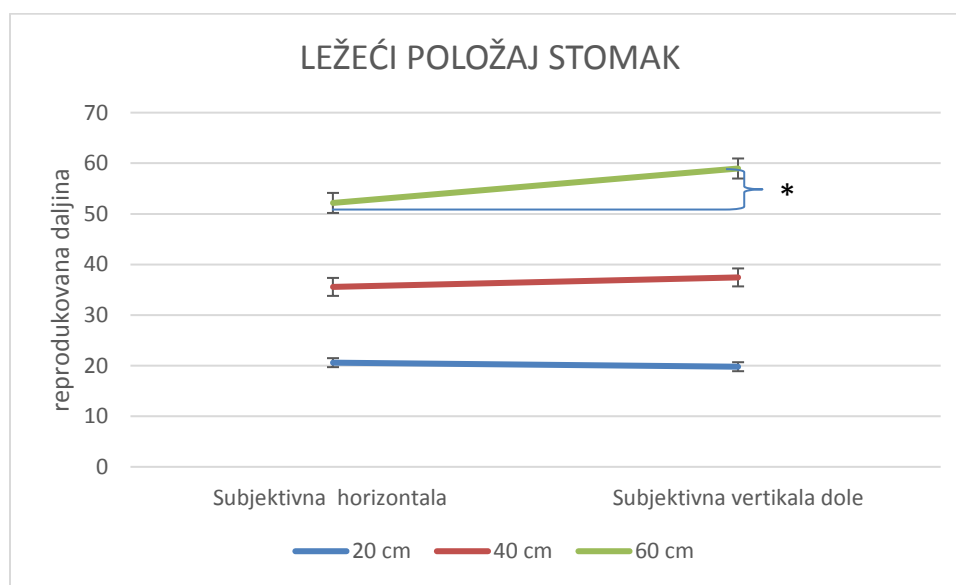
Analiza je pokazala postojanje interakcije faktora položaj tela i pravac procene ($F(2,24)=3.904$, $p=.034$, $\eta^2=.245$), pravac procene i daljina stimulusa ($F(4,48)=16.239$, $p=.000$, $\eta^2=.575$) kao i da postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,12)=35.277$, $p=.000$, $\eta^2=.746$), daljine stimulusa ($F(2,24)=1267.563$, $p=.000$, $\eta^2=.991$). Naime, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira u zavisnosti od pravca na kom se vrši procena i udaljenosti stimulusa u pojedinim položajima tela. Naknadni Šidakovi testovi ukazuju na značajne razlike u vrednosti reprodukovane daljine stimulusa između pravaca u sedećem položaju i ležećem položaju na leđima i to na svim daljinama, kao i u položaju na stomaku na daljini od 60 cm (videti priloge 31 i 32 i slike 47, 48 i 49).



Slika 47. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 48. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



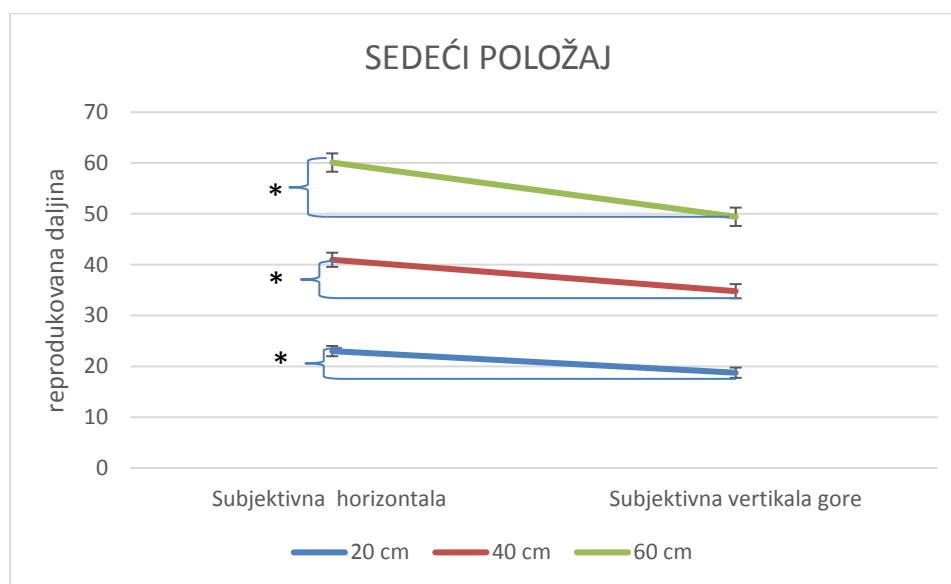
Slika 49. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Možemo reći da ispitanici poređenjem pravaca subjektivna horizontala sa subjektivnom vertikalom dole u sedećem položaju i ležećem položaju na leđima duže udaljenosti na vertikali dole izjednačavaju sa kraćim na horizontali, što nam ukazuje da ispitanici udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali. Treba napomenuti da je izuzetak od ove pravilnosti ležanje na stomaku, na daljinama 20 i 40 cm kada ispitanici daljine na oba pravca opažaju kao iste.

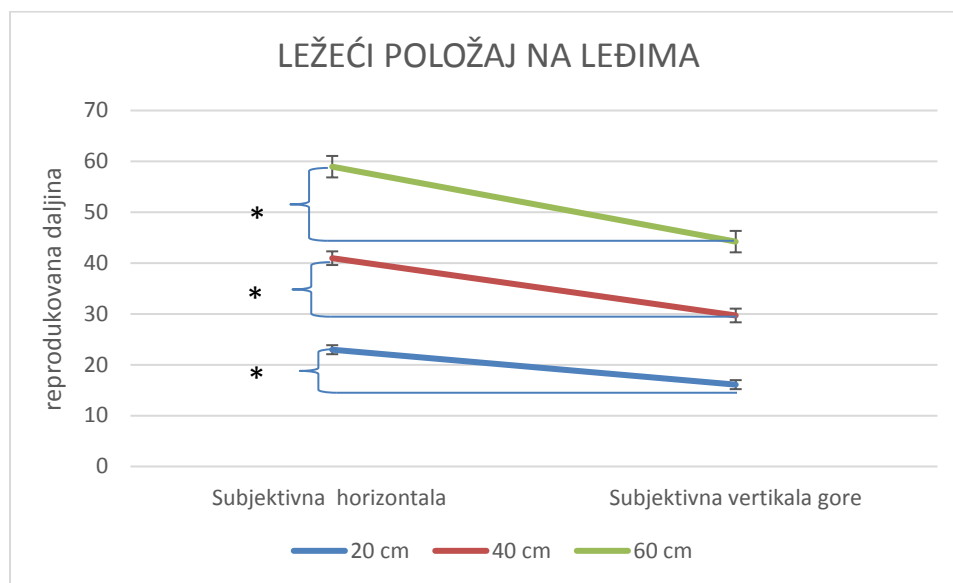
6.1.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja

Podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

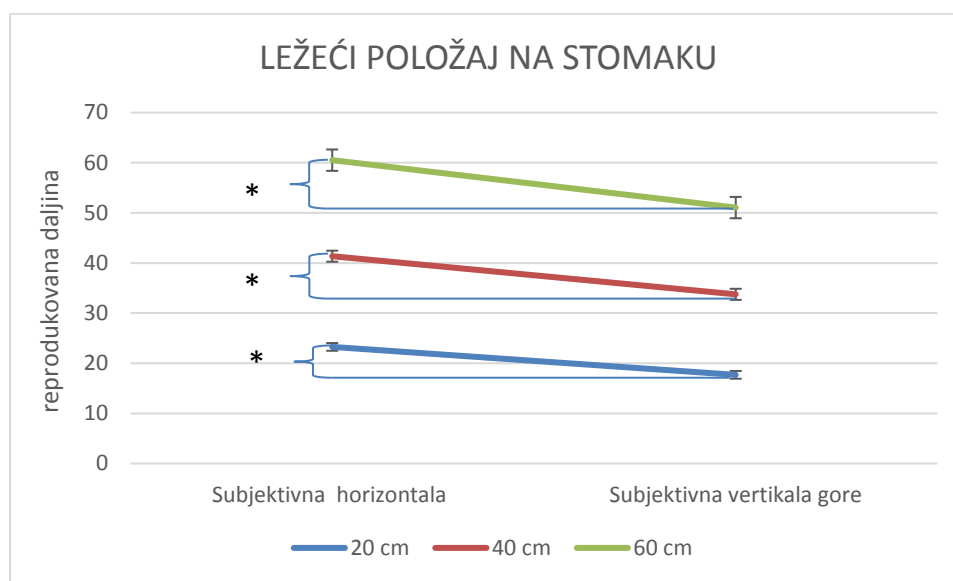
Urađenom analizom varijanse je utvrđeno postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,24)=12.143$, $p=.000$, $\eta^2=.503$) kao i faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,48)=2.636$, $p=.045$, $\eta^2=.180$). Takođe, analiza je pokazala da postoji statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,12)=32.652$, $p=.000$, $\eta^2=.731$), daljine stimulusa ($F(2,24)=1142.891$, $p=.000$, $\eta^2=.990$) i položaja tela ispitanika ($F(2,24)=10.234$, $p=.000$, $\eta^2=.460$). Šidakovi naknadni testovi ukazuju na značajne razlike u reprodukovanoj daljini stimulusa između pravaca procene i to na svim daljinama i položajima tela ispitanika (videti priloge 33 i 34 i slike 50, 51 i 52).



Slika 50. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 51. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 52. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

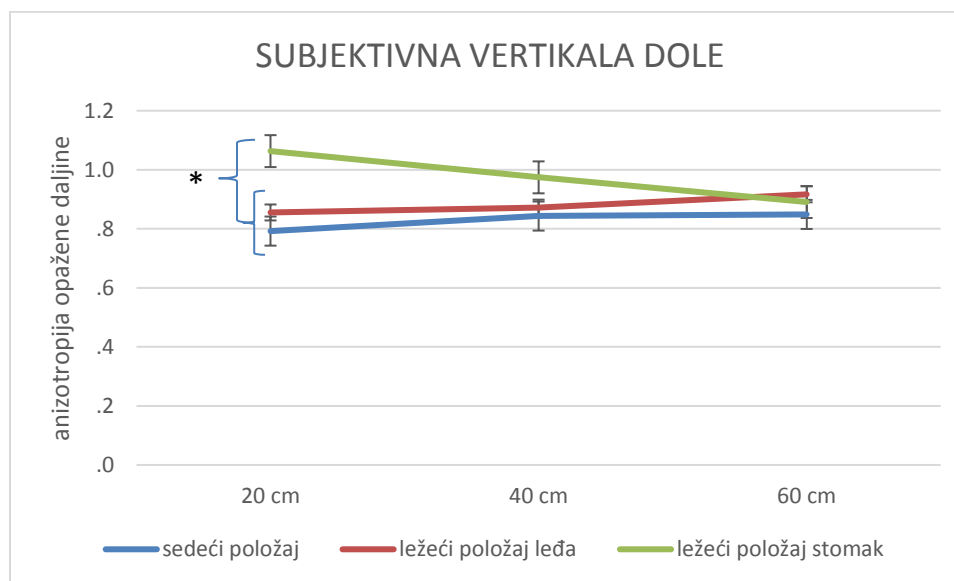
Poređenjem pravca subjektivna vertikalna gore sa subjektivnom horizontalom ispitanici kraće udaljenosti na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali. Stoga, možemo reći da dobijeni rezultati jasno ukazuju da ispitanici udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali.

6.1.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku navođenja

Kao i u ranijim eksperimentima i u ovom ćemo uraditi analizu poređenja vrednosti anizotropije opažene daljine, izražene preko odnosa procena na subjektivno određenim pravcima, u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa. Dakle, u okviru dve dvofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja kao faktore smo koristili položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm), a kao zavisnu varijablu odnos procena na dva pravca. U želji da ispitamo stabilnost fenomena anizotropije opažene daljine narednim analizama smo poredili izraženost anizotropije na subjektivno istim, a fizički različitim pravcima poređenja.

6.1.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analiza pokazuje postojanje interakcije položaja tela i daljine stimulusa ($F(4,48)=6.657$, $p=.000$, $\eta^2=.357$), kao i efekat položaja tela ispitanika ($F(2,24) = 6.163$, $p=.007$, $\eta^2=.339$). Naknadne analize Šidakovim testovima ukazuju na postojanje razlika u jačini efekta anizotropije samo između ležećeg položaja na stomaku u odnosu na sedeći položaj i ležeći položaj na leđima na udaljenosti od 20cm (videti prilog 35 i 36 i sliku 53).



Slika 53. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku navođenja (značajne razlike su označene zvezdicom)

6.1.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontalne u različitim položajima ispitanika (zadatak navođenja)

Analiza pokazuje samo na postojanje efekta položaja tela ispitanika ($F(2,24)=5.056$, $p=.015$, $\eta^2=.296$). Šidakovi naknadni testovi ukazuju na nepostojanje sistematskih razlika u jačini efekta anizotropije između subjektivne vertikalne gore u odnosu na horizontalu promenom položaja tela što ukazuje da se anizotropija formira u odnosu na subjektivne ose (videti prilog 37 i 38).

6.1.4. Diskusija

Cilj petog eksperimenta je da se ispita stabilnost efekta anizotropije opažene daljine kada su ispitanici osobe kod kojih se veštačkim putem izaziva kratkotrajna vestibularna deprivacija. Naime, usled galvanske stimulacije dolazi do aktivacije svih čulnih ćelija vestibularnog aparata što za posledicu ima subjektivni doživljaj dezorijentisanosti (Fife et al., 2000) i onemogućava integraciju vestibularnih informacija sa vizuelnim i proprioceptivnim sa ciljem formiranja opažaja daljine. Uzimajući u obzir da smo na osnovu prethodno sprovedenih eksperimenata ukazali na mogućnost da gluvi ispitanici usled kompenzacije vestibularnih informacija pokazuju slabije efekte anizotropije u odnosu na ispitanike iz opšte populacije, prepostavili smo da će kod ispitanika koji ranije nisu imali iskustva sa kompenzijom vestibularnih informacija ovaj nedostatak uticati na jačinu efekta anizotropije opažene daljine.

Rezultati prethodna dva eksperimenta ove studije ukazuju da u zadatku navođenja ispitanici sa trenutnom deprivacijom vestibularnog aparata opažaju daljine na subjektivnoj vertikali gore kao duže, dok daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih daljina na subjektivnoj horizontali. Takođe, naši dosadašnji nalazi upućuju na zaključak da ispitanici koriste svoje telo kao referentni okvir za procenu daljine u peripersonalnom prostoru. Prema nalazima ovog eksperimenta možemo reći da su ispitanici koji su kratkotrajno bili podvrgnuti deprivaciji vestibularne funkcije GVS-om pokazali slične tendencije kao i prethodne grupe ispitanika kojima nije depriviran vestibularni aparat. Tačnije, vrednosti anizotropije dobijene poređenjem reprodukovanih daljina na pravcima subjektivna vertikala gore u odnosu na horizontalu kao i horizontalne u odnosu na subjektivnu vertikalu dole ukazuju da se daljine na vertikali gore opažaju kao duže dok se daljine na vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali. Jedini izuzetak je procena u ležećem položaju na stomaku. U ovom položaju ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali dole i one na horizontali opažaju kao iste.

Stoga zaključujemo da i usled veštačke stimulacije vestibularnog aparata ispitanici pokazuju jasne tendencije da prostor oko sebe opažaju kao anizotropan i to na način na koji ih opažaju osobe iz opšte i populacije gluvih osoba. Analiza vrednosti anizotropije za svaki pravac i položaj ukazuju da se na svim položajima i daljinama, osim kod opažaja vertikalne dole u ležećem položaju na stomaku, opažaj daljine formira u odnosu na subjektivne ose ispitanika, a ne na osnovu fizičkih pravaca, što je u skladu sa nalazima naših prethodnih eksperimenata.

6.2. ZADATAK MOTORNE REPRODUKCIJE (EKSPERIMENT 6)

U okviru ovog eksperimenta smo želeli da ispitamo stabilnost fenomena anizotropije opažene daljine kod osoba sa privremenom deprivacijom vestibularnog aparata u zadatku motorne reprodukcije. Rukovodeći se prethodnim nalazima očekujemo da efekat anizotropije ostane stabilan jer su nalazi prethodna dva eksperimenta ukazala da i kod ispitanika sa trajnom deprivacijom vestibularnih informacija efekat anizotropije opstaje u pojedinim položajima tela. Takođe, ranije studije ukazuju da propriocepcija ima važniju ulogu u multisenzornoj integraciji informacija u zadatku sprovođenja motorne aktivnosti usmere na dohvatanje objekta (Bagesteiro, Sarlegna and Sainburg, 2006).

Prilikom procene daljine u *zadatku motorne reprodukcije* ispitanici su zauzimali sedeći položaj, ležeći položaj na leđima i ležeći položaj na stomaku. Ilustrovani prikaz ovih položaja i odnosa subjektivno i fizički određenih pravaca posmatranja se nalazi na slici 16.

6.2.1. Metod

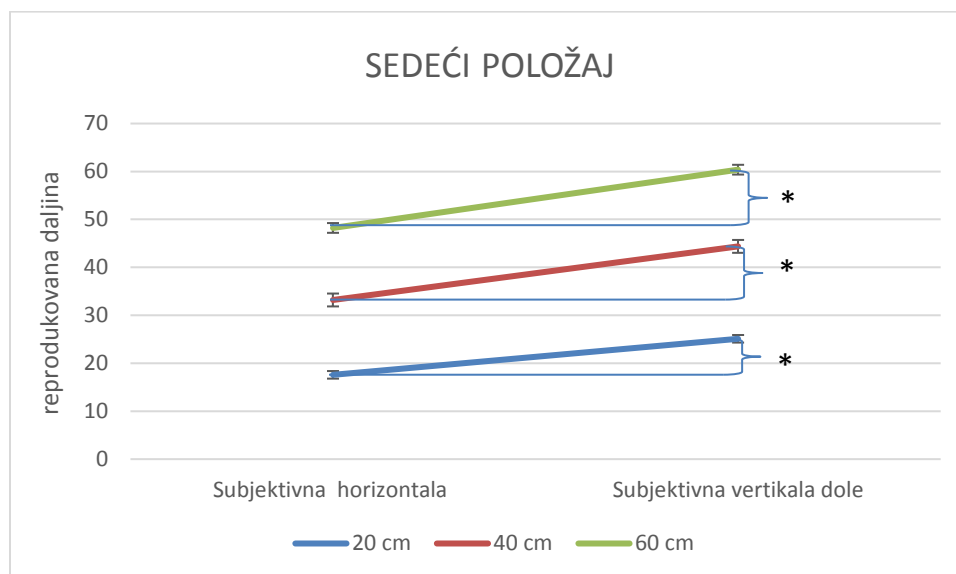
Procedura: U ovom eksperimentu je zadatak ispitanika bio da reprodukuju daljinu standardnog stimulusa pomeranjem stimulusa mete rukom na opaženu udaljenost. Instrukcija koju su ispitanici dobili je identična onoj u eksperimentu broj dva.

6.2.2. Rezultati

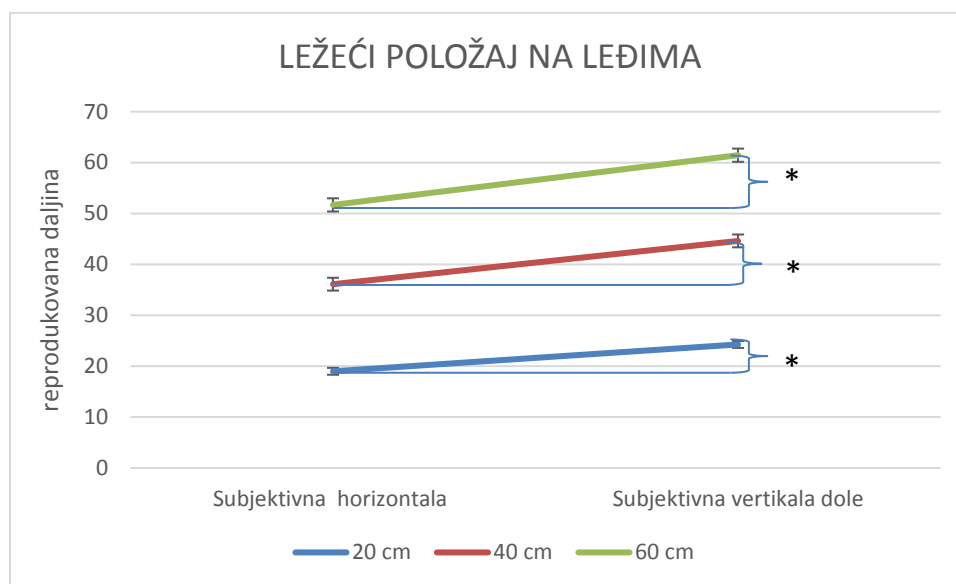
6.2.2.1. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije

Urađena je trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja u okviru koje su faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikala dole i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

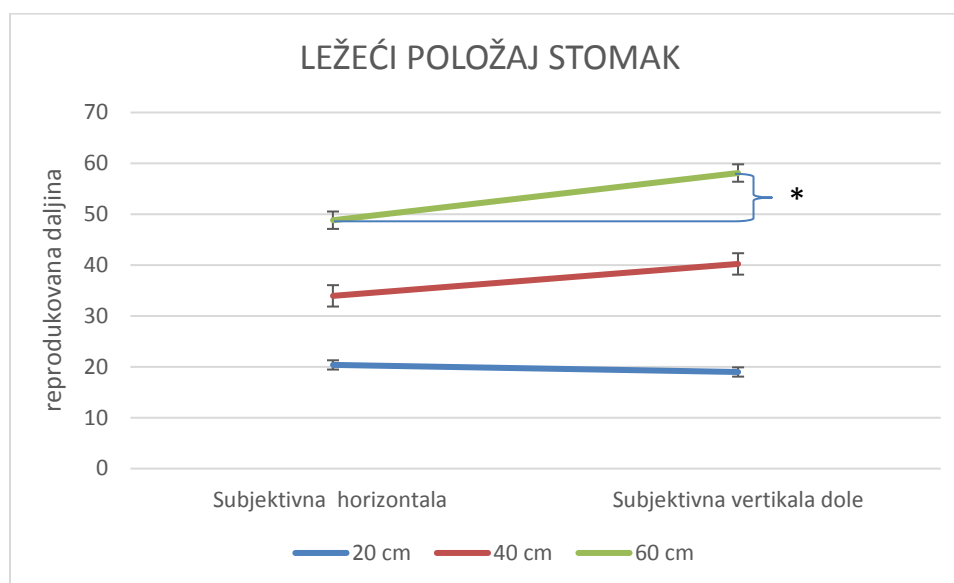
Analizom je utvrđeno postojanje interakcije faktora pravac procene i daljina stimulusa ($F(2,22)=25.025$, $p=.000$, $\eta^2=.695$), kao i statistički značajan efekat položaja tela ispitanika ($F(2,22)=5.126$, $p=.015$, $\eta^2=.318$), pravca procene ($F(1,11)=59.944$, $p=.000$, $\eta^2=.845$) i daljine stimulusa ($F(2,22)=1434.879$, $p=.000$, $\eta^2=.992$). Dakle, prema dobijenim podacima može se reći da procena daljine stimulusa varira u zavisnosti od pravca na kom se vrši procena i udaljenosti stimulusa. Naknadni Šidakovi testovi ukazuju na značajne razlike reprodukovane daljine stimulusa između pravaca u sedećem položaju i ležećem položaju na leđima i to na svim daljinama, kao i u položaju na stomaku na daljini od 60 cm (videti priloge 39 i 40 i slike 54, 55 i 56).



Slika 54. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 55. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



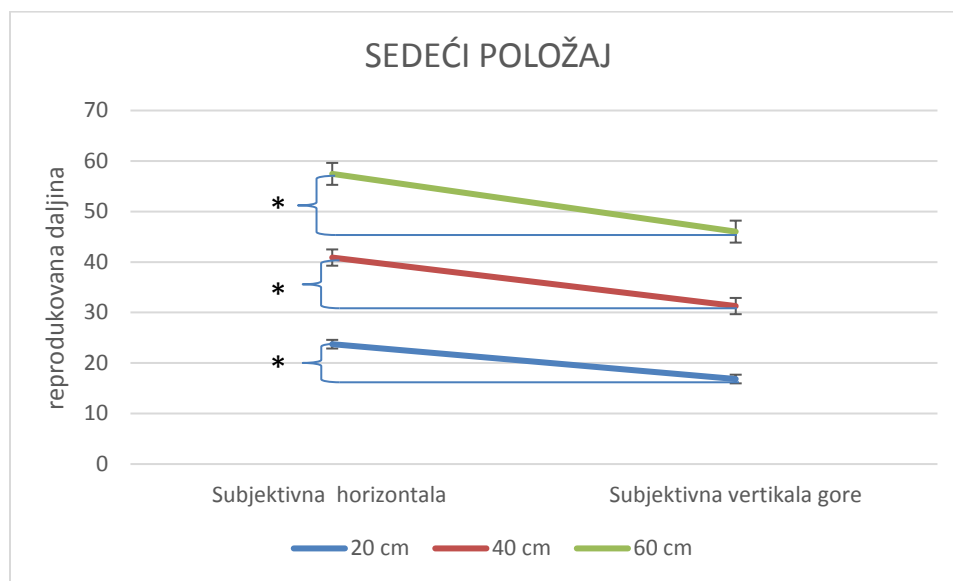
Slika 56. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine stimulusa u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

Na osnovu ovih nalaza možemo reći da kada sede i leže na leđima ispitanici subjektivnu vertikalnu dole opažaju kao kraću od horizontale jer duže udaljenosti na subjektivnoj vertikali dole izjednačavaju sa kraćim na subjektivnoj horizontali. Dakle, samo u ležećem položaju na stomaku ispitanici ne prave razliku u opažaju daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na subjektivnu horizontalu.

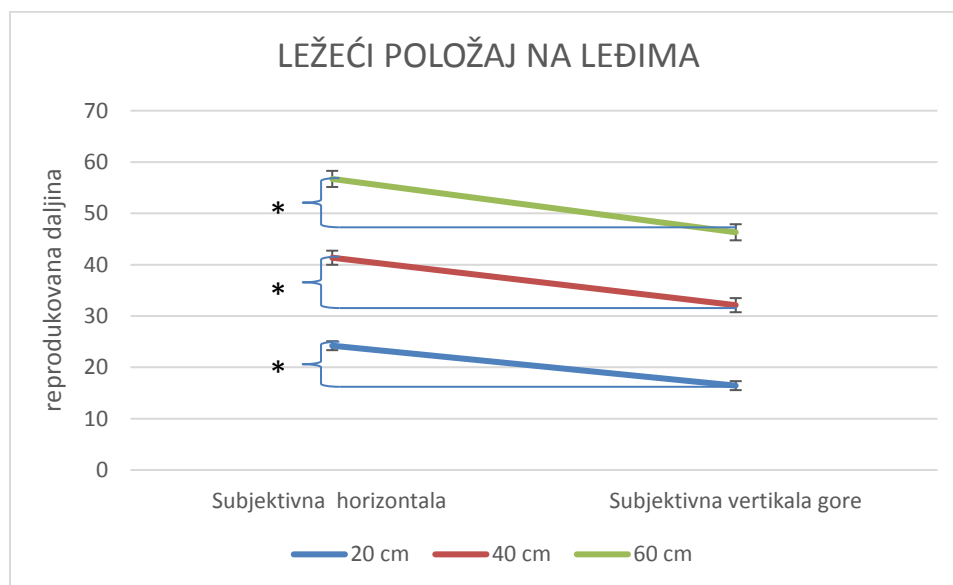
6.2.2.2. Procene daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije

Kao i u prethodnim analizama podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja a varirani faktori su: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), pravac procene (subjektivna vertikalna gore i subjektivna horizontala) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm).

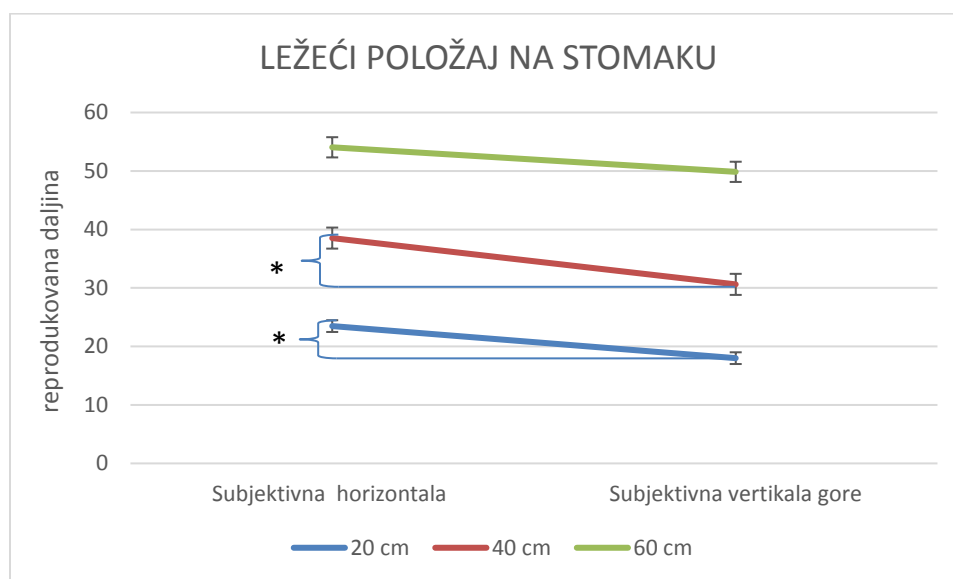
Dobijeni podaci ukazuju da postoji statistički značajna trostruka interakcija faktora položaj tela ispitanika, pravac procene i daljine stimulusa ($F(4,44)=2.957$, $p=.030$, $\eta^2=.212$). Takođe, postoji i statistički značajan efekat pravca procene ($F(1,11)=26.782$, $p=.000$, $\eta^2=.709$), daljine stimulusa ($F(2,22)=651.240$, $p=.000$, $\eta^2=.983$), ali ne i položaja tela ispitanika. Primenom Šidakovih testova, uviđa se da ispitanici opažaju razlike u daljini stimulusa između subjektivnih pravaca procene vertikale gore u odnosu na horizontalu samo u pojedinim položajima tela i kada su stimulusi na određenim udaljenostima. Tačnije, u sedećem i ležećem položaju na leđima na svim udaljenostima i u ležećem položaju na stomaku na 20cm i 40cm udaljenosti stimulusa (videti priloge 41 i 42 i slike 57, 58 i 59). Razlike su takve da se u navedenim položajima tela udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih udaljenosti na subjektivnoj horizontali jer ispitanici kraće distance na vertikali gore izjednačavaju sa dužim na horizontali.



Slika 57. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u sedećem položaju (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 58. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na leđima (značajne razlike su označene zvezdicom)



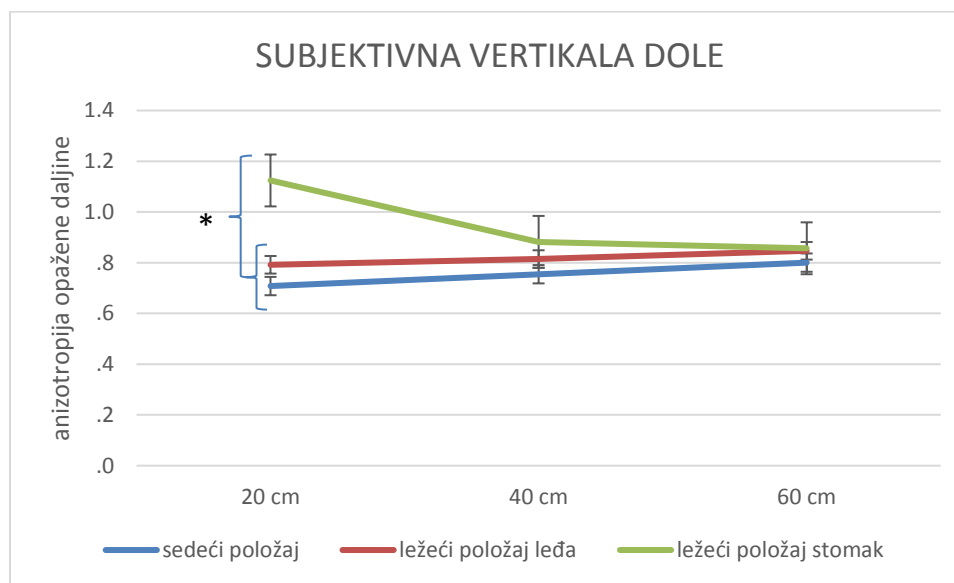
Slika 59. Vrednosti reprodukovane daljine u zavisnosti od pravca procene i daljine u ležećem položaju na stomaku (značajne razlike su označene zvezdicom)

6.2.3. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja tela u zadatku motorne reprodukcije

Naredne dvofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja su urađene u nameri da se ispita promena anizotropije opažene daljine u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om. Varirani faktori su položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm), a zavisna varijabla je bila vrednost anizotropije izražene kao odnos procena daljine na dva pravca. Stabilnost fenomena anizotropije smo proverili poređenjem odnosa reprodukovanih daljina na fizički različitim, a subjektivno istim pravcima u svim položajima tela ispitanika.

6.2.3.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

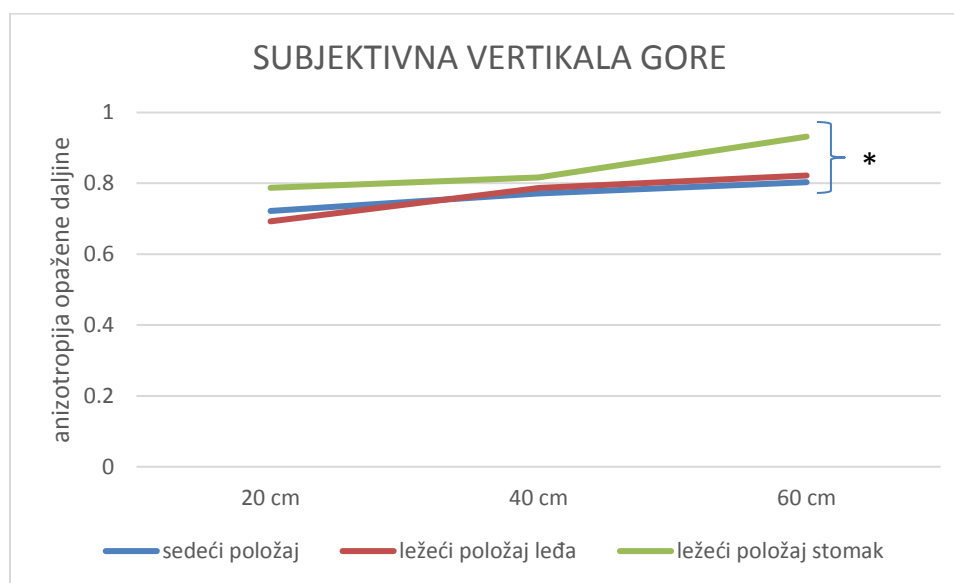
Dvofaktorska analiza varijanse pokazuje postojanje interakcije faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,44)=9.212$, $p=.000$, $\eta^2=.456$), kao i efekta položaja tela ispitanika ($F(2,22)=4.852$, $p=.018$, $\eta^2=.306$), daljine stimulusa ($F(2,22)=4.110$, $p=.030$, $\eta^2=.272$). Naknadne analize Šidakovim testovima ukazuju na postojanje razlika u jačini efekta anizotropije između ležećeg položaja na stomaku u odnosu na sedeći i ležeći položaja na leđima samo na udaljenosti od 20cm, što se može protumačiti kao nepostojanje sistematskih razlika (videti priloge 43 i 44 i sliku 60).



Slika 60. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u zadatku motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

6.2.3.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u različitim položajima ispitanika (zadatak motorne reprodukcije)

Analiza pokazuje postojanje efekta daljine stimulusa ($F(2,22)=19.478$, $p=.000$, $\eta^2=.639$). Primenom Šidakovih testova uviđa se postojanje razlika u jačini efekta anizotropije između sedećeg položaja i ležećeg položaja na stomaku ali samo na udaljenosti od 60cm što ne ukazuje na postojanje sistematskih razlika. Nepostojanje sistematskih razlika u jačini efekta anizotropije između subjektivne vertikale gore u odnosu na horizontalu promenom položaja tela ukazuje da se anizotropija formira u odnosu na subjektivne ose (videti priloge 45 i 46 i sliku 61).



Slika 61. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali gore u zavisnosti od daljine stimulusa i položaja tela ispitanika u motorne reprodukcije (značajne razlike su označene zvezdicom)

6.2.4. Analiza anizotropije opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka

U okviru prethodnih analiza pokušali smo da utvrdimo da li ispitanici stimulirani GVS-om prave razlike u proceni daljine na subjektivnoj vertikali gore u odnosu na horizontalu i subjektivne horizontale u odnosu na vertikalu dole u zavisnosti od promene položaja tela. Rezultati su nam ukazali da u većini položaja tela ispitanici vertikalu gore procenjuju kao dužu od horizontale, dok vertikalu dole opažaju kao kraću od horizontale. U narednim analizama ćemo porediti razlike u vrednosti anizotropija opažene daljine u zavisnosti od vrste zadatka tj. načina na koji su ispitanici reprodukovali daljine. Varirani faktori su: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm) i vrsta zadatka prilikom reprodukcije daljine (zadatak navođenja i zadatak motorne reprodukcije). Zavisna varijabla je bila vrednost anizotropije određena preko odnosa procenjenih daljina na dva subjektivno definisana pravca posmatranja.

6.2.4.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

Dobijeni rezultati trofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja ukazuju na postojanje interakcije faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,92)=15.647$, $p=.000$, $\eta^2=.405$), kao i statistički značajnog efekta položaja tela ($F(2,46)=10.557$, $p=.000$, $\eta^2=.315$) i daljine stimulusa ($F(4,46)=3.213$, $p=.049$, $\eta^2=.123$). Dodatnim analizama Šidakovim testovima nisu nađene razlike u jačini efekta anizotropije u zavisnosti od vrste zadatka, daljine stimulusa ili položaja tela ispitanika. Dobijene podatke možemo da protumačimo kao doslednost ispitanika u oba zadatka pri opažaju daljina na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu u podudarnim položajima tela.

6.2.4.2. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontalne u različitim položajima ispitanika u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

Trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja ukazuje na interakciju faktora položaj tela i vrsta zadatka ($F(2,46)=4.317$, $p=.019$, $\eta^2=.158$), kao i statistički značajan efekat položaja tela ($F(2,46)=5.229$, $p=.009$, $\eta^2=.185$) i daljine stimulusa ($F(2,46)=15.568$, $p=.000$, $\eta^2=.404$). Iako nije utvrđeno postojanje interakcije faktora uradili smo naknadne analize Šidakovim testovima na osnovu kojih smo utvrdili da razlika u jačini efekta u zavisnosti od vrste zadatka i položaja tela kod ispitanika stimuliranih GVS-om ne postoji. Naime, to znači da se vrednosti anizotropije opažene daljine na subjektivnoj vertikali gore ne razlikuju značajno kada se daljina reprodukuje pomeranjem stimulusa rukom ili navođenjem eksperimentatora da to uradi.

6.2.5. Diskusija

Prema nalazima šestog eksperimenta u kom su ispitanici odmah posle stimulacije GVS-om reprodukovali daljinu stimulusa mete na jednom od pravaca očekivali smo da će efekat anizotropije postojati, ali da će vrednosti efekta biti manji u odnosu na vrednosti u zadatku navođenja. Dakle, kao i u zadatku navođenja i u zadatku motorne reprodukcije ispitanici opažaju daljine na subjektivnoj vertikali gore kao duže od istih na subjektivnoj horizontali, dok daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali. Međutim, razlike u opaženoj daljini nisu potvrđene u svim položajima tela ispitanika. Zapravo u ležećem položaju na stomaku postoje odstupanja u proceni daljine u odnosu na ostale pozicije. Naime, na oba pravca poređenja sa subjektivnom horizontalom tj. i na subjektivnoj vertikali gore i na subjektivnoj vertikali dole ispitanici ne prave razlike u opažaju daljine u polovini eksperimentalnih merenja pa možemo smatrati da u ovom položaju ne postoje sistematske razlike u opažaju daljine na pravcima poređenja kao što je to sličaj u sedećem ili ležećem položaju na leđima.

Naknadne analize razlika vrednosti anizotropije u zavisnosti od zadatka nam ukazuju da ispitanici sa deprivacijom vestibularnog aparata, u većini eksperimentalnih situacija opažaju daljine na vertikali gore kao duže, a na vertikali dole kao kraće od istih na horizontali nezavisno od toga da li sami reprodukuju daljinu stimulusa ili navode eksperimentatora da to uradi umesto njih. Ono što je interesantno navesti je da vrednosti anizotropija rastu povećanjem daljine standarda i promenom položaja iz sedećeg u ležeći na leđima i na stomaku na kojima vrednosti prelaze jedinicu, što se tumači kao postojanje anizotropije ali u suprotnom smeru. Naime, kada ispitanik sedi efekat anizotropije je najjači. Jačina efekta promenom položaja u ležeći na leđima slabi i ima vrednosti koje možemo opisati kao umerene jačine, dok u ležećem položaju na stomaku vrednosti anizotropije se kreću od umerenih ka slabim dok na jednoj daljini vrednosti anizotropije prelaze jedinicu, što se tumači kao anizotropija u suprotnom smeru od očekivane. Napominjemo da nalaz o stabilnosti efekta anizotropije na većini pozicija i daljina u opsegu od umerene do srednje jačine govori u prilog tome da se opažaj daljine formira u odnosu na telesne ose (subjektivno određene) koje ispitanicima koriste kao referentni okvir.

Dakle, ispitanici koji su stimulirani GVS-om opažaju daljine na subjektivnim pravcima vertikala gore i vertikala dole na sličan način kao i ispitanici iz opšte populacije i delimično kao i gluvi ispitanici. Ovde se prevashodno misli na to da ispitanici formiraju opažaj daljine u odnosu na svoje telo. Razlika je u tome što su ispitanici podvrgnuti GVS-u jedino u ležećem položaju na stomaku pokazali tendenciju

da daljine na oba pravca opažaju kao jednake što nije bio slučaj sa grupom ispitanika iz opšte populacije dok ispitanici iz populacije gluvih još u nekim položajima tela daljine na oba pravca opažaju kao jednake. S tim u vezi u narednom poglavlju ćemo prikazati rezultate poređenja vrednosti anizotropija u odnosu na grupu ispitanika.

7. ANIZOTROPIJA OPAŽENE DALJINE U ZAVISNOSTI OD DOSTUPNOSTI VESTIBULARNIH INFORMACIJA

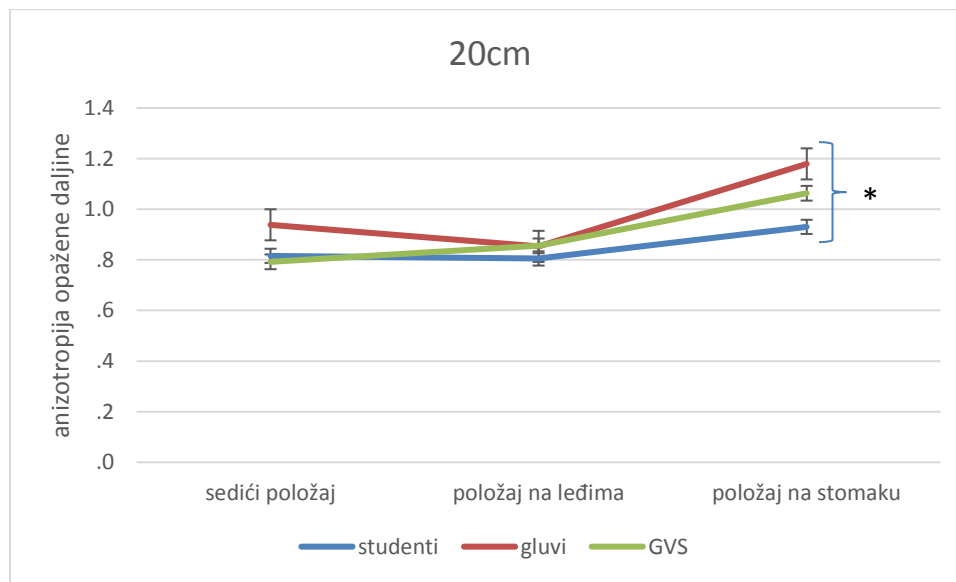
Jedan od koncepata ove studije bazira se na pretpostavci da uloga vestibularnih informacija u formiranju opažaja daljine u peripersonalnom prostoru nije dovoljno istražena. Oslanjajući se na ranije nalaze i njihovo naglašavanje značaja vestibularnih informacija za procenu daljine u ekstrapersonalnom prostoru (Tošković, 2009; Higashiyama & Ueyama, 1988), kreirali smo eksperimente u kojima bi ispitanici bile osobe koje nemaju probleme sa funkcionisanjem i osobe koje imaju privremenu i trajnu deprivaciju funkcije vestibularnog aparata. Posle iščitavanja stručne literature kao prigodan uzorak ispitanika sa trajnom deprivacijom vestibularne funkcije se izdvojila subpopulacija gluvih. Naime, uočeno je da se usled gubitka čula sluha može propratno javiti i gubitak funkcije čula za ravnotežu (Buchman, Joy, Hodges, Telischi & Balkany, 2004; Cushing et al., 2008). Što se tiče grupe ispitanika sa privremenom deprivacijom vestibularne funkcije za potrebe istraživanja su ispitanici iz opšte populacije bili podvrgnuti kratkotrajnoj vestibularnoj stimulaciji galvanskom strujom (GVS). Naša očekivanja su formirana na osnovu rezultata prethodnih studija ispitivanja procene daljine u ekstrapersonalnom prostoru koje ukazuju da razlike u opažaju daljine objekta zavise od pravca procene i to tako da se udaljenosti na vertikali ka zenitu opažaju kao veće, od fizički istih udaljenosti na horizontali. Ovaj fenomen nazvan anizotropija opažene daljine objašnjava se opažajem ispitanika da su pokreti na vertikalnom pravcu, ka gore, naporniji i da produžavanje opažene daljine na tom pravcu pomaže izvođenju akcije (Tošković, 2004; 2009). Stoga smo pretpostavili da će kod ispitanika koji mogu da koriste vestibularne informacije efekat anizotropije opažene daljine biti jači u odnosu na ispitanike sa privremenom deprivacijom vestibularne funkcije dejstvom GVS-a. Takođe, pretpostavljamo da će kod ispitanika koji usled veštačke dezorijetacije trenutno ne mogu da koriste vestibularne informacije efekat anizotropije opažene daljine biti jači u odnosu na ispitanike sa trajnom deprivacijom vestibularnog aparata. Razlog za formulisanje ovakve pretpostavke ima potporu u višegodišnjem iskustvu gluvih osoba u kompenzovanju nedostatka vestibularnih informacija oslanjanjem na vizuelne i propioceptivne informacije (Cushing et al., 2008). Naime, ukoliko su za efekat anizotropije i njegovu ulogu u izvođenju akcije odgovorne između ostalog i vestibularne informacije, osobe sa dugotrajnim oštećenjem vestibularnog aparata se verovatno oslanjaju na druge izvore informacija pri usklađivanju opažaja prostora i izvođenja akcije. U skladu sa tim, anizotropija kod ovih osoba ne bi bila osnov usklađivanja opažaja prostora i akcije, pa bi verovatno bila i manje izražena ili čak izostala. Sve prethodno rečeno bi značilo da će očekivana razlika u opaženoj daljini između horizontalnog i vertikalnog pravca biti najveća kod ispitanika bez vestibularne deprivacije, potom kod ispitanika koji su podvrgnuti GVS-u, dok će razlika biti najmanja kod ispitanika iz subpopulacije gluvih.

Shodno navedenom u narednim redovima ćemo prikazati rezultate poređenja izraženosti anizotropije opažene daljine na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali kao i subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole, između tri grupe ispitanika u zavisnosti od vrste zadatka u različitim položajima tela.

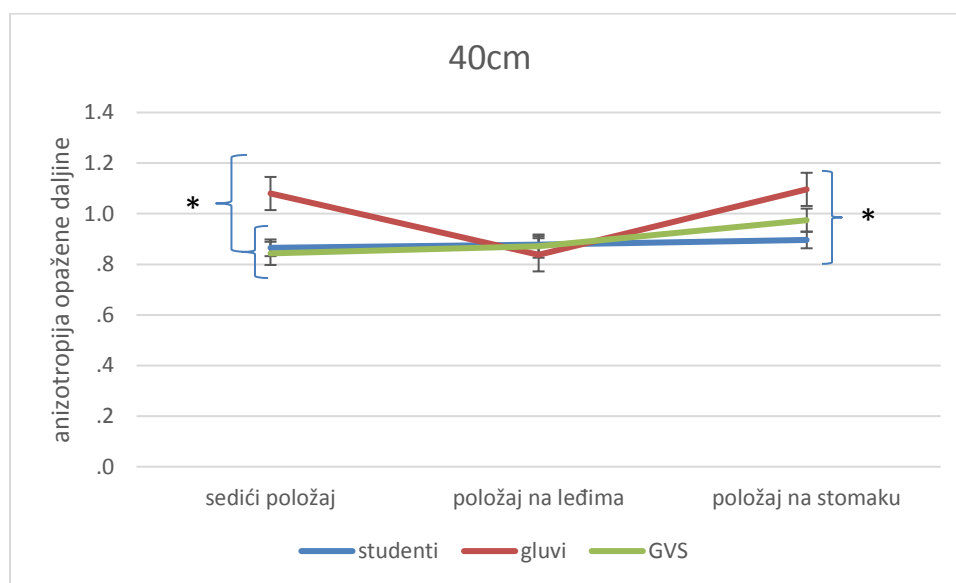
7.1. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja

U ovoj i svim narednim analizama ovog poglavlja podaci su obrađeni trofaktorskom analizom varijanse za ponovljena merenja u kojoj su varirani faktori: položaj tela ispitanika (sedeći, ležeći na leđima i ležeći na stomaku), grupa ispitanika (opšta populacija, gluvi i stimulusani GVS-om) i daljina stimulusa (20, 40 i 60 cm). Kao zavisna varijabla u svim analizama je korišćena vrednost anizotropije opažene daljine, izražena preko odnosa procena na dva subjektivno određena pravca posmatranja.

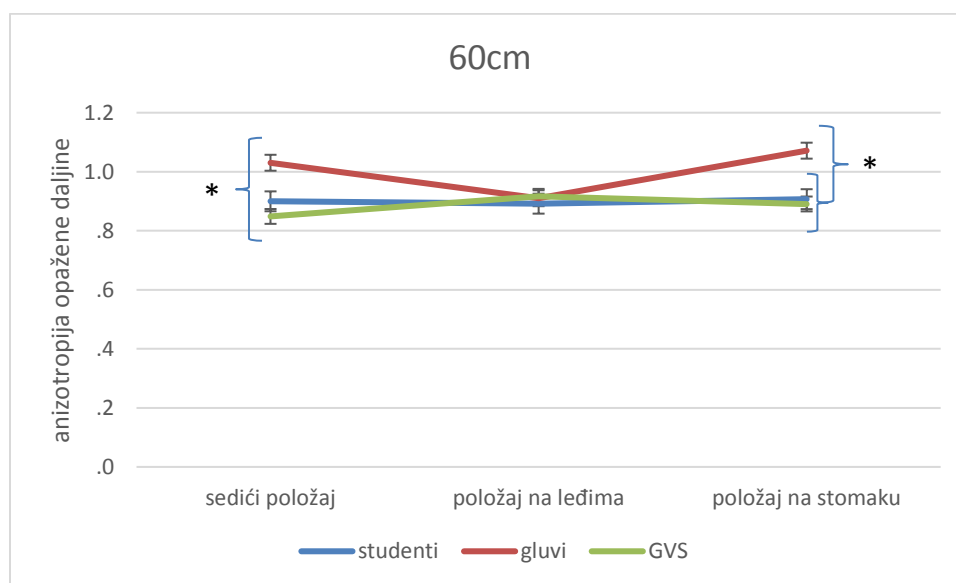
Dobijeni rezultati trofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja ukazuju na postojanje statistički značajne interakcije faktora položaj tela i grupa ispitanika ($F(4,72)=3.340$, $p=.014$, $\eta^2=.157$) i položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,114)=8.745$, $p=.000$, $\eta^2=.195$), kao i efekat položaja tela ($F(2,72)=12.525$, $p=.000$, $\eta^2=.258$) i grupe ispitanika ($F(2,36)=11.118$, $p=.000$, $\eta^2=.382$). Dodatnim analizama Šidakovim testovima nađene su razlike u jačini efekta anizotropije između gluvih i ispitanika iz opšte populacije u *ležećem položaju na stomaku* na svim daljinama, dok je između gluvih i ispitanika stimulusanih GVS-om u ležećem položaju na stomaku utvrđena razlika u jačini efekta anizotropije samo na udaljenosti od 60cm. U *sedećem položaju* razlike u jačini efekta anizotropije između gluvih i ispitanika stimulusanih GVS-om postoje kada se procenjuje udaljenost od 40cm i 60cm, dok je između gluvih i ispitanika iz opšte populacije utvrđena razlika u jačini efekta anizotropije samo na udaljenosti od 40cm. U položaju ležanja na leđima razlike u jačini efekta anizotropije između grupa ispitanika nisu uočene (videti priloge 47 i 48 i slike 62, 63 i 64). Dobijeni rezultati nam nedvosmisleno ukazuju da je kod gluvih ispitanika u napomenutim položajima tela i na navedenim daljinama efekat anizotropije opažene daljine najslabiji jer vrednosti bliže jedinici ili veće od jedinice ukazuje na izostanak efekta odnosno na efekat anizotropije u suprotnom smeru od očekivanog.



Slika 62. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja pri proceni udaljenosti od 20cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



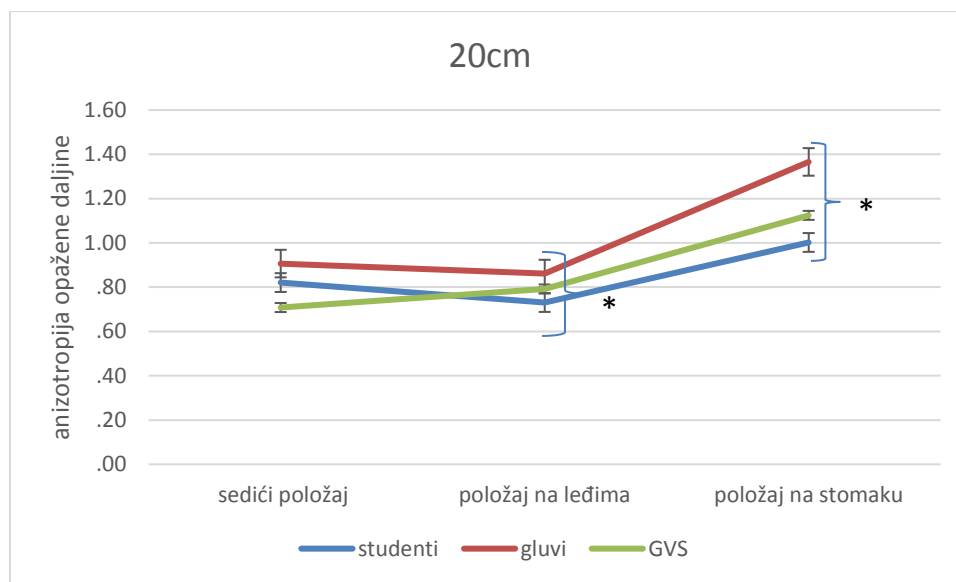
Slika 63. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja pri proceni udaljenosti od 40cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



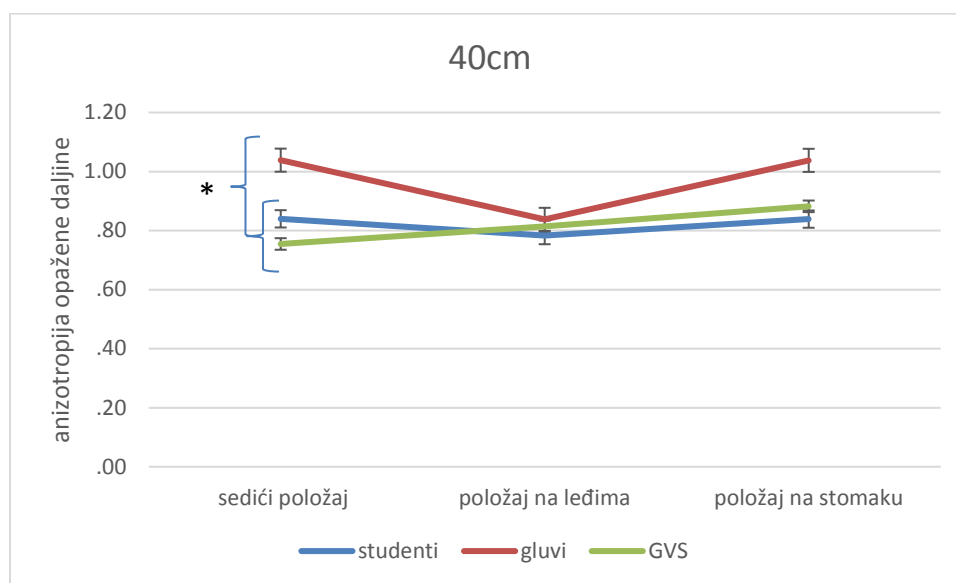
Slika 64. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja pri proceni udaljenosti od 60cm (značajne razlike su označene zvezdicom)

7.2. Odnos subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

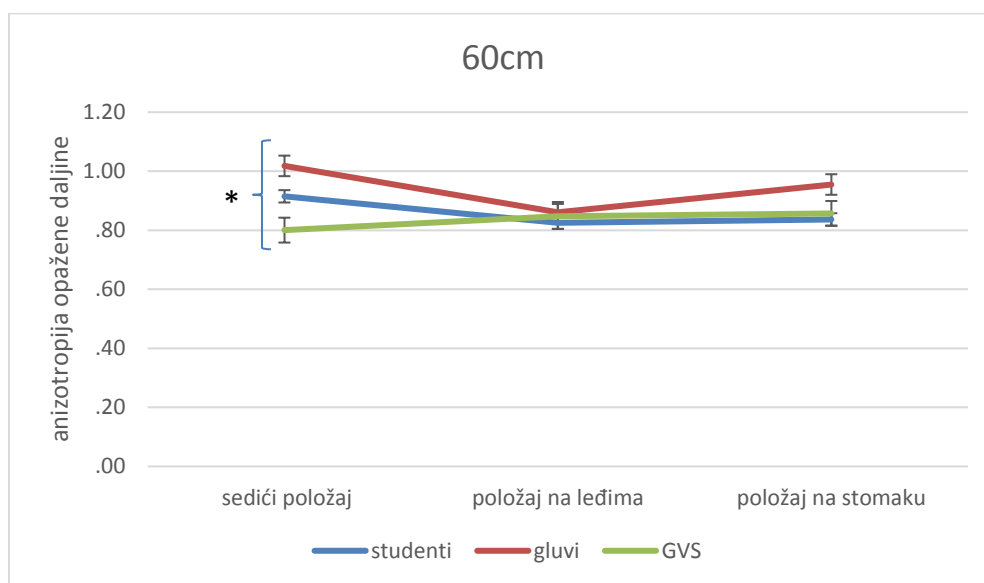
Dobijeni rezultati trofaktorske analize varijanse za ponovljena merenja ukazuju na postojanje statistički značajne interakcije faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,140)=26.391$, $p=.000$, $\eta^2=.430$), kao i efekat položaja tela ($F(2,70)=13.696$, $p=.000$, $\eta^2=.281$), grupe ispitanika ($F(2,35)=10.305$, $p=.000$, $\eta^2=.371$) i daljine stimulusa ($F(2,70)=4.872$, $p=.010$, $\eta^2=.122$). Šidakovim testovima su nađene razlike u jačini efekta anizotropije između gluvih i ispitanika iz opšte populacije u *ležećem položaju na leđima* i na *stomaku* na daljini od 20cm. U *sedećem položaju* na daljini od 40cm i 60cm utvrđeno je postojanje razlika između gluvih i ispitanika stimulusanih GVS-om, a na udaljenost od 40cm i između gluvih i ispitanika iz opšte populacije (videti priloge 49 i 50 i slike 65, 66 i 67). Naime, kao i u prethodnoj analizi dobijeni rezultati nam jednoznačno ukazuju da je kod gluvih ispitanika u napomenutim položajima tela i na navedenim daljinama efekat anizotropije opažene daljine najslabiji. Da podsetimo, vrednost bliža nuli predstavlja odnos reprodukovanih daljina na subjektivnoj horizontali u odnosu na subjektivnu vertikalu dole koja ukazuje na jači efekat anizotropije, dok vrednost bliža jedinici ukazuje na izostanak efekta, a veća od jedinice na efekat anizotropije u suprotnom smeru od očekivanog.



Slika 65. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije pri proceni udaljenosti od 20cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



Slika 66. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije pri proceni udaljenosti od 40cm (značajne razlike su označene zvezdicom)



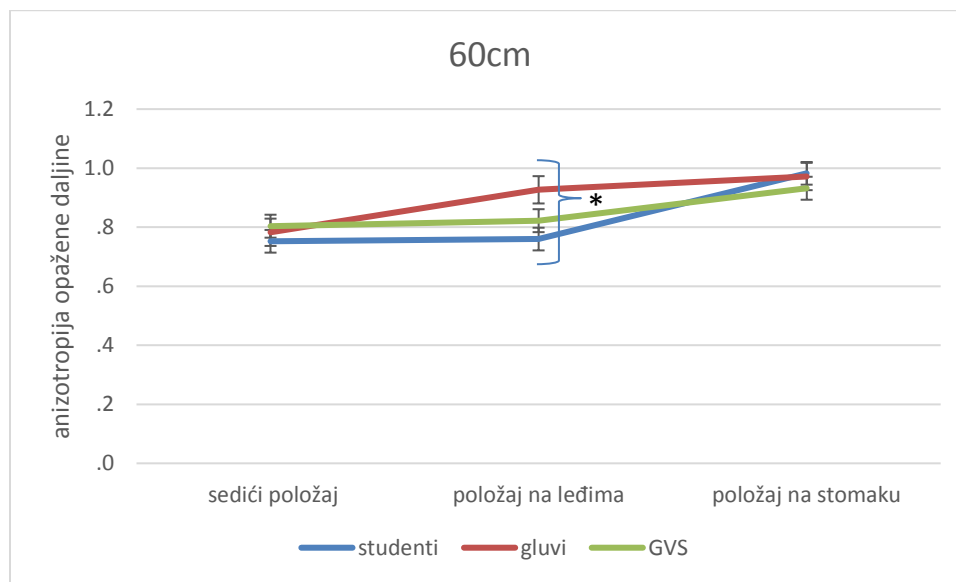
Slika 67. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije pri proceni udaljenosti od 60cm (značajne razlike su označene zvezdicom)

7.3. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja

Trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja ukazuje na interakciju faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,144)=3.981$, $p=.004$, $\eta^2=.100$), kao i statistički značajan efekat daljine stimulusa ($F(2,72)=4.125$, $p=.020$, $\eta^2=.103$). Naknadnim analizama Šidakovim testovima nisu nađene razlike u jačini efekta anizotropije između grupa ispitanika. To znači da između ispitanika ne postoje značajne razlike u opažanju daljina i da svi ispitanici opažaju daljine na subjektivnoj vertikali gore kao duže od istih na horizontali nezavisno od položaja tela ili daljine stimulusa (videti prilog 51).

7.4. Odnos subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

Trofaktorska analiza varijanse za ponovljena merenja ukazuje na interakciju faktora položaj tela i daljina stimulusa ($F(4,140)=2.455$, $p=.049$, $\eta^2=.066$), kao i statistički značajan efekat položaja tela ($F(2,70)=20.782$, $p=.000$, $\eta^2=.373$) i daljine stimulusa ($F(2,70)=48.653$, $p=.000$, $\eta^2=.582$). Naknadne analize Šidakovim testovima na osnovu kojih smo utvrdili da razlika u jačini efekta u zavisnosti od grupe ispitanika postoji samo između gluvih i ispitanika iz opšte populacije u *ležećem položaju na leđima* i to na daljini od 60cm. Dobijeni rezultati se tumače kao nepostojanje sistematskih razlika između grupa ispitanika tako da možemo reći da su ispitanici dosledni u tome da daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih na subjektivnoj horizontali što potvrđuju vrednosti anizotropija, za sve položaje i daljine (videti priloge 52 i 53 i sliku 68).



Slika 68. Odnos anizotropije na subjektivnoj vertikali gore u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije pri proceni udaljenosti od 60cm (značajne razlike su označene zvezdicom)

7.5. Diskusija

U okviru finalne analize podataka poredili smo vrednosti anizotropije za podudarne zadatke i položaje tela u zavisnosti od grupe ispitanika. Na ovaj način smo želeli da vidimo da li se u zavisnosti od dostupnosti vestibularnih informacija prilikom procene daljine stimulusa menjaju vrednosti anizotropije i ako se menjaju u kom smeru idu promene. Na osnovu ranijih istraživanja očekivane razlike bi išle u prilog smeru da je anizotropija naizraženija kod ispitanika bez deprivacije vestibularne funkcije. Tačnije, integracija vestibularnih informacija sa vizuelnim i proprioceptivnim izaziva jači efekat anizotropije (vrednosti anizotropije su bliže nuli). Nasuprot rečenom, izostatan ili kratkoročno ometanje funkcije vestibularnog aparata bi trebalo da izazove slabljenje efekta anizotropije (vrednosti anizotropije bi bile bliže jedinici).

Prema rezultatima poređenja razlika vrednosti anizotropije za pravce subjektivna vertikalna dole u odnosu na horizontalu možemo nedvosmisleno reći da je efekat anizotropije kod gluvih ispitanika slabiji u odnosu na druge dve grupe ispitanika u oba zadatka. Sistematske razlike su utvrđene u *sedećem položaju* i *ležećem položaju na stomaku*. Tačnije, u zadatku navođenja je efekat anizotropije značajno slabiji kod gluvih ispitanika u sedećem i ležećem položaju na stomaku u odnosu na druge dve grupe ispitanika. Međutim, u zadatku motorne reprodukcije je značajno slabiji samo u sedećem položaju. Što nas navodi na zaključak da kada se u procenu daljine uključe dodatne informacije iz mišića ruku razlike između grupa ispitanika se u položaju na stomaku gube. Što se tiče razlika u vrednostima anizotropije na pravcima subjektivna vertikalna gore u odnosu na horizontalu nisu nađene sistematske razlike između grupa ispitanika.

Na osnovu svega rečenog možemo zaključiti da sistematske razlike u vrednosti anizotropije na pravcu subjektivna horizontala i subjektivna vertikalna dole između gluvih i ispitanika iz opšte populacije postoji u ležećem položaju na stomaku.

8. OPŠTA DISKUSIJA

Pošto se u našoj studiji bavimo ispitivanjem opažaja daljine u peripersonalnom prostoru, a oslanjamo se na saznanja ranijih istraživanja opažaja daljine u ekstrapersonalnom prostoru, smatrali smo da je potrebno u cilju poređenja rezultata koristite isti eksperimentalni zadaci. U pitanju su zadatak navođenja i zadatak motorne reprodukcije. Osnovni cilj korišćenje dva eksperimentalna zadatka je pokušaj da se analizom razlika u opažaju daljine između zadataka identifikuje doprinos pojedinačnih senzornih informacija formiranju opažaja daljine u peripersonalnom prostoru. S tim u vezi u narednom delu teksta ćemo pokušati da rezultate šest eksperimenata (organizovanih u tri grupe u zavisnosti od toga da li su učesnici istraživanja bile osobe iz opšte populacije, gluvi ili osobe stimulisane GVS-om i dva zadatka, navođenja i motorne reprodukcije) povežemo sa ranijim nalazima i da ih interpretiramo u svetlu multisenzorne integracije informacija.

Pre nego počnemo da interpretiramo rezultate moramo da naglasimo da ćemo pokušati da ih povežemo sa ranijim studijama u kojima su autori *hipotezom o odnosu opaženog napora i daljine* pokušali da objasne postojanje fenomena anizotropije opažene daljine u ekstrapersonalnom prostoru. Radi se o tome da se u ekstrapersonalnom prostoru daljine na vertikalni ka zenitu opažaju kao duže jer se potencijalni pokret ka zenitu opaža kao naporniji pošto se suprotstavlja sili gravitacije (Tošković, 2009).

Ovo objašnjenje može da se primeni i na naše nalaze. Dakle, ukoliko ispitanici opažaju svaki pokret ispred sebe (horizontala) kao manje naporan od onog koji se izvodi iznad glave (vertikala gore) onda se udaljenosti na vertikali gore opažaju kao duže (jer je napornije dohvatiti ih) od istih na horizontali. Potporu ovom stanovištu daje nalaz o neravnomernoj distribuciji krvi u telu što za posledicu ima razlike u vrednostima hidrostatičkog pritiska u pojedinim delovima tela (Hargens & Richardson, 2009). Zapravo, pokreti ekstremiteta na pozicije iznad nivoa srca i suprotni smeru dejstva sile gravitacije (dizanje ruke iznad glave) izazivaju pad hidrostatičkog pritiska u tom delu tela što nije slučaj sa pokretima ispod nivoa srca ili u smeru dejstva sile gravitacije (pokreti ka tlu) (Hinghofer-Szalkay, 2011). U uspravnom položaju usled dejstva sile gravitacije veća količina krvi se distribuira u donji deo tela što izaziva veći pritisak na krvne sudove (200mmHg u predelu nogu, 100mmHg u predelu srca i oko 70mmHg u predelu glave) i ujedno porast hidrostatičkog pritiska što prouzrokuje aktivaciju baroreceptora koji šalju signale simpatičkim neuronima za kontrolu vazokonstrukcije krvnih sudova koji reaguje u periodu od 1.2 do 1.4s. U arterijskom sistemu baroreceptori su smešteni u karotidnom sinusu (vratna arterija) i luku aorte (Sagawa, 1983; Voustianouk et al., 2006; Jeske, Morrison, Cravo, & Reis, 1993 prema Hallgren, 2016). Važno je naglasiti da je zbog gotovo ujednačenog uticaja gravitacione sile na celo telo u ležećem položaju na stomaku i na leđima, vrednost hidrostatičkog pritiska iznosi oko 100mmHg u svim delovima tela. Međutim, kao što smo ranije naveli podizanje ekstremiteta iznad vertikalne ose tela u ležećem položaju izaziva promenu širine krvnih sudova i pad hidrostatičkog pritiska i obrnuto. Još jedna značajna pojava je postojanje vestibularno-simpatičkog refleksa (VSR) kod ljudi. Zapravo, kod eksperimentalnih životinja je uočena aktivacija simpatičkog nervnog sistema u regulaciji krvnog pritiska usled promene položaja tela. Dakle, promenom položaja tela, pomeranjem glave informacije se iz vestibularnog aparata šalju do simpatikusa koji reaguje u rasponu od 50 do 100ms (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016). Na ovaj način možemo uvideti važnost vestibularnog aparata, pored baroreceptora, u regulaciju krvnog pritiska usled promene položaja tela. Smatramo sve navedeno dovoljnom potporom formulisanju pretpostavke da se pokret iznad nivoa srca ili suprotan smeru dejstva sile gravitacije (ka gore) opaža kao naporniji (a kao posledica toga daljine na tom pravcu kao duže) od pokreta sprovedenog (ka tlu) u smeru dejstva sile gravitacije i/ili ispod nivoa srca (a daljine na tom pravcu se opažaju kao kraće). Dakle, **prvi pristup** na kom smo pokušali da baziramo objašnjenje naših nalaza je da u zadacima navođenja i motorne reprodukcije prilikom procene daljine vizuelne i vestibularne informacije bivaju dopunjene informacijama o hidrostatičkom pritisku.

Kako dve trećine svog života čovek provede u uspravnom položaju tela, dok sedi ili stoji (Hargens & Richardson, 2009) to bi značilo da se motorne radnje najčešće izvode u uspravnom položaju. Dakle, **drugi pristup** za tumačenje dobijenih nalaza ima uporište u informaciji o položaju zglobova (ramena i lakta) prilikom pomeranja ruke napred-nazad. Rezultati ranijih studija ukazuju da je pokret pomeranja ruke u položaj pokazivanja ispred sebe u sedećem položaju identičan položaju pokazivanja nagore u ležećem položaju na leđima, i da nema razlike u opažaju aktivacije, koordinacije i naprezanja mišića ruke (Niessen, Veeger & Janssen, 2009). Iako se promenom položaja tela iz sedećeg u ležeći na leđima ne menja pozicija ruke u odnosu na telo, menja se pravac dejstva sile gravitacije na telo ispitanika što ipak ne dovodi do greške u opažaju položaja ruke. Shodno tome možemo da pretpostavljamo da opažaj položaja ruke u odnosu na telo u uspravnom položaju ima ulogu referentnog okvira prilikom analize proprioceptivnih informacija usled promene položaja tela.

Ukoliko se fokusiramo na aktivaciju mišića prilikom sprovođenja pokreta ka zenitu ili ka tlu u uspravnom položaju, izdvajaju se nalazi koji ukazuju upravo na važnost angažovanja različitih grupa mišića pri sprovođenju pokreta u različitim smerovima u odnosu na smer gravito-inercijalne sile, što predstavlja naš **treći pristup** tumačenju dobijenih rezultata. U zavisnosti od toga da li je potrebno

sprovesti pokret suprotan ili u smeru dejstva sile gravitacije doći će do aktivacije pojedinih mišića ruke. Naime, ukoliko je potrebno da se iz uspravnog položaja sprovede relativno spor pokret ka zenitu ili ka tlu (u trajanju od 0.7 do 1.2s) fleksori nadlaktice iniciraju pokret (nezavisno od pravca), a potom se za ubrzanje pokreta ka tlu koristi prednost inercije, odnosno dejstvo sile gravitacije za usporavanje pokreta ruke ka zenitu (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003). Da pojasnimo, kako bi se ubrzao pokret ka zenitu potrebno je da se aktiviraju dodatni mišići (agonisti) koji će se suprotstaviti dejstvu sile gravitacije, dok se za pokret ka tlu već koristi prednost pasivnog dejstva sile gravitacije i javlja se potreba za aktivacijom dodatnih mišića koji će usporiti pokret (antagonista). Takođe, treba pomenuti i aktivaciju mišića zadnjeg dela vrata pri pomeranju glave ka subjektivnoj vertikali gore (ekstenzija) i aktivaciju mišića prednjeg dela vrata pri pomeranju glave ka subjektivnoj vertikali dole (fleksija) (Moroney, Schultz & Miller, 1988). Dakle, angažovanje mišića agonista ili antagonista, mišića prednjeg ili zadnjeg dela vrata čine bazu informacija na osnovu kojih se prema nama može formirati opažaj da je pokret ka zenitu naporniji od pokreta ka tlu.

Svi do sad izneti podaci su imali ulogu da *hipotezu o odnosu opaženog napora i daljine* upotpune informacijama iz kardiovaskularnog i proprioceptivnog sistema. Naime, pretpostavka da se imaginarni pokret ka vertikali ka zenitu u ekstrapersonalnom prostoru opaža kao naporniji od pokreta ka horizontali (što se transtponuje na opažaj daljina na vertikali kao dužih od istih na horizontali) sada ima fiziološku potvrdu potvrđenu u peripersonalnom prostoru. Dakle, fenomen anizotropije opažene daljine postoji u peripersonalnom prostoru i može se objasniti istom hipotezom kao i u ekstrapersonalnom prostoru.

8.1. Anizotropija opažene daljine bez deprivacije vestibularnog sistema (prvi i drugi eksperiment)

Prvim ciljem (u okviru prvog eksperimenta) smo želeli da ispitamo da li efekat anizotropije opažene daljine postoji u peripersonalnom prostoru, kao što je to slučaj u ekstrapersonalnom prostoru, kada ispitanici procenjuju daljinu stimulusa u zadatku navođenja. **Drugim ciljem** (u drugom eksperimentu) smo želeli da ispitamo da li efekat anizotropije opažene daljine postoji i kada ispitanici reprodukuju daljinu stimulusa rukom u zadatku motorne reprodukcije. U nastavku ćemo pokušati da kroz prikaz integracije senzornih informacija u pojedinačnim položajima tela koje će ispitanici menjati (čime se odnos subjektivnih i fizičkih pravca menja) u zavisnosti od vrste zadataka objasnimo nastanak fenomena anizotropije opažene daljine čime ćemo ujedno prodiskutovati i **četvrti cilj** istraživanja.

Realizacijom **prvog potcilja** dobijeni rezultati nam ukazuju da poređenjem daljina na subjektivnoj vertikali gore u odnosu na horizontalu, uviđamo da se daljine opažaju kao duže na pravcu na kom je potrebno sprovesti pokret iznad glave, suprotno smeru dejstva sile gravitacije ili oba. Naime, u *sedećem položaju* se daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih na horizontali jer se potencijalni i realni pokret ka vertikali gore suprotstavlja sili gravitacije i izvodi se iznad glave, dok je pokret ka horizontali normalan na pravac delovanja sile gravitacije. Dakle, usled pomeranja glave nagore dolazi do: ekstenzije zadnjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988), promene vestibularnih informacija, aktivacija vestibularnog simpatičkog refleksa (VSR) (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016) u zadatku navođenja. Prethodno nabrojanim informacijama se u zadatku motorne reprodukcije pridodaju proprioceptivne informacije angažovanja mišića ruku (agonista) (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), pada hidrostatičkog pritiska kada je ruka podignuta iznad nivoa srca (Hinghofer-Szalkay, 2011). Sve ove informacije su u skladu sa pretpostavkom da je pokret ka gore naporniji od pokreta ka horizontali. U *sedećem položaju* subjektivna vertikala dole je paralelna i u smeru dejstva sile gravitacije, dok je subjektivna horizontala u ravni koja je normalna na pravac dejstva sile gravitacije. Pretpostavljamo da je opažaj da su daljine na subjektivnoj vertikali dole

kraće od istih na horizontali posledica pasivnog dejstva sile gravitacije na izvođenje realnog/potencijalnog pokreta. Dakle, fleksija prednjih mišića vrata pomeranjem glave nadole (Moroney, Schultz & Miller, 1988), promene vestibularnih informacija u zadatku navođenja kao i dodatna aktivacija mišića antagonista prilikom sprovođenja pokreta nadole odnosno agonista ka subjektivnoj horizontali (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), položaj ruke u odnosu na telo (informacije iz zglobova) (Niessen, Veeger & Janssen, 2009), u zadatku motorne reprodukcije predstavljaju senzornu osnovu na kojoj se bazira opažaj daljina na vertikali dole kao kraćih od istih na horizontali.

U okviru ostvarenja **drugog potcilja** analiza pristiglih informacija ide u prilog tome da se pokreti ka subjektivnoj vertikali gore opažaju kao naporniji od istih ka horizontali. U *ležećem položaju na leđima* subjektivna vertikala gore je normalna na pravac dejstva sile gravitacije, dok se subjektivna horizontala poklapa sa pravcem dejstva sile gravitacije, ali se potencijalni pokret izvodi u suprotnom smeru od dejstva gravitacione sile. Dakle, mišići vrata (ekstenzija zadnjih mišića) pomeraju glavu ka subjektivnoj vertikali gore dok je telo ispitanika u ravni koja je normalna na pravac dejstva sile gravitacije (Moroney, Schultz & Miller, 1988), dok pomeranjem glave nagore menjaju vestibularne informacije koje utiču na VSR (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016) u zadatku navođenja. Navedene informacije bivaju dopunjene informacijama o položaj ruke u odnosu na telo prilikom pokreta ka subjektivnoj vertikali gore (opažaj pozicije zgloba u odnosu na telo u ležećem položaju na leđima je isti kao u sedećem položaju) (Niessen, Veeger & Janssen, 2009), angažovanje mišića agonista pri pokretu ka subjektivnoj horizontali (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), ali i ka vertikali gore gde je potrebno da se veća površina tela odupre sili gravitacije prilikom sprovođenja pokreta iznad glave dok se leži na leđima, pad hidrostatičkog pritiska prilikom pomeranja ruke ka horizontali, ali i ka vertikali gore (Hinghofer-Szalkay, 2011) u zadatku motorne reprodukcije predstavljaju popriličnu bazu informacija na kojima počiva opažaj da je realni/potencijalni pokret ka subjektivnoj horizontali manje naporan od pokreta ka subjektivnoj vertikali gore. Zauzimanjem *ležećeg položaja na leđima* u kom je subjektivna vertikala dole normalna na smer dejstva sile gravitacije dok je subjektivna horizontala paralelna sa pravcem dejstva sile gravitacije, ali se pokret izvodi u suprotnom smeru, daljine na subjektivnoj vertikali dole se opažaju kao kraće od istih na horizontali. Pored promene vestibularnih informacija pomeranjem glave nadole, angažovanje mišića prednjeg dela vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988), VSR (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016) ukazuje na promenu položaja tela u zadatku navođenja. Sve ove informacije bivaju dopunjene informacijama o pokretu ruke ka subjektivnoj horizontali što izaziva angažovanje mišića agonista jer se suprotstavlja gravitaciji (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), pa dolazi i do pada hidrostatičkog pritiska u ruci (Hinghofer-Szalkay, 2011), dok se pokret ka vertikali dole izvodi ka stopalima, paralelno sa vertikalnom osom tela u zadatku motorne reprodukcije. Naime, verujemo da se sve navedene senzorne informacije integrišu u opažaj da je potencijalni/realni pokret ka subjektivnoj horizontali koja odgovara fizičkom pravcu ka zenitu naporniji od pokreta ka subjektivnoj vertikali dole (ka stopalima) što stoji u osnovi opažaja daljine objekta na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od iste daljine na subjektivnoj horizontali.

Realizacija **trećeg potcilja** je ukazala da kod *ležećeg položaja na stomaku* subjektivna vertikala gore je normalna na pravac dejstva sile gravitacije, dok je subjektivna horizontala paralelna sa pravcem delovanja sile gravitacije i potencijalni pokret se izvodi u smeru dejstvu gravitacione sile. Kao i u prethodnim položajima i u ovom položaju ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih na horizontali. Informacije koje ispitanik prima su slične kao kod prethodna dva položaja. Angažovanje (ekstenzija) zadnjih mišića vrata pri pokretu glave nagore (Moroney, Schultz & Miller, 1988), VSR (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016) u zadatku navođenja, plus informacije o položaju ruke u odnosu na telo (Niessen, Veeger & Janssen, 2009) u zadatku motorne

reprodukcije. Razlika u informacijama je u ta što se potencijalni i realni pokreti izvode na subjektivnoj horizontali angažovanjem mišića antagonista (usporavaju pokret) jer se pokret izvodi ka tlu, dok se pokret ka vertikali gore izvodi angažovanjem agonista (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003). U *ležećem položaju na stomaku* subjektivna vertikala dole je normalna na pravac dejstva sile gravitacije, dok je subjektivna horizontala paralelna i u smeru delovanja sile gravitacije. Naime, i u ovom položaju se gotovo sve daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na horizontali. Dakle, kao i u prethodnim položajima tela proprioceptivne informacije fleksije prednjih mišića vrata prilikom pomeranja glave ka stopalima (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja dopunjene informacijama iz mišića ruku i zglobova (Niessen, Veeger & Janssen, 2009) kod pokreta nadole u zadatku motorne reprodukcije su ipak dopunjene drugačijim vestibularnim informacijama koje utiču na VSR, a on na hidrostatički pritisak (Bill J Yates, Bolton, & Macefield, 2014 prema Hallgren, 2016). Naime, u ležećoj poziciji na stomaku je hidrostatički pritisak izjednačen u celom telu. Međutim, pomeranje ruke ka subjektivno horizontalnom pravcu (paralelno sa smerom dejstva gravitacione sile) izaziva porast hidrostatičkog pritiska u predelu ruke za razliku od pokreta ka subjektivnoj vertikali dole (ka stopalima) (Hinghofer-Szalkay, 2011). Ipak, treba naglasiti da vrednosti anizotropije (bliže jedinici) ukazuju na ne tako robustan efekat u ovom položaju tela.

Poređenjem rezultata prvog i drugog ekspeimenta u tri odvojene eksperimentalne situacije smo pokušali da odgovorimo **na tri potcilja** u okviru **drugog cilja** naše studije. Kako bi mogli da uvidimo postoje li razlike u opažaju daljine u zavisnosti od vrste zadatka poredili smo vrednosti anizotropije opažane daljine u odnosu na dva zadatka za sve pozicije i daljine stimulusa. Rezultati nam ukazuju da jedino u *sedećem položaju* postoje razlike u izraženosti anizotropije opažene daljine i to kada se procenjuju udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali. Naime, u sedećem položaju ispitanici opažaju subjektivnu vertikalu gore kao dužu od subjektivne horizontale kada daljinu stimulusa reprodukuju rukom (vrednost anizotropije je bliža nuli) nego kada navode eksperimentatora da to uradi umesto njih (vrednost anizotropije je bliža jedinici). Zapravo, ovi nalazi nisu u skladu sa ranijim nalazima u smislu da se mogu objasniti količinom uloženog napora u izvođenje pokreta. Tačnije, Tošković (2009) ukazuje da se pokret ka zenitu opaža kao naporniji jer bi se potencijalni pokret izvodio suprotno smeru dejstva sile gravitacije. Međutim, on svoje nalaze nije bazirao na proprioceptivnim informacijama iz mišića ruke. Imajući to u vidu očekivanja da bi oslanjanje na dodatne informacije smanjilo anizotropiju nisu potvrđena jer izvođenje pokreta u smeru suprotnom od smera dejstva sile gravitacije ispitanici zaista i opažaju kao naporniju aktivnost od navođenja eksperimentatora da on to uradi umesto njih. Naime, nepostojanje razlika u vrednosima anizotropije opažene daljine u ostalim položajima tela ispitanika u zavisnosti od vrste zadatka reprodukcije daljine nam ukazuje da su informacije o položaju glave prilikom procene daljine dovoljan izvor informacija za pojavu efekta anizotropije.

Ono što se može izvesti kao opšte zapažanje na osnovu prva dva sprovedena eksperimenta je da su ispitanici uglavnom dosledni u opažaju daljine stimulusa nezavisno od toga da li daljinu reprodukuju pomeranjem stimulusa rukom ili navode eksperimentatora da to uradi umesto njih. U većini eksperimentalnih situacija ispitanici su dosledni u tome da udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od fizički jednakih na horizontali. Moramo da napomenemo da se subjektivni pravci često ne poklapaju sa fizičkim pravcima tj. vertikala gore sa vertikalom ka zenitu ili vertikala dole sa vertikalom ka tlu. Fizički pravci su u ranijim studijama identifikovani kao oni na kojima se udaljenosti opažaju kao duže (vertikala ka zenitu) ili kao kraće (vertikala ka tlu) u odnosu na identične udaljenosti na fizičkoj horizontali (Tošković, 2004, 2009; Jovanović, 2014). Nasuprot tome, a na osnovu naših nalaza, možemo da zaključimo da ispitanici razliku u opaženim daljinama (anizotropiju) u peripersonalnom prostoru baziraju na vlastitom telu tj. na

subjektivnim osama jer su udaljenosti koje su iznad glave (subjektivna vertikala gore) opažene kao duže, a one koje su ka stopalima (subjektivna vertikala dole) kao kraće od identičnih udaljenosti koje su lokalizovane ispred ispitanika u nivou očiju. Naime, pošto se sa promenom položaja tela menja odnos fizički definisanih pravaca, ali ne i subjektivno definisanih (u odnosu na telo), a vrednosti anizotropije ostaju uglavnom iste, to nas upućuje da je u peripersonalnom prostoru anizotropija opažene daljine određena prema subjektivnim pravcima.

Dakle, svrha integracije informacija ide u prilog tome da nas pripremi za izvođenje pokreta time što će daljine na pravcu koji se opaža kao naporniji opaziti kao dalje (duže), a na pravcu na kom se pokreti sprovode sa manje napora kao bliže (kraće).

8.2. Anizotropija opažene daljine sa trajnom deprivacijom vestibularnog sistema (treći i četvrti eksperiment)

Dosadašnji nalazi su nam ukazali da su ispitanici iz opšte populacije dosledni u tome da udaljenosti na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih na horizontali. Dakle, ispitanici opažaj daljina u peripersonalnom prostoru baziraju na subjektivnim pravcima tj. telo im služi kao referentni okvir. Za razliku od našeg zapažanja ranije studije su ukazivale da se u ekstrapersonalnom prostoru opažaj daljine formira u odnosu na fizičke ose. Pa se tako vertikala ka zenitu opaža kao duža, a vertikala ka tlu kao kraća od fizičke horizontale (Tošković, 2009; Higashiyama & Ueyama, 1988). **Treći cilj** istraživanja i njemu odgovarajući potciljevi su ispitivani u okviru trećeg i četvrtog eksperimenta. Ovim eksperimentima smo želeli da ispitamo na kojim informacijama se zasnivaju opažaji daljina ispitanika kod kojih postoji osnovana sumnja za postojanje trajne hipofunkcije ili deprivacije vestibularnog sistema. Prema ranijim nalazima naša očekivanja su bila da će zbog nedostatka vestibularnih informacija, koje su kompenzovane drugim informacijama, kod gluvih ispitanika vrednosti anizotropije biti manje ili da će izostati u odnosu na opštu populaciju. Kako bi mogli da odgovorimo na **prvi i drugi potcilj** u okviru trećeg i četvrtog eksperimenta analiziraćemo sve eksperimentalne situacije procene daljine koje se razlikuju po položaju tela ispitanika čime ćemo ujedno diskutovati i **četvrti cilj** istraživanja.

Integracija vizuelnih, proprioceptivnih informacija iz mišića vrata, vrednosti hidrostatičkog pritiska u *sedećem položaju* u zadatku navođenja uz proprioceptivne informacije o pomeranju ruke iznad glave i promeni hidrostatičkog pritiska u pomerenom delu tela u zadatku motorne reprodukcije imaju za posledicu opažaj da su daljine na subjektivnoj vertikali gore opažene kao duže od istih na horizontali. Naime, ranije smo pominjali da pomeranje ruke iznad nivoa srca i/ili suprotno sili gravitacije izaziva pad hidrostatičkog pritiska u tom delu tela, da je vrednost pritiska u uspravnom položaju neujednačen u pojedinim delovima tela što ukazuje da se osoba nalazi u uspravnom položaju, dok je u ležećem položaju gotovo identičan u celom telu (Hinghofer-Szalkay, 2011; Hallgren, 2016). Takođe, pomeranje glave ka subjektivnoj vertikali gore (ekstenzija) dovodi do dominantnog angažovanja mišića zadnjeg dela vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988), angažovanje muskulature ruku tj. mišića agonista ima funkciju ubrzanja pokreta koji se izvodi suprotno smeru dejstva sile gravitacije (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), dok informacije o položaju zglobova ruku kada se ruke pomeraju od tela ravno napred se opažaju kao pokreti ka subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali nezavisno od položaja tela (Niessen, Veeger & Janssen, 2009). Međutim, kada se ispitanici nalaze u *sedećem položaju* oni daljine na subjektivnoj vertikali dole i daljine na subjektivnoj horizontali opažaju kao jednake u oba zadatka. Naime, u ovoj poziciji se sve proprioceptivne informacije iz mišića vrata, ruke i zglobova (pomeranje

glave nadole i gledanje ka horizontali se ne izvodi suprotno sili gravitacije), promene hidrostatičkog pritiska nedovoljne za formiranje anizotropije opažene daljine na ovim pravcima. Dakle, kao da osoba oslanjanjem na pomenute informacije ne može da opazi razliku o količini uloženog napora za sprovođenje pokreta, pa ni razliku o opažaju daljine.

Iako se u *ležećem položaju na leđima* realni/potencijalni pokret iznad glave ka subjektivnoj vertikali gore izvodi u smeru normalnom na pravac dejstva gravitacione sile, a pokret ka horizontali u pravcu ka zenitu (suprotno smeru dejstva sile gravitacije) daljine na subjektivnoj vertikali gore su opažene kao duže od istih na subjektivnoj horizontali. Ovaj podatak ukazuje da iako gluve osobe iz našeg istraživanja imaju sniženu mogućnost analiziranja vestibularnih informacija prilikom opažaja daljine, propioceptivne informacije iz mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988), mišića ruke i zglobova (Niessen, Veeger & Janssen, 2009) kao i baroreceptori koji registruju redistribuciju krvi u telu usled promene položaja tela (Hinghofer-Szalkay, 2011) ili delova tela u cilju koordinacije i sprovođenja pokreta usmerenog na objekat su dovoljan izvor informacija za očuvanje fenomena anizotropije u oba zadatka, baš kao što je to slučaj sa osobama iz opšte populacije. U *ležećem položaju na leđima* ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali. Naime, propioceptivne informacije mišića ruke o pokretu ka subjektivnoj vertikali dole (ka stopalima) (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), položaja zglobova u odnosu na telo (Niessen, Veeger & Janssen, 2009) u zadatku motorne reprodukcije, koja se uz informacije o aktivaciji prednjih mišića vrata o pokretu glave nadole (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja integrišu u opažaj realnog/potencijalnog pokreta koji je manje naporan od pokreta ka subjektivnoj horizontali koji se izvodi aktivacijom mišića agonista pomeranjem ruke ispred sebe (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), ali u suprotnom smeru od dejstva sile gravitacije, kao i pomeranjem vrata u uobičajni položaj gledanja ispred sebe. Dodatna informacija u uloženom naporu se dobija padom hidrostatičkog pritiska usled manjeg dotoka krvi u ruku podignutu ka zenitu (Hinghofer-Szalkay, 2011).

Moramo da naglasimo da u *ležećem položaju na stomaku* postoji tendencija slabljenja efekta anizotropije što bi značilo da gluvi ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali opažaju gotovo kao da su jednake. Iako su informacije o pokretima vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988), vrednosti hidrostatičkog pritiska u telu (Hinghofer-Szalkay, 2011), položaju zglobova iste kao u *ležećem položaju na leđima* (Niessen, Veeger & Janssen, 2009), izvođenje pokreta ka subjektivnoj horizontali ne aktivira mišiće agoniste (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003). Pošto je pokret potpomognut dejstvom sile inercije angažuju se mišići antagonisti, koji usporavaju pokrete ruku (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003). Takođe, porast hidrostatičkog pritiska zbog veće distribucije krvi u predelu ruke prilikom pokreta u *ležećem položaju na stomaku* (Hinghofer-Szalkay, 2011) može da utiče na promenu opažaja daljina u ovom položaju u odnosu na ostale položaje. U prilog ovome govore vrednositi anizotropije bliže jedinici. Kada se ispitanici nalaze u *ležećem položaju na stomaku* oni takođe daljine na subjektivnoj vertikali dole i daljine na subjektivnoj horizontali opažaju kao jednake. Dakle, nedostatak vestibularnih informacija u sadejstvu sa procenom daljine na pravcima koji se ne suprotstavljaju smeru dejstva sile gravitacije onemogućava ispitanika da precizno analizira razliku u uloženom naporu za realno/potencijalno sprovođenje pokreta.

Dakle, možemo reći da gluve osobe samo u nekim situacijama opažaju daljine na subjektivnoj vertikali gore kao duže, a daljine na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih daljina na subjektivnoj horizontali. Tačnije, robustan efekat anizotropije postoji samo u *sedećem položaju i ležećem položaju na leđima* kada se porede daljine na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali i u *ležećem položaju na leđima* poređenjem daljina na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole. U ostalim položajima efekat anizotropije postaje slabijeg inteziteta ili izostaje. Ono što se čini

interesantnim je da se u položajima sa jačim efektom anizotropije pored daljine na fizičkoj vertikali ka zenitu i fizičkoj horizontali. Naime, u sedećem položaju se subjektivni pravci poklapaju sa fizičkim pravcima vertikala ka zenitu i horizontala, dok se u ležećem položaju na leđima subjektivna vertikala gore/dole poklapa sa fizičkom horizontalom, a subjektivna horizontala sa fizičkom vertikalom ka zenitu. Iako se, moramo to da naglasimo, subjektivna vertikala gore ne poklapa uvek sa vertikalom ka zenitu, daljine se na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duža od istih na subjektivnoj horizontali. Razlog za to možda možemo naći u činjenici da iako gluve osobe usled smanjene mogućnosti da se vestibularnim informacijama dopuni senzorna shema podataka o promeni položaja tela i/ili delova tela, o dejstvu VSR na regulaciju hidrostatičkog pritiska, ispitanik se oslanja na proprioceptivne informacije iz mišića vrata, ruke i zglobova utiču na formiranje opažaja napornijeg pokreta, ali u odnosu na telesne ose ne fizičke. Posle svega možemo reći da iako je vestibularni aparat donekle depriviran ostale senzorne informacije su ipak kalibrisane na osnovu razlika u dejstvu sile gravitacije na telo.

8.3. Anizotropija opažene daljine sa privremenom deprivacijom vestibularnog sistema (peti i šesti eksperiment)

Kako je osnovna ideja naše studije da vestibularne informacije pored vizuelnih i proprioceptivnih informacija imaju važnu ulogu u formiranju opažaja daljine istraživanje smo organizovali tako da u svim eksperimentalnim zadacima u fokusu bude sistematsko variranje dostupnosti vestibularnih informacija prilikom procene daljine objekta. S tim u vezi su u seriji zadataka procene daljine učestvovali ispitanici koji nisu imali probleme sa funkcionisanjem vestibularnog aparata, ali i osobe koje bi zbog etiologije svog poremećaja (gluve osobe) trebalo da imaju hipofunkciju ili deprivaciju vestibularne funkcije. Međutim, smatrali smo da je između dve krajnosti u dostupnosti vestibularnih informacija prilikom procene daljine bilo neophodno uvesti i srednju fazu. Shodno tome, u okviru petog i šestog eksperimenta smo regrutovali ispitanike koji nisu pokazivali bilo kakva oštećenja vestibularnog aparata, ali smo im za vreme izvršavanja zadataka procene daljine veštačkim putem ometali normalno funkcionisanje vestibularnog aparata stimulacijom galvanskom strujom (GVS). Opravdanje za korišćenje GVS-a smo našli u literaturi koja ukazuje na sličnost u formiranju spacijalnih reprezentacija između osoba sa dijagnozom akutne vestibulopatije (akutni poremećaj rada vestibularnog aparata) i osoba iz opšte populacije koje su bile stimulisane GVS-om koje se međutim razlikuju od spacijalnih reprezentacija ispitanika iz opšte populacije sa očuvanom funkcijom vestibularnog aparata (Péruch, Borel, Gaunet, Thinus-Blanc, Magnan & Lacour, 1999; Halligan & Marshall, 1991; Ferre, Longo, Fiori & Haggard, 2013).

Kako bi mogli da ispitamo naš **treći cilj**, u okviru njega **prvi i drugi potcilj**, kao i **četvrti cilj** organizovani su peti i šesti eksperiment.

Dobijeni nalazi nas navode na zaključak da se u *sedećem položaju*, daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže od istih na horizontali, nezavisno od toga da li se daljine reprodukuju navođenjem eksperimentatora ili pomeranjem stimulusa rukom. Ovaj nalaz je u skladu sa ranijim nalazima kod ispitanika iz opšte populacije. Međutim, za razliku od ispitanika iz opšte populacije (prvi i drugi eksperiment) u petom i šestom eksperimentu su ispitanici tretirani GVS-om zbog čega su bili onemogućeni da koriste vestibularne informacije u trenutku procene daljine. Međutim, informacije o pomeranju glave nagore (ekstenzije zadnjih mišića vrata) (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja uz proprioceptivne informacije angažovanja mišića ruku (agonista) (Papaxanthis, Pozzo &

Schieppati, 2003), pada hidrostatičkog pritiska kada je ruka podignuta iznad nivoa srca (Hinghofer-Szalkay, 2011) u zadatku motorne reprodukcije predstavljaju osnovu opažaja da je pokret nagore naporniji od pokreta ka horizontali. Kada se analiziraju nalazi opažaja daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu u *sedećem položaju* daljine na subjektivnoj vertikali dole se opažaju kao kraće od istih na horizontali. Pošto se pokreti ka subjektivnoj vertikali dole izvode ka stopalima angažovanje prednjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja kao i mišića antagonista (angažuju se prilikom pokreta u smeru dejstva sile gravitacije kako bi usporili pokret) (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003) u zadatku kada se stimulus pomera rukom u sedećem položaju pretpostavljamo da se usled deprivacije vestibularnih informacija GVS-om ispitanik oslanja na opažaj uloženog napora analizom pomenutih informacija.

U ležećem položaju na leđima daljine na subjektivnoj vertikali gore se opažaju kao duže od jednakih na horizontali, nezavisno od zadatka procene daljine. Naime, to ukazuje da su proprioceptivne informacije iz mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) dovoljne za formiranje opažaja da je pokret ka subjektivnoj vertikali gore naporniji od istog ka horizontali. Procena daljine na subjektivnoj horizontali u odnosu na subjektivnu vertikalu dole u *ležećem položaju na leđima* pored fleksije prednjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja i pomeranje ruke ka horizontali (ka zenitu) što izaziva angažovanje agonista (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003) i veći pad hidrostatičkog pritiska u ruci (Hinghofer-Szalkay, 2011) nego pokret ka subjektivnoj vertikali dole (ka stopalima) čine bazu informacija za formiranje opažaja da je pokret ka subjektivnoj vertikali dole manje naporan, pa su i dužina na njemu kraće od istih na subjektivnoj horizontali. Međutim, doslednost opažaja daljina u oba zadatka ukazuje na dovoljnost samo proprioceptivnih informacija iz mišića vrata za formiranje opažaja.

U ležećem položaju na stomaku daljine na subjektivnoj vertikali gore se opažaju kao duže od istih na horizontali i u zadatku navođenja i u zadatku motorne reprodukcije. Shodno tome pomeranje glave nagore (Moroney, Schultz & Miller, 1988) u zadatku navođenja kao i u zadatku motorne reprodukcije aktivacija mišića antagonista za pokrete koji su potpomognuti dejstvom sile gravitacije (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003), jer se izvode u smeru njenog dejstva, informacije o položaju zgloba ruke u odnosu na telo (Niessen, Veeger & Janssen, 2009), promena hidrostatičkog pritiska kada je ruka podignuta iznad nivoa srca u odnosu na položaj u nivou sa srcem (Hinghofer-Szalkay, 2011) podupiru hipotezu da je pokret ka subjektivnoj vertikali gore naporniji od pokreta ka horizontali, a usled toga da su daljine na vertikali gore duže od istih na horizontali. *U ležećem položaju na stomaku* subjektivna vertikala dole je normalna na pravac dejstva sile gravitacije, dok je subjektivna horizontala paralelna i u smeru dejstva sile gravitacije. U ovom položaju nezavisno od zadatka ispitanici daljine na pravcima poređenja opažaju kao jednake. Naime, stiče se utisak da usled nedostatka vestibularnih informacija, a izjednačavanjem hidrostatičkog pritiska u celom telu (Hinghofer-Szalkay, 2011) kao da angažovanje prednjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) nije dovoljna informacija za opažaj razlika između daljina na pravcima subjektivna horizontala (ka tlu) u odnosu na subjektivnu vertikali ka stopalima. Izgleda kao da je napor da se glava pomeri nadole ka stopalima ujednačena sa potrebnim naporom da se glava održi u stanju mirovanja prilikom gledanja nadole ka tlu.

Glavni nalazi su da usled stimulacije galvanskom strujom ispitanici u *sedećem položaju* i *ležećem položaju na leđima* daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, dok daljine na subjektivnoj vertikali dole opažaju kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali u oba zadatka. Imajući u vidu da su vrednosti anizotropije takve da ukazuju da ispitanici daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a daljine na subjektivnoj vertikali dole kao kraće u poređenju sa istim daljinama na subjektivnoj

horizontali nezavisno od toga da li leže na leđima ili sede (čime se menja pravac dejstva sile gravitacije na telo ispitanika) možemo reći da ispitanici procene daljine formiraju na osnovu subjektivnih osa. U *ležećem položaju na stomaku* ispitanici pokazuju odstupanja od očekivanih nalaza u proceni daljine. Zapravo prilikom procene daljine na subjektivnoj vertikali dole u odnosu na horizontalu ispitanici daljine opažaju kao jednake.

Moramo da naglasimo da se opažaj daljina na pravcima poređenja ne razlikuje u zavisnosti od zadatka. Dakle, stiče se utisak da kada se ispitanici kratkotrajno onemoguće da koriste vestibularne informacije opažaj daljine se formira na osnovu vizuelnih i proprioceptivnih informacija iz mišića vrata, imajući u vidu da proprioceptivne informacije iz mišića ruku i zglobova, kao i promena hidrostatskog pritiska prilikom pomeranja ekstremiteta ne dovode do značajne promene opažaja daljine.

8.4. Promena anizotropije opažane daljine u zavisnosti od stepena očuvanosti vestibularnih informacija

Treći potcilj u okviru **trećeg cilja** naše studije se odnosi na ispitivanje uticaja vestibularnih informacija na pojavu fenomena anizotropije opažene daljine u peripersonalnom prostoru. S tim u vezi smo analizirali razlike u vrednostima anizotropije opažene daljine u zavisnosti od položaja i pravca procene između tri grupe ispitanika koje se razlikuju po dostupnosti vestibularnih informacija prilikom procene daljine.

Prvom analizom smo želeli da ispitamo da li se u zavisnosti od dostupnosti vestibularnih informacija razlikuju vrednosti anizotropije opažene daljine na pravcima subjektivna vertikala dole u odnosu na horizontalu. Poređenjem izraženosti anizotropije možemo nedvosmisleno reći da je efekat anizotropije kod gluvih ispitanika slabiji u odnosu na druge dve grupe ispitanika, i to u oba zadatka.

Tačnije, u *zadatku navođenja* je utvrđeno postojanje razlika između grupa ispitanika u izraženosti anizotropije i to u *sedećem položaju i ležećem položaju na stomaku*. U *ležećem položaju na stomaku* je efekat anizotropije kod gluvih ispitanika u suprotnom smeru od očekivane (vrednost je neznatno veća od jedinice), dok je kod ispitanika iz opšte populacije (koristili su vestibularne informacije) vrednost anizotropije izraženija i u očekivanom smeru (vrednost je bliža nuli). Ovaj trend postoji na sve tri standardne daljine. Naime, možemo reći da se oslanjanjem na dostupne informacije npr. o angažovanju prednjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) kod gluvih formira opažaj da su daljine na subjektivnoj horizontali jednake identičnim udaljenostima na subjektivnoj vertikali dole. Naime moguće je da dugogodišnja kompenzacija nedostatka vestibularnih informacija u kombinaciji sa opažajem daljine na fizičkoj vertikali ka tlu (u smeru dejstva sile gravitacije) čini osnovu formiranja izjednačavanja daljina na oba pravca. Kod ispitanika iz opšte populacije se na osnovu proprioceptivnih informacija iz mišića vrata i na osnovu vestibularnih informacija formira opažaj da su daljine na subjektivnoj vertikali dole kraće od identičnih na subjektivnoj horizontali. Dakle, uloga vestibularnih informacija je da se formiranjem opažaja da je pokret ka tlu manje naporan od pokreta ka horizontali daljine ka tlu opaze kao kraće i na taj način se olakša planiranje sprovođenja motorne aktivnosti.

U *sedećem položaju* razlike u vrednostima anizotropije postoje na dve od tri standardne daljine, ali sada između gluvih i ispitanika koju su stimulisani GVS-om. Naime, i u ovoj poziciji vrednosti anizotropije kod ispitanika iz populacije gluvih idu u suprotnom smeru. Zapravo, gluvi opažaju daljine

na subjektivnoj vertikali dole kao gotovo jednake (vrednost je neznatno veća od jedinice) onima na subjektivnoj horizontali, dok ih ispitanici stimulirani GVS-om opažaju kao kraće (vrednost je bliža nuli). Razliku u dobijenim podacima možemo da protumačimo kao posledicu dugogodišnjeg kompenzovanja nedostatka vestibularnih informacija kod gluvih ispitanika. Posledica kompenzacije je oslanjanje na dostupne informacije koje u situaciji procene daljine na fizičkoj vertikali ka tlu (u smeru dejstva sile gravitacije) u odnosu na horizontalu nisu dovoljne da se opazi razlika u potencijalno potrebnom naporu za sprovođenje pokreta. Zbog toga gluvi iste daljine na različitim pravcima procene opažaju kao gotovo jednake. Za razliku od njih iznenadna nedostupnost vestibularnih informacija dovodi do toga da ispitanik stimuliran GVS-om oslanjajući se samo na propioceptivne informacije iz prednjih mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) opažaju da je pokret ka tlu manje naporan od pokreta ka horizontu. Dakle, u ovoj situaciji se uviđa značaj propioceptivnih informacija mišića vrata ali i procesa komenzacije.

U *zadatku motorne reprodukcije*, se broj značajnih razlika između grupa ispitanika smanjuje u odnosu na zadatak navođenja. Zapravo, možemo da kažemo da jedino u *sedećem položaju* ispitanici koji su stimulirani GVS-om opažaju daljine na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali, dok gluvi daljine na subjektivnoj vertikali dole i subjektivnoj horizontali opažaju kao jednake. Iako su kod obe grupe ispitanika informacije iz mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) upotpunjenje informacijama o promeni hidrostatičkog pritiska (Hinghofer-Szalkay, 2011), propioceptivnih informacija iz mišića ruke (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003) kod gluvih je pretpostavljamo proces kompenzacije uticao na to da se daljine na pomenutim pravcima opaze kao jednake, dok iznenadni nedostatak vestibularnih informacija ipak nije doveo do promene opažaja u sličan onom kod ispitanika koji su ovaj nedostatak dugi niz godina kompenzovali.

Što se tiče razlika u vrednostima anizotropije na pravcima *subjektivna vertikalna gore* u odnosu na horizontalu nisu nađene sistematske razlike između grupa ispitanika nezavisno od načina na koji se reprodukuje daljina stimulusa. Naglašavamo da to što nema razlika između ispitanika u vrednostima anizotropije može biti posledica toga što se efekat anizotropije u većini slučajeva registruje u položajima kada je jedan od pravaca procene daljine fizička vertikalna ka zenitu. Naime, iako neke grupe ispitanika opažaj daljine ne mogu da formiraju na osnovu vestibularnih informacija preostale propioceptivne informacije iz mišića vrata (Moroney, Schultz & Miller, 1988) i mišića ruke (Papaxanthis, Pozzo & Schieppati, 2003) kao i informacijama o promeni hidrostatičkog pritiska (Hinghofer-Szalkay, 2011), su dovoljne da se opazi razlika u potencijalno/realno uloženom naporu u sprovođenje pokreta u smeru koji se suprotstavljaju dejstvu sile gravitacije.

Na osnovu svega rečenog možemo zaključiti da sistematske razlike u vrednosti anizotropije na pravcu subjektivna vertikalna dole u odnosu na horizontalu postoje u *sedećem položaju* između gluvih i ispitanika koji su stimulirani GVS-om, a u *ležećem na stomaku* između gluvih i ispitanika koji su neometano koristili vestibularne informacije. Ove razlike upravo upućuju na važnost vestibularnih informacija za procenu daljine. Naime, u ležećem položaju vestibularni aparat detektuje minimalne promene položaja tela i dejstvo sile gravitacije na telo što pojačava efekat anizotropije u cilju koordinacije percepcije i akcije. Gluve osobe imaju smanjenu mogućnost što dovodi do slabljenja efekta anizotropije i prouzrokuje opažaj daljina kao jednakih na oba pravca. Očekivan nalaz za sedeći položaj kod gluvih ispitanika je takođe opažaj daljina kao istih na oba pravca, ali je iznenađujuć nalaz da ispitanici kod kojih su deprivirane vestibularne informacije GVS-om umesto da daljine na oba pravca opažaju kao jednake oni zapravo uvećavaju odstupanja u opažaju daljine pojačavajući efekat anizotropije. Naime, pretpostavljamo da usled iznenadne deprivacije vestibularnih informacija

oslanjajući se na preostale informacije dolazi do prenaplašavanja razlika u opažaju daljine na pravcima poređenja. Ovaj nalaz nije iznenađujuć jer je u skladu sa nekim ranijim nalazima uvećanja razlika u proceni apsolutne daljine kada se koristi GVS (Török, et al., 2017).

9. ZAVRŠNA RAZMATRANJA

U okviru ovog poglavlja ćemo napraviti kratak rezime dobijenih nalaza, ali iz ugla potvrđenih i nepotvrđenih očekivanja. Naime, kako se ne bi ponavljali u opisu dobijenih nalaza pokušaćemo da se fokusiramo samo na tumačenje globalnog značaja dobijenih rezultata ispitivanja fenomena anizotropije opažane daljine u peripersonalnom prostoru.

Dakle, možemo reći da fenomen anizotropije opažene daljine postoji i u peripersonalnom prostoru kao što je to slučaj u ekstrapersonalnom prostoru. Međutim, naše glavno zapažanje koje predstavlja ujedno i osnovu razlike u opažaju daljina u ekstrapersonalnom i peripersonalnom prostoru je da iako anizotropija postoji u oba prostora, ona se ne formira uvek u odnosu na fizičke pravce. Naime, u ekstrapersonalnom prostoru su dobijeni nalazi koji sugerišu da je pravac na kom se daljina opaža kao duža onaj na kom bi se potencijalni pokret izvodio u smeru koji se suprotstavlja sili gravitacije. Doslednost nalaza je objašnjavana *hipotezom o odnosu uloženog napora i daljine*. Dakle, usled opažaja da se u pokret suprotan smeru dejstva sile gravitacije ulaže više napora, na tom pravcu se daljine opažaju kao duže kako bi se akcija usmerena na dohvatanje objekta izvela što uspešnije. Shodno tome naša očekivanja su bila da će se nezavisno od promene položaja tela ispitanika anizotropija formirati u odnosu na fizičke pravce. Međutim, u peripersonalnom prostoru to nije uvek tako. Zapravo, svi naši ispitanici u sedećem položaju opažaju daljine na vertikali ka zenitu kao duže u odnosu na daljine na horizontali, ali ovo nije slučaj kada ispitanici leže na leđima. Naime, sve tri grupe ispitanika daljine na vertikali ka zenitu opažaju kao kraće u odnosu na identične daljine na horizontalnom pravcu u smeru iznad glave. U istom tom položaju se daljine na vertikali ka zenitu opažaju kao duže u odnosu na identične daljine na horizontalnom pravcu u smeru ka stopalima, u oba zadatka. Takođe, osim gluvih, ostale grupe ispitanika daljine na vertikali ka tlu opažaju kao kraće u odnosu na identične daljine na horizontalnom pravcu u smeru iznad glave, dok daljine na vertikali ka tlu opažaju kao duže u odnosu na identične daljine na horizontalnom pravcu u smeru ka stopalima. Ponovo u oba zadatka. Da li ovo ustvari ukazuje da se pojedinim senzornim informacijama daje prednost prilikom procene daljine? Naše potencijalno objašnjenje leži u tome da se na osnovu angažovanja mišića vrata prilikom pokreta glave nagore formira opažaj da je potencijalni pokret gore iznad glave naporniji, a pokret dole ka stopalima manje naporan u odnosu na pokret ispred tela u smeru ka zenitu, ka horizontu ili ka tlu. Međutim, ovo objašnjenje koje se bazira na položaju glave u odnosu na telo možda nije odgovarajuće, jer su u studiji Toškovića (2008) dobijeni nalazi da se u ekstrapersonalnom prostoru efekat anizotropije javlja i u situaciji kada ispitanici pasivno pomeraju telo prilikom procene daljine, dok je glava fiksirana u položaju kada je pravac pogleda normalan u odnosu na telo. Stoga bi naša naredna alternativna hipoteza kojom bi se mogla objasniti većina nalaza bila o *anizotropiji opažane daljine određenoj prema subjektivnim pravcima procene*. Naime, analizirajući sve situacije u kojima postoji anizotropija opažene daljine možemo da konstatujemo da se daljine na subjektivnoj vertikali gore opažaju kao duže, a na subjektivnoj vertikali dole kao kraće od istih na subjektivnoj horizontali nezavisno od grupe ispitanika ili položaja tela ispitanika u odnosu na smer dejstva sile gravitacije. Dakle, možemo li da pojavu anizotropije u peripersonalnom prostoru svedemo samo na informacije o subjektivnim pravcima procene? Ovo pitanje ostaje otvoreno do neke naredne studije u kojoj bi ispitanici mogli da procenu daljine vrše pasivnim pomeranjem tela bez pomeranja glave (odsustvo proprioceptivnih informacija iz mišića vrata).

Još jedan neočekivan nalaz je i to što u većini eksperimentalnih situacija nema razlika u vrednosti anizotropije između zadataka. Zapravo, jedino u sedećem položaju kod ispitanika iz opšte populacije je vrednost anizotropije izraženija u zadatku motorne reprodukcije nego u zadatku navođenja i to kada se vrši procena daljina na subjektivnoj vertikali ka zenitu u odnosu na horizontalu. Iako ovaj nalaz može da se objasni hipotezom o odnosu uloženog napora i daljine istom hipotezom ne može da se objasni zašto u ostalim položajima i na ostalim pravcima nema razlika u vrednosti anizotropije između zadataka. Međutim, ni naša hipoteza o *anizotropiji opažane daljine određenoj prema subjektivnim pravcima procene* ne nudi objašnjenje. Ono što je možda razrešenje ove situacije je sinergija ove dve hipoteze u okviru *implicitnog referentnog okvira za procenu daljine*. Zapravo, pošto čovek većinu akcija usmerenih na objekat obavlja u uspravnom položaju (Hargens & Richardson, 2009) možemo pretpostaviti da taj položaj postaje njegov referentni okvir. Shodno tome kada se osoba nalazi u uobičajnom položaju tj. svom referentnom okviru, ispitanikova osetljivost za prijem informacija se povećava, a analiza svih dostupnih informacija se odvija preciznije u cilju ekonomičnosti sprovođenja akcija. Tako se onda može objasniti da se samo u sedećem položaju daljina ka zenitu opaža kao duža kada se izvodi realni pokret nego kada se bez sprovođenja realnog pokreta formira opažaj daljine. Međutim, kada je ispitanik izmešten iz svoj uobičajenog položaja onda sve raspoložive informacije interpretira u skladu sa bazičnim informacijama koje se uklapaju u implicitni referentni okvir.

U okviru ovog poglavlja ćemo napraviti i kratak rezime onoga što je moglo bolje. Zapravo iako je studija brižljivo i detaljno planirana duži vremenski period svakako da se i iz vizure samog autora mogu naći nedostaci koji zapravo mogu da se percipiraju i kao potencijal studije u smislu nastavka eksploracije teme.

Jedna od njih je odabir ispitanika iz subpopulacije gluvih. Iako se činilo opravdanim da kao ispitanike odaberemo osobe iz populacije gluvih i nagluvih, koji su u ranijim studijama indentifikovani kao ispitanici koji imaju probleme sa održavanjem ravnoteže (Cushing et al., 2008), mogli smo da ih podvrgnemo opsežnim kliničkim testiranjima. Na ovaj način bismo precizno utvrdili stepen izraženosti hipofunkcije kod svakog od ispitanika i na taj način smo mogli da ujednačimo uzorak. Međutim, ono što smo mi uradili je da smo gluve ispitanike podvrgavali testiranju u okviru Unipedalnog testa. Ovaj vid dijagnostike poremećaja funkcije centra za ravnotežu nije tako precizan kao neki drugi klinički testovi (npr. Kalorik test). Naše rešenje za neke naredne studije bi bilo da u saradnji sa specijalistima otorinolaringologije sprovedemo testiranje ispitanika. Takođe, ovakvom vidu testiranja mogu da se podvrgnu i ispitanici iz opšte populacije imajući u vidu da i među njima postoje oni koji imaju neki oblik povećane/smanjenje osetljivosti vestibularnog aparata (npr. kinetoza-mučnina prilikom vožnje).

10. ZAKLJUČAK

Lakoća sprovođenja pokreta u peripersonalnom prostoru nije pokazatelj jednostavnosti koordinacije percepcije i akcije. Zapravo posmatranje procesa razvoja fine motorike kod odojčadi nam ukazuje na dugotrajan proces pun pokušaja i pogrešaka u čijoj osnovi se nalazi multisenzorna integracija informacija. Znači li to da se u osnovi dugotrajnog perioda uvežbavanja fine motorike nalazi uspešna integracija informacija iz više čulnih modaliteta zarad ekonomičnosti pri izvođenju ciljane aktivnosti usmerene na objekat? Takođe, postavlja se pitanje pojedinačnog doprinosa senzornih informacija

prilikom sprovođenja motorne aktivnosti, ali i njenog planiranja. Naime, brojne studije su sprovedene sa ciljem da se ispita doprinos pojedinih čulnih informacija u procesima planiranja i sprovođenja motornih aktivnosti u bliskom i udaljenom prostoru. Jedna grupa istraživača se posebno interesovala za procenu daljine u ekstrapersonalnom (udaljenom) prostoru što je rezultiralo identifikaciji doprinosa vizuelnih, proprioceptivnih i vestibularnih informacija na opažaj daljine objekta.

Zapravo, prilikom procene daljine u ekstrapersonalnom prostoru postoji diskrepanca u opažaju identičnih udaljenosti na različitim pravcima. Naime, ispitanici su dosledno udaljenosti na vertikali ka zenitu opažali kao duže od istih na horizontali, baš kao što su daljine na pravcu ka tlu opažali kao kraće od istih daljina na horizontali (Tošković, 2009; 2012; Higashiyama & Ueyama, 1988). Istraživači su ovaj fenomen nazvali *anizotropija opažene daljine*, a jedno od ponuđenih objašnjenja njenog nastanka je *hipoteza o odnosu opaženog napora i daljine*. Prema ovoj hipotezi ispitanik prilikom procene daljine uračunava potencijalno uloženi napor za izvođenje pokreta ka fizičkoj vertikali ka zenitu odnosno ka horizontali. Pošto se pokret ka zenitu opaža kao naporniji od pokreta ka horizontali produžavanje opažene daljine na tom pravcu pomaže izvođenju pokreta tj. efekat anizotropije opažene daljine nastaje kao posledica opažaja potencijalno uloženog napora (Tošković, 2009). Kako se ovom hipotezom naglašava važnost vestibularnih informacija na opažaj daljine naša ideja je bila da variranjem dostupnosti vestibularnih informacija ispitamo njihov doprinos anizotropiji opažene daljine, ali u peripersonalnom (bliskom) prostoru. Zato smo u istraživanje uključili osobe koje nisu prijavile probleme sa vestibularnim aparatom, gluve osobe (trajna deprivacija vestibularnih informacija) i osobe kojima smo tehnikom galvanske vestibularne stimulacije privremeno deprivirali funkcionisanje vestibularnog aparata. Međutim, kako je *hipoteza o odnosu opaženog napora i daljine* bazirana na opažaju uloženog napora u sprovođenje potencijalnog pokreta ka objektu imali smo nameru da ispitamo i doprinos proprioceptivnih informacija iz mišića ruku na opažaj daljine objekta prilikom sprovođenja realnog pokreta. Na ovaj način smo mogli da steknemo uvid u to da li postoje razlike u opažaju daljine u fazi planiranja pokreta (zadatak navođenja) i fazi sprovođenja motorne aktivnosti (zadatak motorne reprodukcije). Kao posledicu svega do sada navedenog kreirali smo šest eksperimenata u kojima su ispitanici iz opšte populacije, gluvi ispitanici i ispitanici iz opšte populacije stimulirani GVS-om navodili eksperimentatora ili samo reprodukovali daljine na pravcima ka zenitu, ka horizontali i ka tlu u različitim položajima tela. Radi lakšeg praćenja dobijenih rezultata pravce poređenja smo identifikovali kao subjektivna vertikalna gore, subjektivna horizontala i subjektivna vertikalna dole.

Finalna zapažanja do kojih smo u našoj studiji ispitivanja fenomena anizotropije opažene daljine u peripersonalnom prostoru došli će biti izneta i obrazložena u narednim redovima.

1. Ispitanici koriste svoje telo kao referentni okvir za procenu daljine

Vrednost anizotropije opažene daljine smo određivali poređenjem subjektivnih pravaca vertikalna gore u odnosu na horizontalu kao i horizontale u odnosu na vertikalu dole. Vrednosti manje od jedinice se tumače kao postojanje anizotropije, vrednosti bliže jedinici kao izostanak, a veće od jedinice kao postojanje efekta u suprotnom smeru od očekivanog. Kako u većini položaja tela prilikom procene daljine vrednost anizotropije ne prelaze jedinicu možemo reći da u osnovi opažaja daljine stoji egocentrični referentni okvir.

2. Više proprioceptivnih informacija ne umanjuje efekat anizotropije opažene daljine

U istraživanje fenomena anizotropije opažene daljine smo uvođenjem dva zadatka, koji se razlikuju po količini proprioceptivnih informacija, pokušali da ispitamo njihov doprinos robusnosti fenomena. U zadatku navođenja se ispitanici oslanjaju na vizuelne, proprioceptivne informacije iz mišića vrata, dok se u zadatku motorne reprodukcije nabrojanim informacijama pridružuju proprioceptivne informacije iz mišića i zglobova. Možemo reći da, kod sve tri grupe ispitanika, nismo našli sistematske razlike u jačini efekta anizotropije u zavisnosti od toga da li je ispitanicima dostupno više ili manje proprioceptivnih informacija. S tim u vezi možemo reći da se efekat anizotropije javlja još u fazi planiranja pokreta u kojoj se multisenzorna integracija svodi na vizuelne, proprioceptivne informacije iz mišića vrata i vestibularne informacije (ukoliko su dostupne ispitanicima).

3. Odsustvo vestibularnih informacija utiče na jačinu efekta anizotropije opažene daljine

Kada ispitanici ne mogu da koriste vestibularne informacije bilo da se radi o trajnoj ili privremenoj vestibularnoj deprivaciji, efekat anizotropije opažene daljine slabi ili se gubi. Zapravo, kod ispitanika sa trajnom deprivacijom vestibularne funkcije efekat anizotropije slabi ili se gubi u onim pozicijama tela kada je jedan od pravaca poređenja daljina fizička vertikalna ka tlu. Dakle, odsustvo vestibularnih informacija kao da zamaskira fine razlike u opažaju napora potrebnog da se izvede pokret ka tlu u odnosu na horizontalu. To bi značilo da proprioceptivne i vaskularne senzorne informacije (promena hidrostatičkog pritiska) mogu da nadomeste nedostatak vestibularnih informacija samo ako se realni/potencijalni pokret izvodi suprotno dejstvu sile gravitacije. Pretpostavljamo da je tada razlika u opažaju uložene napora između pravaca poređenja daljina veća. Kod ispitanika sa privremenom deprivacijom vestibularnog aparata efekat anizotropije slabi ili se gubi samo u poziciji ležanja na stomaku. Dakle, možemo reći da nema sistematskih razlika u izraženosti anizotropije opažene daljine usled kratkotrajnog nedostatka vestibularnih informacija. Sve navedeno ukazuje na važnost vestibularnih informacija u usklađivanju opažanja prostora i akcije i trajanje procesa kompenzacije koji će se bazirati na analizi drugih relevantnih senzornih informacijama.

11. LITERATURA:

- Arcoverde Neto, E. N., Duarte, R. M., Barreto, R. M., Magalhães, J. P., Bastos, C., Ren, T. I., & Cavalcanti, G. D. (2014). Enhanced real-time head pose estimation system for mobile device. *Integrated Computer-Aided Engineering*, 21(3), 281-293.
- Bagesteiro, L. B., Sarlegna, F. R., & Sainburg, R. L. (2006). Differential influence of vision and proprioception on control of movement distance. *Experimental Brain Research*, 171(3), 358.
- Berti, A., & Frassinetti, F. (2000). When far becomes near: Remapping of space by tool use. *Journal of cognitive neuroscience*, 12(3), 415-420.
- Bense, S., Stephan, T., Yousry, T. A., Brandt, T., & Dieterich, M. (2001). Multisensory cortical signal increases and decreases during vestibular galvanic stimulation (fMRI). *Journal of neurophysiology*, 85(2), 886-899.
- Bisdorff, A. R., Wolsley, C. J., Anastasopoulos, D., Bronstein, A. M., & Gresty, M. A. (1996). The perception of body verticality (subjective postural vertical) in peripheral and central vestibular disorders. *Brain*, 119(5), 1523-1534.
- Blanke, O., Slater, M., & Serino, A. (2015). Behavioral, neural, and computational principles of bodily self-consciousness. *Neuron*, 88(1), 145-166.
- Blohm, G., Khan, A. Z., Ren, L., Schreiber, K. M., & Crawford, J. D. (2008). Depth estimation from retinal disparity requires eye and head orientation signals. *Journal of vision*, 8(16):3, 1-23.
- Borel, L., Redon-Zouiteni, C., Cauvin, P., Dumitrescu, M., Devèze, A., Magnan, J., & Péruch, P. (2014). Unilateral vestibular loss impairs external space representation. *PloS one*, 9(2).
- Brandt, T., Bartenstein, P., Janek, A., & Dieterich, M. (1998). Reciprocal inhibitory visual-vestibular interaction. Visual motion stimulation deactivates the parieto-insular vestibular cortex. *Brain: a journal of neurology*, 121(9), 1749-1758.
- Buchman, C. A., Joy, J., Hodges, A., Telischi, F. F., & Balkany, T. J. (2004). Vestibular effects of cochlear implantation. *The Laryngoscope*, 114(S103), 1-22.
- Burns, E., Razzaque, S., Panter, A. T., Whitton, M. C., McCallus, M. R., & Brooks, F. P. (2005, March). The hand is slower than the eye: A quantitative exploration of visual dominance over proprioception. In *IEEE Proceedings, Virtual Reality, 2005*. (pp. 3-10).
- Carriot, J., Cian, C., Paillard, A., Denise, P., & Lackner, J. R. (2011). Influence of multisensory graviceptive information on the apparent zenith. *Experimental brain research*, 208(4), 569-579.
- Carrozzo, M., Stratta, F., McIntyre, J., & Lacquaniti, F. (2002). Cognitive allocentric representations of visual space shape pointing errors. *Experimental Brain Research*, 147(4), 426-436.

- Clément, G., Lathan, C., & Lockerd, A. (2008). Perception of depth in microgravity during parabolic flight. *Acta Astronautica*, 63(7-10), 828-832.
- Clément, G., Skinner, A., & Lathan, C. (2013). Distance and size perception in astronauts during long-duration spaceflight. *Life*, 3(4), 524-537.
- Cushing, S. L., Chia, R., James, A. L., Papsin, B. C., & Gordon, K. A. (2008). A test of static and dynamic balance function in children with cochlear implants: the vestibular olympics. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 134(1), 34-38.
- Della-Justina, H. M., Manczak, T., Winkler, A. M., Araújo, D. B. D., Souza, M. A. D., Amaro Junior, E., & Gamba, H. R. (2014). Galvanic vestibular stimulator for fMRI studies. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, 30(1), 70-82.
- Dichgans, J. (1976). Postural sway in normals and atactic patients: analysis of the stabilizing and destabilizing effects of vision. *Agressologie*, 17, 15-24.
- DiZio, P., Lathan, C. E., & Lackner, J. R. (1993). The role of brachial muscle spindle signals in assignment of visual direction. *Journal of neurophysiology*, 70(4), 1578-1584.
- Felleman, D.J. and Van Essen, D.C. (1987). Receptive Field Properties of Neurons in Area V3 of Macaque Monkey Extrastriate Cortex. *Journal of neurophysiology*. 57 (4), pp. 889-920.
- Ferre, E. R., Longo, M., Fiori, F., & Haggard, P. (2013). Vestibular modulation of spatial perception. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 660.
- Fife, T. D., Tusa, R. J., Furman, J. M., Zee, D. S., Frohman, E., Baloh, R. W., ... & Eviatar, L. (2000). Assessment: vestibular testing techniques in adults and children: report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 55(10), 1431-1441.
- Foley, J.M. and Held, R. (1972). Visually directed pointing as a function of target distance direction and available cues. *Perception & psychophysics*, 12 (3), pp. 263-268.
- Fuchs, D. (2018). Dancing with Gravity—Why the Sense of Balance Is (the) Fundamental. *Behavioral Sciences*, 8(1), 7.
- Furman, J. M., & Whitney, S. L. (2000). Central causes of dizziness. *Physical Therapy*, 80(2), 179-187.
- Graziano, M. S., & Cooke, D. F. (2006). Parieto-frontal interactions, personal space, and defensive behavior. *Neuropsychologia*, 44(6), 845-859.
- Goodale, M. A., & Humphrey, G. K. (1998). The objects of action and perception. *Cognition*, 67(1-2), 181-207.

- Goodale, M.A and Milner, A.D. (1992). Separate visual pathways for perception and action. *TINS*, 15, pp. 20-25
- Guedry, F. E. (1974). Psychophysics of vestibular sensation. In *Vestibular System Part 2: Psychophysics, Applied Aspects and General Interpretations* (pp. 3-154). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Hallgren, E. T. (2016). *The effect of long-duration spaceflight on the human vestibular system and its consequences on the autonomic system* (Doctoral dissertation, University of Antwerp).
- Halligan, P. W., & Marshall, J. C. (1991). Left neglect for near but not far space in man. *Nature*, 350(6318), 498-500.
- Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., & Liu, Y. (2016). Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5(1), 80-90.
- Hanson, J. D. (2009). *Galvanic vestibular stimulation applied to flight training* (Doctoral dissertation, Faculty of the College of Engineering California Polytechnic State University).
- Hargens, A. R., & Richardson, S. (2009). Cardiovascular adaptations, fluid shifts, and countermeasures related to space flight. *Respiratory physiology & neurobiology*, 169, S30-S33.
- Herdman, S. J. (1997). Advances in the treatment of vestibular disorders. *Physical therapy*, 77(6), 602-618.
- Higashiyama, A., & Adachi, K. (2006). Perceived size and perceived distance of targets viewed from between the legs: Evidence for proprioceptive theory. *Vision research*, 46(23), 3961-3976.
- Higashiyama, A., & Ueyama, E. (1988). The perception of vertical and horizontal distances in outdoor settings. *Perception & Psychophysics*, 44(2), 151-156.
- Hillier, S., Immink, M., & Thewlis, D. (2015). Assessing proprioception: a systematic review of possibilities. *Neurorehabilitation and neural repair*, 29(10), 933-949.
- Hinghofer-Szalkay, H. (2011). Gravity, the hydrostatic indifference concept and the cardiovascular system. *European journal of applied physiology*, 111(2), 163-174.
- Holmes, N. P., & Spence, C. (2004). The body schema and multisensory representation (s) of peripersonal space. *Cognitive processing*, 5(2), 94-105.
- Howard, I. P. (2012). *Perceiving in depth. Vol 3. Other mechanism of depth perception*. New York, NY, US: Oxford University Press.
- Hubel, D.H. and Livingstone, M.S. (1987). Segregation of Form, Color, and Stereopsis in Primate Area 18. *The Journal of Neuroscience*, 7(11), pp. 3378-3415.
- Jovanović, Lj. (2014). *Anizotropija opaženog napora*. (Master rad, Univerzitet u Beogradu-Filozofski fakultet).

- Kaufman, L., & Rock, I. (1962). The moon illusion. *Scientific American*, 207(1), 120-131.
- Kemeny, A. (1999, July). Simulation and perception. In *Proceedings, Introduction de la Conférence sur la Simulation de Conduite*.
- Khan, S., & Chang, R. (2013). Anatomy of the vestibular system: a review. *Neuro Rehabilitation*, 32(3), 437-443.
- Lackner, J. R., & DiZio, P. (2005). Vestibular, proprioceptive, and haptic contributions to spatial orientation. *Annu. Rev. Psychol.*, 56, 115-147.
- Lackner, J. R., & Levine, M. S. (1979). Changes in apparent body orientation and sensory localization induced by vibration of postural muscles: vibratory myesthetic illusions. *Aviation, space, and environmental medicine*.
- Lobel, E., Kleine, J. F., Bihan, D. L., Leroy-Willig, A., & Berthoz, A. (1998). Functional MRI of galvanic vestibular stimulation. *Journal of neurophysiology*, 80(5), 2699-2709.
- Lourenco, S. F., & Huttenlocher, J. (2006). How do young children determine location? Evidence from disorientation tasks. *Cognition*, 100(3), 511-529.
- MacKay, W. A. (1992). Properties of Reach-Related Neuronal Activity in Cortical Area 7A. *Journal of neurophysiology* 67 (5), pp. 1335-1345.
- Manasnayakorn, S., Cuschieri, A., & Hanna, G. B. (2010). Hand-assisted laparoscopic surgery is associated with enhanced depth perception in novices. *Surgical endoscopy*, 24(11), 2694-2699.
- Mars, F., Popov, K., & Vercher, J. L. (2001). Supramodal effects of galvanic vestibular stimulation on the subjective vertical. *Neuroreport*, 12(13), 2991-2994.
- Matijević, R. (2014). Propriocepcija zglobova kolena posle kidanja prednjeg ukrštenog ligamenta kod profesionalnih sportista. (Doktorska disertacija, Универзитет у Новом Саду).
- Matthews, P. B. C. (1982). Where does Sherrington's "muscular sense" originate? Muscles, joints, corollary discharges?. *Annual review of neuroscience*, 5(1), 189-218.
- Mon-Williams, M. and Tresilian, J.R. (1999). Some recent studies on the extraretinal contribution to distance perception. *Perception*, 28, pp. 167 – 181
- Moroney, S. P., Schultz, A. B., & Miller, J. A. (1988). Analysis and measurement of neck loads. *Journal of Orthopaedic Research*, 6(5), 713-720.
- Nagaya, N., Sugimoto, M., Nii, H., Kitazaki, M., & Inami, M. (2005, December). Visual perception modulated by galvanic vestibular stimulation. In *Proceedings of the 2005 international conference on Augmented tele-existence* (pp. 78-84). ACM.

- Niessen, M. H., Veeger, D. H., & Janssen, T. W. (2009). Effect of body orientation on proprioception during active and passive motions. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 88(12), 979-985.
- Ogard, W. K. (2011). Proprioception in sports medicine and athletic conditioning. *Strength & Conditioning Journal*, 33(3), 111-118.
- Pansini, M. (1967). Vestibularne pretrage u osoba oštećena sluha. *Govor*, 1(2), 103-118.
- Papaxanthis, C., Pozzo, T., & Schieppati, M. (2003). Trajectories of arm pointing movements on the sagittal plane vary with both direction and speed. *Experimental brain research*, 148(4), 498-503.
- Péruch, P., Borel, L., Gaunet, F., Thinus-Blanc, G., Magnan, J., & Lacour, M. (1999). Spatial performance of unilateral vestibular defective patients in nonvisual versus visual navigation. *Journal of Vestibular Research*, 9(1), 37-47.
- Péruch, P., Borel, L., Magnan, J., & Lacour, M. (2005). Direction and distance deficits in path integration after unilateral vestibular loss depend on task complexity. *Cognitive brain research*, 25(3), 862-872.
- Pfeiffer, C., Noel, J. P., Serino, A., & Blanke, O. (2018). Vestibular modulation of peripersonal space boundaries. *European Journal of Neuroscience*, 47(7), 800-811.
- Plooy, A., Tresilian, J. R., Mon-Williams, M., & Wann, J. P. (1998). The contribution of vision and proprioception to judgements of finger proximity. *Experimental Brain Research*, 118(3), 415-420.
- Poggio, G.F., Gonzalaz, F. and Krause, F. (1988). Stereoscopic Mechanisms in Monkey Visual Cortex: Binocular Correlation and Disparity Selectivity. *The Journal of Neuroscience*, 8(12), pp. 4531 - 1550.
- Prablanc, C., & Martin, O. (1992). Automatic control during hand reaching at undetected two-dimensional target displacements. *Journal of neurophysiology*, 67(2), 455-469.
- Proffitt, D. R., Stefanucci, J., Banton, T., & Epstein, W. (2003). The role of effort in perceiving distance. *Psychological Science*, 14(2), 106-112.
- Proske, U., & Gandevia, S. C. (2012). The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiological reviews*.
- Puljak, L., & Sapunar, D. (2014). A Phenomenon of Pain—Anatomy, Physiology, Types. *Medicus*, 23(1 Fenomen boli), 7-13.
- Redfern, M. S., Talkowski, M. E., Jennings, J. R., & Furman, J. M. (2004). Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss. *Gait & posture*, 19(2), 105-114.
- Risey, J., & Briner, W. (1990). Dyscalculia in patients with vertigo. *J Vestib Res*, 1(1), 31-37.

- Roll, J. P., Roll, R., & Velay, J. L. (1991). Proprioception as a link between body space and extra-personal space. *Brain and space*, 112-132.
- Rossetti, Y. V. E. S., Desmurget, M., & Prablanc, C. (1995). Vectorial coding of movement: vision, proprioception, or both?. *Journal of neurophysiology*, 74(1), 457-463.
- Sakata, H., Shibutani, H., & Kawano, K. (1980). Spatial properties of visual fixation neurons in posterior parietal association cortex of the monkey. *journal of Neurophysiology*, 43(6), 1654-1672.
- Sakata, H., Shibutani, H., & Kawano, K. (1983). Functional properties of visual tracking neurons in posterior parietal association cortex of the monkey. *Journal of Neurophysiology*, 49(6), 1364-1380.
- Sakata, H., Shibutani, H., Kawano, K., & Harrington, T. L. (1985). Neural mechanisms of space vision in the parietal association cortex of the monkey. *Vision research*, 25(3), 453-463.
- Sakata, H., Taira, M., Kusunoki, M., Murata, A. and Tanaka, Y. (1997). The *TINS* Lecture. The parietal association cortex in depth perception and visual control of hand action. *Trends Neurosci.* 20, pp. 350–357
- Sanders, J.A. and Knill, D.C. (2005). Humans use continuous visual feedback from the hand to control both the direction and distance of pointing movements. *Exp Brain Re*, 162, pp. 458–473
- Sarlegna, F. R., & Sainburg, R. L. (2009). The roles of vision and proprioception in the planning of reaching movements. In *Progress in motor control* (pp. 317-335). Springer, Boston, MA.
- Seemungal, B. M., Guzman-Lopez, J., Arshad, Q., Schultz, S. R., Walsh, V., & Yousif, N. (2012). Vestibular activation differentially modulates human early visual cortex and V5/MT excitability and response entropy. *Cerebral Cortex*, 23(1), 12-19.
- Servos, P. & Goodale, M.A. (1994). Binocular vision and the on-line control of human prehension. *Exp. Brein Res.* 99, pp 119-127.
- Servos, P., Goodale, M. A., & Jakobson, L. S. (1992). The role of binocular vision in prehension: Akinematic analysis. *Vision Research* 32, 1513–1521.
- Smith, P. F., Zheng, Y., Horii, A., & Darlington, C. L. (2005). Does vestibular damage cause cognitive dysfunction in humans?. *Journal of Vestibular Research*, 15(1), 1-9.
- Springer, B. A., Marin, R., Cyhan, T., Roberts, H., & Gill, N. W. (2007). Normative values for the unipedal stance test with eyes open and closed. *Journal of geriatric physical therapy*, 30(1), 8-15.
- Stanković, M. (2011). Terapija vrtoglavice. *Studentski Medicinski glasnik*, II(1-4), 70-78.
- Swenson, H.A. (1932). The relative influence of accommodation and convergence in the judgment of distance. *The Journal of General Psychology*, 7(2), 360-380.

- Todić Jakšić, T., & Tošković, O. (2019a, April). Integration of Visual, Proprioceptive and Vestibular Information During Distance Perception in the Personal Space. In *Perception ECVP abstract* (Vol. 48, pp. 111-111).
- Todić Jakšić, T. i Tošković, O. (2019b). Reach out i'll be there – anisotropy of perceived hand length. Saopštenje na XXV naučnom skupu Empirijska istraživanja u psihologiji, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu. 29- 31. mart 2019, str. 76-77.
- Török, Á., Ferrè, E. R., Kokkinara, E., Csépe, V., Swapp, D., & Haggard, P. (2017). Up, down, near, far: an online vestibular contribution to distance judgement. *PLoS one*, *12*(1), e0169990.
- Tošković, O. (2004). Oblik perceptivnog modela prostora. *Psihološka istraživanja*, *XIV*, 85-123.
- Tošković, O. (2008). *Anizotropija vizuelnog prostora*. [Doktorska disertacija, Filozofski fakultet, Univerzitet u Beogradu].
- Tošković, O. (2009). Važnost vizuelnih i nevizuelnih informacija za anizotropiju opažene daljine. *Psihologija*, *42*(2), 255-268.
- Tošković, O. (2010). Brave upside down world—Does looking between the legs elongate or shorten the perceived distance. *Psihologija*, *43*(1), 21-31.
- Tošković, O. (2011). Looking down—Perceived distance as a function of action. *Perception ECVP abstract*, *40*, 225-225.
- Tošković, O. (2012). Misperception helps the action—anisotropy of perceived distance and effort. *Perception ECVP abstract*, *41*, 27-27.
- Tošković, O. (2015). Anisotropy is all around me – perceived distance changes in near space. 11th Asia-Pacific Conference on Vision (APCV 2015), Singapore. Book of abstracts, vol 26, p. 81-82.
- Ungerleider, L.G., Mishkin, M., (1982). *Two cortical visual systems*. In: D.J. Ingle, M.A. Goodale, R.J.W. Mansfield (Eds.). *Analysis of Visual Behavior*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 549–586.
- Utz, K. S., Dimova, V., Oppenländer, K., & Kerkhoff, G. (2010). Electrified minds: transcranial direct current stimulation (tDCS) and galvanic vestibular stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology—a review of current data and future implications. *Neuropsychologia*, *48*(10), 2789-2810.
- Vanderdonckt, J., Magrofuoco, N., Kieffer, S., Pérez, J., Rase, Y., Roselli, P., & Villarreal, S. (2019, July). Head and Shoulders Gestures: Exploring User-Defined Gestures with Upper Body. In *International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 192-213). Springer, Cham.
- Von der Heyde, M., Riecke, B. E., Cunningham, D. W., & Bühlhoff, H. H. (2000, February). Humans can separately perceive distance, velocity, and acceleration from vestibular stimulation. In *3. Tübinger Wahrnehmungskonferenz (TWK 2000)*.

- Waller, D., & Hodgson, E. (2006). Transient and enduring spatial representations under disorientation and self-rotation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(4), 867.
- Wang, R. F., & Spelke, E. S. (2000). Updating egocentric representations in human navigation. *Cognition*, 77(3), 215-250.
- Warren, D. H., & Cleaves, W. T. (1971). Visual-proprioceptive interaction under large amounts of conflict. *Journal of experimental psychology*, 90(2), 206.
- Wardman, D. L., Taylor, J. L., & Fitzpatrick, R. C. (2003). Effects of galvanic vestibular stimulation on human posture and perception while standing. *The Journal of physiology*, 551(3), 1033-1042.
- Wilkinson, D., Ko, P., Kilduff, P., McGlinchey, R., & Milberg, W. (2005). Improvement of a face perception deficit via subsensory galvanic vestibular stimulation. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11(7), 925-929.
- Wilkinson, D., Nicholls, S., Pattenden, C., Kilduff, P., & Milberg, W. (2008). Galvanic vestibular stimulation speeds visual memory recall. *Experimental brain research*, 189(2), 243-248.
- Wood, R. J., Zinkus, P. W., & Mountjoy, P. T. (1968). The vestibular hypothesis of the moon illusion. *Psychonomic Science*, 11(10), 356-356.
- Zdravković, S. (2008). *Percepcija*. Gradska narodna biblioteka " Žarko Zrenjanin".
- Zeki, S.M. (1978). The third visual complex of rhesus monkey prestriate cortex. *J. Physiol.* 277, pp. 245-272.

12. PRILOZI

Prilog 1. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	20.91	3.08	15
		40 cm	37.81	6.02	15
		60 cm	57.83	7.28	15
	horizontala	20 cm	16.84	1.88	15
		40 cm	32.27	4.46	15
		60 cm	52.04	7.59	15
leđa	vertikala dole	20 cm	22.26	4.02	15
		40 cm	38.60	6.41	15
		60 cm	57.16	8.31	15
	horizontala	20 cm	17.48	1.67	15
		40 cm	33.53	5.09	15
		60 cm	50.49	5.88	15
stomak	vertikala dole	20 cm	19.18	3.50	15
		40 cm	37.55	5.95	15
		60 cm	55.89	9.60	15
	horizontala	20 cm	17.45	1.84	15
		40 cm	33.18	4.73	15
		60 cm	49.55	6.17	15

Prilog 2. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	4.07*	.69	.000
		horizontala	vertikala	-4.07*	.69	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	4.77*	1.01	.000
		horizontala	vertikala	-4.77*	1.01	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	1.73	.90	.077
		horizontala	vertikala	-1.73	.90	.077
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	5.54*	1.50	.002
		horizontala	vertikala	-5.54*	1.50	.002
	leđa	vertikala dole	horizontala	5.06*	1.36	.002
		horizontala	vertikala	-5.06*	1.36	.002
	stomak	vertikala dole	horizontala	4.37*	1.47	.010
		horizontala	vertikala	-4.37*	1.47	.010
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	5.78*	1.13	.000
		horizontala	vertikala	-5.78*	1.13	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	6.67*	1.62	.001
		horizontala	vertikala	-6.67*	1.62	.001
	stomak	vertikala dole	horizontala	6.34*	2.61	.029
		horizontala	vertikala	-6.34*	2.61	.029

Prilog 3. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	17.47	1.77	15
		40 cm	30.97	3.78	15
		60 cm	46.99	7.14	15
	horizontala	20 cm	20.99	3.53	15
		40 cm	37.63	6.46	15
		60 cm	58.35	7.97	15
leđa	vertikala gore	20 cm	16.48	2.32	15
		40 cm	31.08	4.48	15
		60 cm	46.17	5.22	15
	horizontala	20 cm	22.96	3.53	15
		40 cm	40.46	5.11	15
		60 cm	59.24	5.60	15
stomak	vertikala gore	20 cm	16.39	1.88	15
		40 cm	31.14	3.36	15
		60 cm	48.63	6.24	15
	horizontala	20 cm	20.97	3.70	15
		40 cm	39.66	6.67	15
		60 cm	58.51	7.09	15

Prilog 4. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-3.51*	1.13	.008
		horizontala	vertikala gore	3.51*	1.13	.008
	leđa	vertikala gore	horizontala	-6.47*	1.08	.000
		horizontala	vertikala gore	6.47*	1.08	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-4.57*	.938	.000
		horizontala	vertikala gore	4.57*	.938	.000
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-6.65*	1.82	.003
		horizontala	vertikala gore	6.65*	1.82	.003
	leđa	vertikala gore	horizontala	-9.38*	1.93	.000
		horizontala	vertikala gore	9.38*	1.93	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-8.52*	1.57	.000
		horizontala	vertikala gore	8.52*	1.57	.000
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-11.36*	2.12	.000
		horizontala	vertikala gore	11.36*	2.12	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-13.07*	2.30	.000
		horizontala	vertikala gore	13.07*	2.30	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-9.88*	1.90	.000
		horizontala	vertikala gore	9.88*	1.90	.000

Prilog 5. Vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.81	.10	15
	40 cm	.86	.12	15
	60 cm	.89	.07	15
leđa	20 cm	.80	.14	15
	40 cm	.87	.13	15
	60 cm	.89	.10	15
stomak	20 cm	.93	.15	15
	40 cm	.89	.14	15
	60 cm	.90	.17	15

Prilog 6. Vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca vertikale gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.85	.18	15
	40 cm	.84	.17	15
	60 cm	.81	.13	15
leđa	20 cm	.73	.17	15
	40 cm	.78	.18	15
	60 cm	.78	.14	15
stomak	20 cm	.80	.14	15
	40 cm	.80	.13	15
	60 cm	.83	.11	15

Prilog 7. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	24.48	3.94	15
		40 cm	43.28	5.84	15
		60 cm	57.96	6.16	15
	horizontala	20 cm	19.26	2.48	15
		40 cm	35.64	4.15	15
		60 cm	52.61	3.82	15
leđa	vertikala dole	20 cm	25.66	2.33	15
		40 cm	45.07	5.13	15
		60 cm	61.28	6.45	15
	horizontala	20 cm	18.59	2.27	15
		40 cm	34.94	3.33	15
		60 cm	49.88	4.43	15
stomak	vertikala dole	20 cm	22.30	4.14	15
		40 cm	41.65	5.04	15
		60 cm	59.79	5.29	15
	horizontala	20 cm	21.44	2.93	15
		40 cm	34.38	2.96	15
		60 cm	49.76	3.65	15

Prilog 8. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	5.22*	1.43	.003
		horizontala	vertikala dole	-5.22*	1.43	.003
	leđa	vertikala dole	horizontala	7.06*	.82	.000
		horizontala	vertikala dole	-7.06*	.82	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	.86	1.47	.567
		horizontala	vertikala dole	-.86	1.47	.567
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	7.64*	1.92	.001
		horizontala	vertikala dole	-7.64*	1.92	.001
	leđa	vertikala dole	horizontala	10.13*	1.33	.000
		horizontala	vertikala dole	-10.13*	1.33	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	7.27*	1.63	.001
		horizontala	vertikala dole	-7.27*	1.63	.001
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	5.34*	1.44	.002
		horizontala	vertikala dole	-5.34*	1.44	.002
	leđa	vertikala dole	horizontala	11.39*	2.21	.000
		horizontala	vertikala dole	-11.39*	2.21	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	10.03*	1.38	.000
		horizontala	vertikala dole	-10.03*	1.38	.000

Prilog 9. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	17.89	2.79	15
		40 cm	32.33	4.35	15
		60 cm	46.25	4.92	15
	horizontala	20 cm	26.71	2.35	15
		40 cm	45.08	2.93	15
		60 cm	61.70	3.11	15
leđa	vertikala gore	20 cm	16.30	3.10	15
		40 cm	31.25	5.65	15
		60 cm	45.76	4.41	15
	horizontala	20 cm	26.85	2.81	15
		40 cm	44.47	4.49	15
		60 cm	60.77	5.15	15
stomak	vertikala gore	20 cm	18.54	2.39	15
		40 cm	34.95	3.32	15
		60 cm	52.15	5.93	15
	horizontala	20 cm	25.18	2.85	15
		40 cm	39.87	3.31	15
		60 cm	53.53	4.47	15

Prilog 10. Razlike u reprodukciji daljine stumulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-8.82*	.99	.000
		horizontala	vertikala gore	8.82*	.99	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-10.55*	1.31	.000
		horizontala	vertikala gore	10.55*	1.31	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-6.63*	.93	.000
		horizontala	vertikala gore	6.63*	.93	.000
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-12.75*	1.47	.000
		horizontala	vertikala gore	12.75*	1.47	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-13.22*	2.39	.000
		horizontala	vertikala gore	13.22*	2.39	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-4.91*	1.03	.000
		horizontala	vertikala gore	4.91*	1.03	.000
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-15.45*	1.64	.000
		horizontala	vertikala gore	15.45*	1.64	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-15.01*	2.00	.000
		horizontala	vertikala gore	15.01*	2.00	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-1.38	2.10	.523
		horizontala	vertikala do	1.38	2.10	.523

Prilog 11. Vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.82	.26	15
	40 cm	.83	.16	15
	60 cm	.91	.09	15
leđa	20 cm	.73	.11	15
	40 cm	.78	.11	15
	60 cm	.82	.13	15
stomak	20 cm	1.00	.29	15
	40 cm	.83	.14	15
	60 cm	.83	.08	15

Prilog 12. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

daljina	(l) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.09	.07	.592
		stomak	-.18*	.05	.013
	leđa	sedeći	-.09	.07	.592
		stomak	-.27*	.09	.031
	stomak	sedeći	.18*	.05	.013
		leđa	.27*	.09	.031
40cm	sedeći	leđa	.05	.04	.599
		stomak	.00	.04	1.000
	leđa	sedeći	-.05	.04	.599
		stomak	-.05	.05	.687
	stomak	sedeći	-.00	.04	1.000
		leđa	.05	.05	.687
60cm	sedeći	leđa	.09	.03	.112
		stomak	.07	.03	.067
	leđa	sedeći	-.09	.03	.112
		stomak	-.01	.04	.993
	stomak	sedeći	-.07	.03	.067
		leđa	.01	.04	.993

Prilog 13. Vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.67	.13	15
	40 cm	.72	.11	15
	60 cm	.75	.09	15
leđa	20 cm	.61	.16	15
	40 cm	.71	.18	15
	60 cm	.75	.10	15
stomak	20 cm	.74	.11	15
	40 cm	.88	.09	15
	60 cm	.98	.14	15

Prilog 14. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije

daljina	(I) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.05	.03	.384
		stomak	-.06	.04	.451
	leđa	sedeći	-.05	.03	.384
		stomak	-.12*	.04	.029
	stomak	sedeć	.06	.04	.451
		leđa	.12*	.04	.029
40cm	sedeći	leđa	.00	.04	1.000
		stomak	-.16*	.03	.001
	leđa	sedeći	-.00	.04	1.000
		stomak	-.16*	.02	.000
	stomak	sedeći	.16*	.03	.001
		leđa	.16*	.02	.000
60cm	sedeći	leđa	-.00	.02	.980
		stomak	-.23*	.03	.000
	leđa	sedeći	.00	.02	.980
		stomak	-.22*	.03	.000
	stomak	sedeći	.23*	.03	.000
		leđa	.22*	.03	.000

Prilog 15. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela i daljine stimulusa u zadatku navođenja i zadatku motorne reprodukcije

daljina	položaj	(I) zadatak	(J) zadatak	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	navođenja	motorne rep.	.181*	.060	.005
		motorne rep.	navođenja	-.181*	.060	.005
	leđa	navođenja	motorne rep.	.116	.061	.066
		motorne rep.	navođenja	-.116	.061	.066
	stomak	navođenja	motorne rep.	.057	.048	.245
		motorne rep.	navođenja	-.057	.048	.245
40cm	sedeći	navođenja	motorne rep.	.124*	.054	.029
		motorne rep.	navođenja	-.124*	.054	.029
	leđa	navođenja	motorne rep.	.067	.067	.322
		motorne rep.	navođenja	-.067	.067	.322
	stomak	navođenja	motorne rep.	-.079	.042	.068
		motorne rep.	navođenja	.079	.042	.068
60cm	sedeći	navođenja	motorne rep.	.061	.043	.170
		motorne rep.	navođenja	-.061	.043	.170
	leđa	navođenja	motorne rep.	.029	.046	.532
		motorne rep.	navođenja	-.029	.046	.532
	stomak	navođenja	motorne rep.	-.144*	.049	.006
		motorne rep.	navođenja	.144*	.049	.006

Prilog 16. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja kod gluvih

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	22.50	4.08	11
		40 cm	35.91	6.37	11
		60 cm	55.67	8.74	11
	horizontala	20 cm	20.67	4.91	11
		40 cm	38.01	8.52	11
		60 cm	56.00	5.72	11
leđa	vertikala dole	20 cm	23.27	4.22	11
		40 cm	41.96	4.87	11
		60 cm	59.66	6.38	11
	horizontala	20 cm	19.31	2.14	11
		40 cm	34.90	3.97	11
		60 cm	53.93	6.12	11
stomak	vertikala dole	20 cm	19.40	2.98	11
		40 cm	35.63	4.33	11
		60 cm	53.75	6.83	11
	horizontala	20 cm	22.33	1.86	11
		40 cm	38.47	3.83	11
		60 cm	56.70	3.66	11

Prilog 17. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod gluvih

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	1.83	1.51	.252
		horizontala	vertikala dole	-1.83	1.51	.252
	leđa	vertikala	horizontala	3.95*	1.41	.019
		horizontala	vertikala dole	-3.95*	1.41	.019
	stomak	vertikala	horizontala	-2.93*	1.15	.030
		horizontala	vertikala dole	2.93*	1.15	.030
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	-2.10	2.87	.482
		horizontala	vertikala dole	2.10	2.87	.482
	leđa	vertikala	horizontala	7.06*	1.45	.001
		horizontala	vertikala dole	-7.06*	1.45	.001
	stomak	vertikala dole	horizontala	-2.83	1.86	.158
		horizontala	vertikala dole	2.83	1.86	.158
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	-.33	2.93	.911
		horizontala	vertikala dole	.33	2.93	.911
	leđa	vertikala	horizontala	5.72*	2.25	.029
		horizontala	vertikala dole	-5.72*	2.25	.029
	stomak	vertikala dole	horizontala	-2.95	2.43	.253
		horizontala	vertikala dole	2.95	2.43	.253

Prilog 18. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja kod gluvih

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	17.98	3.21	11
		40 cm	32.16	5.27	11
		60 cm	48.59	8.55	11
	horizontala	20 cm	21.70	2.24	11
		40 cm	40.80	4.31	11
		60 cm	58.60	6.56	11
leđa	vertikala gore	20 cm	17.94	2.64	11
		40 cm	32.60	5.19	11
		60 cm	49.24	7.09	11
	horizontala	20 cm	21.71	2.52	11
		40 cm	38.99	4.24	11
		60 cm	57.99	5.87	11
stomak	vertikala gore	20 cm	17.44	3.69	11
		40 cm	33.36	5.57	11
		60 cm	55.00	6.74	11
	horizontala	20 cm	22.26	3.17	11
		40 cm	41.79	3.34	11
		60 cm	58.69	4.96	11

Prilog 19. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod gluvih

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-3.71*	1.21	.012
		horizontala	vertikala gore	3.71*	1.21	.012
	leđa	vertikala gore	horizontala	-3.77*	1.09	.006
		horizontala	vertikala gore	3.77*	1.09	.006
	stomak	vertikala gore	horizontala	-4.81*	1.31	.004
		horizontala	vertikala gore	4.81*	1.31	.004
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-8.63*	1.68	.000
		horizontala	vertikala gore	8.63*	1.68	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-6.39*	2.09	.012
		horizontala	vertikala gore	6.39*	2.09	.012
	stomak	vertikala gore	horizontala	-8.42*	1.87	.001
		horizontala	vertikala gore	8.42*	1.87	.001
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-10.01*	2.33	.002
		horizontala	vertikala gore	10.01*	2.33	.002
	leđa	vertikala gore	horizontala	-8.74*	2.35	.004
		horizontala	vertikala gore	8.74*	2.35	.004
	stomak	vertikala gore	horizontala	-3.69	1.91	.082
		horizontala	vertikala gore	3.69	1.91	.082

Prilog 20. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod gluvih

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.93	.237	11
	40 cm	1.07	.25	11
	60 cm	1.03	.20	11
leđa	20 cm	.85	.17	11
	40 cm	.83	.10	11
	60 cm	.91	.11	11
stomak	20 cm	1.17	.21	11
	40 cm	1.09	.18	11
	60 cm	1.07	.15	11

Prilog 21. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod gluvih

daljina	(I) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.08	.08	.715
		stomak	-.24	.10	.108
	leđa	sedeći	-.08	.08	.715
		stomak	-.32*	.09	.021
	stomak	sedeć	.24	.10	.108
		leđa	.32 [†]	.09	.021
40cm	sedeći	leđa	.24 [†]	.07	.022
		stomak	-.01	.09	.998
	leđa	sedeći	-.24*	.07	.022
		stomak	-.25*	.05	.003
	stomak	sedeći	.01	.09	.998
		leđa	.25 [†]	.05	.003
60cm	sedeći	leđa	.12	.07	.374
		stomak	-.04	.07	.942
	leđa	sedeći	-.12	.07	.374
		stomak	-.16*	.04	.021
	stomak	sedeći	.04	.07	.942
		leđa	.16 [†]	.04	.021

Prilog 22. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod gluvih

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.83	.17	11
	40 cm	.79	.13	11
	60 cm	.83	.12	11
leđa	20 cm	.83	.15	11
	40 cm	.84	.15	11
	60 cm	.85	.12	11
stomak	20 cm	.79	.18	11
	40 cm	.80	.14	11
	60 cm	.93	.10	11

Prilog 23. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	23.08	3.09	11
		40 cm	38.91	6.60	11
		60 cm	54.51	8.44	11
	horizontala	20 cm	20.80	5.43	11
		40 cm	39.36	5.68	11
		60 cm	53.92	5.62	11
leđa	vertikala dole	20 cm	23.50	4.81	11
		40 cm	43.84	5.63	11
		60 cm	63.55	7.26	11
	horizontala	20 cm	19.78	2.69	11
		40 cm	36.24	4.79	11
		60 cm	54.28	4.19	11
stomak	vertikala dole	20 cm	17.38	3.89	11
		40 cm	37.05	6.48	11
		60 cm	57.14	7.13	11
	horizontala	20 cm	22.76	2.33	11
		40 cm	37.20	2.94	11
		60 cm	53.98	5.63	11

Prilog 24. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlike AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	2.27	1.56	.178
		horizontala	vertikala dole	-2.27	1.56	.178
	leđa	vertikala dole	horizontala	3.71*	1.05	.005
		horizontala	vertikala dole	-3.71*	1.05	.005
	stomak	vertikala dole	horizontala	-5.38*	1.43	.004
		horizontala	vertikala dole	5.38*	1.43	.004
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	-.44	2.54	.864
		horizontala	vertikala dole	.44	2.54	.864
	leđa	vertikala dole	horizontala	7.60*	2.22	.007
		horizontala	vertikala dole	-7.60*	2.22	.007
	stomak	vertikala dole	horizontala	-.14	2.18	.948
		horizontala	vertikala dole	.14	2.18	.948
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	.59	3.25	.860
		horizontala	vertikala dole	-.59	3.25	.860
	leđa	vertikala dole	horizontala	9.27*	1.76	.000
		horizontala	vertikala dole	-9.27*	1.76	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	3.16	2.26	.193
		horizontala	vertikala dole	-3.16	2.26	.193

Prilog 25. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	17.37	2.99	11
		40 cm	30.37	5.52	11
		60 cm	46.86	8.17	11
	horizontala	20 cm	25.40	3.75	11
		40 cm	42.74	4.51	11
		60 cm	59.82	4.92	11
leđa	vertikala gore	20 cm	18.10	4.64	11
		40 cm	32.87	6.95	11
		60 cm	52.05	8.23	11
	horizontala	20 cm	23.02	2.27	11
		40 cm	40.81	2.70	11
		60 cm	56.67	5.33	11
stomak	vertikala gore	20 cm	20.32	3.66	11
		40 cm	36.06	5.09	11
		60 cm	53.00	7.27	11
	horizontala	20 cm	23.70	2.38	11
		40 cm	39.78	4.46	11
		60 cm	55.10	4.58	11

Prilog 26. Razlike u reprodukciji daljine stumulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlike AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-8.03*	1.51	.000
		horizontala	vertikala gore	8.03*	1.51	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-4.91*	1.74	.018
		horizontala	vertikala gore	4.91*	1.74	.018
	stomak	vertikala gore	horizontala	-3.37*	1.19	.018
		horizontala	vertikala gore	3.37*	1.19	.018
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-12.37*	1.94	.000
		horizontala	vertikala gore	12.37*	1.94	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-7.94*	2.26	.006
		horizontala	vertikala gore	7.94*	2.26	.006
	stomak	vertikala gore	horizontala	-3.71	2.06	.102
		horizontala	vertikala gore	3.71	2.06	.102
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-12.96*	2.11	.000
		horizontala	vertikala gore	12.96*	2.11	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-4.61	3.00	.155
		horizontala	vertikala gore	4.61	3.00	.155
	stomak	vertikala gore	horizontala	-2.09	2.98	.500
		horizontala	vertikala gore	2.09	2.98	.500

Prilog 27. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.90	.20	11
	40 cm	1.03	.24	11
	60 cm	1.01	.23	11
leđa	20 cm	.86	.13	11
	40 cm	.83	.15	11
	60 cm	.86	.08	11
stomak	20 cm	1.36	.31	11
	40 cm	1.03	.23	11
	60 cm	.95	.13	11

Prilog 28. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

daljina	(l) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.04	.06	.879
		stomak	-.45*	.12	.015
	leđa	sedeći	-.04	.06	.879
		stomak	-.50*	.11	.004
	stomak	sedeći	.45*	.12	.015
		leđa	.50*	.11	.004
40cm	sedeći	leđa	.20	.08	.117
		stomak	.01	.07	1.000
	leđa	sedeći	-.20	.08	.117
		stomak	-.20	.08	.117
	stomak	sedeći	-.01	.07	1.000
		leđa	.20	.08	.117
60cm	sedeći	leđa	.15	.06	.121
		stomak	.06	.08	.853
	leđa	sedeći	-.15	.06	.121
		stomak	-.09	.04	.187
	stomak	sedeći	-.06	.08	.853
		leđa	.09	.04	.187

Prilog 29. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluvih

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.69	.16	11
	40 cm	.71	.13	11
	60 cm	.78	.11	11
leđa	20 cm	.79	.22	11
	40 cm	.80	.18	11
	60 cm	.92	.17	11
stomak	20 cm	.86	.16	11
	40 cm	.91	.15	11
	60 cm	.97	.17	11

Prilog 30. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod gluhih

daljina	(I) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	-.09	.07	.548
		stomak	-.16	.07	.143
	leđa	sedeći	.09	.07	.548
		stomak	-.06	.05	.641
	stomak	sedeć	.16	.07	.143
		leđa	.06	.05	.641
40cm	sedeći	leđa	-.09	.05	.289
		stomak	-.20	.07	.078
	leđa	sedeći	.09	.05	.289
		stomak	-.10	.05	.258
	stomak	sedeći	.20	.07	.078
		leđa	.10	.05	.258
60cm	sedeći	leđa	-.14	.05	.053
		stomak	-.18*	.05	.029
	leđa	sedeći	.14	.05	.053
		stomak	-.04	.04	.760
	stomak	sedeći	.18*	.05	.029
		leđa	.04	.04	.760

Prilog 31. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	23.60	2.97	13
		40 cm	42.34	5.27	13
		60 cm	62.15	4.95	13
	horizontala	20 cm	18.44	1.56	13
		40 cm	35.07	5.09	13
		60 cm	52.33	4.76	13
leđa	vertikala dole	20 cm	21.99	2.04	13
		40 cm	40.60	3.38	13
		60 cm	57.66	4.70	13
	horizontala	20 cm	18.65	1.09	13
		40 cm	35.24	3.45	13
		60 cm	52.72	5.87	13
stomak	vertikala dole	20 cm	19.79	2.94	13
		40 cm	37.43	5.89	13
		60 cm	58.95	6.57	13
	horizontala	20 cm	20.59	1.88	13
		40 cm	35.56	2.29	13
		60 cm	52.15	3.85	13

Prilog 32. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daliina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	5.16*	.86	.000
		horizontala	vertikala dole	-5.16*	.86	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	3.33*	.69	.000
		horizontala	vertikala dole	-3.33*	.69	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	-.80	.90	.393
		horizontala	vertikala dole	.80	.90	.393
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	7.27*	2.27	.008
		horizontala	vertikala dole	-7.27*	2.27	.008
	leđa	vertikala dole	horizontala	5.36*	1.17	.001
		horizontala	vertikala dole	-5.36*	1.17	.001
	stomak	vertikala dole	horizontala	1.87	1.92	.348
		horizontala	vertikala dole	-1.87	1.92	.348
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	9.82*	2.11	.001
		horizontala	vertikala dole	-9.82*	2.11	.001
	leđa	vertikala dole	horizontala	4.93*	1.65	.011
		horizontala	vertikala dole	-4.93*	1.65	.011
	stomak	vertikala dole	horizontala	6.80*	1.39	.000
		horizontala	vertikala dole	-6.80*	1.39	.000

Prilog 33. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	18.75	2.00	13
		40 cm	34.78	5.02	13
		60 cm	49.42	6.50	13
	horizontala	20 cm	23.00	3.65	13
		40 cm	40.96	4.68	13
		60 cm	60.09	3.11	13
leđa	vertikala gore	20 cm	16.09	1.79	13
		40 cm	29.69	4.85	13
		60 cm	44.21	7.60	13
	horizontala	20 cm	22.96	3.19	13
		40 cm	40.95	4.55	13
		60 cm	58.95	6.9	13
stomak	vertikala gore	20 cm	18.75	2.00	13
		40 cm	34.78	5.02	13
		60 cm	49.42	6.50	13
	horizontala	20 cm	23.00	3.65	13
		40 cm	40.96	4.68	13
		60 cm	60.09	3.11	13

Prilog 34. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-4.25*	1.21	.004
		horizontala	vertikala gore	4.25*	1.21	.004
	leđa	vertikala gore	horizontala	-6.86*	1.22	.000
		horizontala	vertikala gore	6.86*	1.22	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-5.57*	1.15	.000
		horizontala	vertikala gore	5.57*	1.15	.000
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-6.18*	2.28	.019
		horizontala	vertikala gore	6.18*	2.28	.019
	leđa	vertikala gore	horizontala	-11.26*	1.98	.000
		horizontala	vertikala gore	11.26*	1.98	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-7.60*	1.79	.001
		horizontala	vertikala gore	7.60*	1.79	.001
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-10.66*	2.21	.000
		horizontala	vertikala gore	10.66*	2.21	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-14.73*	2.81	.000
		horizontala	vertikala gore	14.73*	2.81	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-9.46*	3.06	.009
		horizontala	vertikala gore	9.46*	3.06	.009

Prilog 35. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.79	.11	13
	40 cm	.84	.17	13
	60 cm	.84	.11	13
leđa	20 cm	.85	.09	13
	40 cm	.87	.09	13
	60 cm	.91	.09	13
stomak	20 cm	1.06	.19	13
	40 cm	.97	.17	13
	60 cm	.89	.07	13

Prilog 36. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljina	(I) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	-.06	.03	.334
		stomak	-.27*	.06	.002
	leđa	sedeći	.06	.03	.334
		stomak	-.20*	.05	.011
	stomak	sedeći	.27*	.06	.002
		leđa	.20*	.05	.011
40cm	sedeći	leđa	-.02	.05	.931
		stomak	-.13	.08	.337
	leđa	sedeći	.02	.05	.931
		stomak	-.10	.06	.313
	stomak	sedeći	.13	.08	.337
		leđa	.10	.06	.313
60cm	sedeći	leđa	-.06	.02	.074
		stomak	-.04	.04	.690
	leđa	sedeći	.06	.02	.074
		stomak	.02	.03	.837
	stomak	sedeći	.04	.04	.690
		leđa	-.02	.03	.837

Prilog 37. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.83	.14	13
	40 cm	.86	.17	13
	60 cm	.82	.12	13
leđa	20 cm	.71	.16	13
	40 cm	.73	.15	13
	60 cm	.75	.16	13
stomak	20 cm	.77	.14	13
	40 cm	.82	.15	13
	60 cm	.85	.17	13

Prilog 38. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku navođenja kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljina	(l) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.11	.04	.085
		stomak	.05	.05	.648
	leđa	sedeći	-.11	.04	.085
		stomak	-.05	.04	.590
	stomak	sedeći	-.05	.05	.648
		leđa	.05	.04	.590
40cm	sedeći	leđa	.13*	.04	.034
		stomak	.03	.04	.756
	leđa	sedeći	-.13*	.04	.034
		stomak	-.09	.04	.205
	stomak	sedeći	-.03	.04	.756
		leđa	.09	.04	.205
60cm	sedeći	leđa	.06	.02	.094
		stomak	-.02	.04	.907
	leđa	sedeći	-.06	.02	.094
		stomak	-.09	.05	.251
	stomak	sedeći	.02	.04	.907
		leđa	.09	.05	.251

Prilog 39. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala dole	20 cm	25.10	2.74	12
		40 cm	44.37	4.65	12
		60 cm	60.37	3.52	12
	horizontala	20 cm	17.58	2.44	12
		40 cm	33.19	4.58	12
		60 cm	48.22	4.40	12
leđa	vertikala dole	20 cm	24.27	2.34	12
		40 cm	44.61	4.36	12
		60 cm	61.45	5.18	12
	horizontala	20 cm	19.00	1.97	12
		40 cm	36.12	2.79	12
		60 cm	51.68	4.48	12
stomak	vertikala dole	20 cm	18.99	3.15	12
		40 cm	40.23	7.28	12
		60 cm	58.10	8.12	12
	horizontala	20 cm	20.38	2.78	12
		40 cm	33.95	5.49	12
		60 cm	48.82	5.92	12

Prilog 40. Razlike u reprodukciji daljine stumulusa između pravaca procene na subjektivnoj horizontali i subjektivnoj vertikali dole u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljina	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	7.51*	1.04	.000
		horizontala	vertikala dole	-7.51*	1.04	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	5.27*	1.05	.000
		horizontala	vertikala dole	-5.27*	1.05	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	-1.39	1.62	.409
		horizontala	vertikala dole	1.39	1.62	.409
40cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	11.17*	1.77	.000
		horizontala	vertikala dole	-11.17*	1.77	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	8.49*	1.17	.000
		horizontala	vertikala dole	-8.49*	1.17	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	6.27	3.27	.082
		horizontala	vertikala dole	-6.27	3.27	.082
60cm	sedeći	vertikala dole	horizontala	12.15*	1.45	.000
		horizontala	vertikala dole	-12.15*	1.45	.000
	leđa	vertikala dole	horizontala	9.77*	2.00	.000
		horizontala	vertikala dole	-9.77*	2.00	.000
	stomak	vertikala dole	horizontala	9.27*	2.95	.009
		horizontala	vertikala dole	-9.27*	2.95	.009

Prilog 41. Vrednosti reprodukovane daljine stimulusa u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	pravac	daljina	AS	SD	N
sedeći	vertikala gore	20 cm	16.83	2.34	12
		40 cm	31.28	5.57	12
		60 cm	46.02	7.53	12
	horizontala	20 cm	23.73	2.97	12
		40 cm	40.88	3.98	12
		60 cm	57.45	4.70	12
leđa	vertikala gore	20 cm	16.43	2.74	12
		40 cm	32.11	4.76	12
		60 cm	46.31	5.43	12
	horizontala	20 cm	24.21	3.02	12
		40 cm	41.35	4.83	12
		60 cm	56.70	5.62	12
stomak	vertikala gore	20 cm	17.99	2.89	12
		40 cm	30.61	6.23	12
		60 cm	49.85	5.99	12
	horizontala	20 cm	23.47	3.47	12
		40 cm	38.52	5.27	12
		60 cm	54.05	5.98	12

Prilog 42. Razlike u reprodukciji daljine stimulusa između pravaca procene na subjektivnoj vertikali gore i subjektivnoj horizontali u zavisnosti od položaja ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljine	položaj	(I) pravac	(J) pravac	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-6.89*	1.14	.000
		horizontala	vertikala gore	6.89*	1.14	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-7.78*	1.40	.000
		horizontala	vertikala gore	7.78*	1.40	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-5.48*	1.57	.005
		horizontala	vertikala gore	5.48*	1.57	.005
40cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-9.60*	1.94	.000
		horizontala	vertikala gore	9.60*	1.94	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-9.24*	2.11	.001
		horizontala	vertikala gore	9.24*	2.11	.001
	stomak	vertikala gore	horizontala	-7.91*	2.78	.016
		horizontala	vertikala gore	7.91*	2.78	.016
60cm	sedeći	vertikala gore	horizontala	-11.43*	2.19	.000
		horizontala	vertikala gore	11.43*	2.19	.000
	leđa	vertikala gore	horizontala	-10.39*	1.96	.000
		horizontala	vertikala gore	10.39*	1.96	.000
	stomak	vertikala gore	horizontala	-4.19	2.16	.078
		horizontala	vertikala gore	4.19	2.16	.078

Prilog 43. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	.70	.12	12
	40 cm	.75	.12	12
	60 cm	.80	.07	12
leđa	20 cm	.79	.12	12
	40 cm	.81	.07	12
	60 cm	.84	.10	12
stomak	20 cm	1.12	.35	12
	40 cm	.88	.25	12
	60 cm	.85	.16	12

Prilog 44. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimulisanih GVS-om

daljina	(l) položaj	(j) položaj	Razlika AS (l-j)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	-.08	.04	.246
		stomak	-.41*	.13	.025
	leđa	sedeći	.08	.04	.246
		stomak	-.33*	.10	.029
	stomak	sedeći	.41*	.13	.025
		leđa	.33*	.10	.029
40cm	sedeći	leđa	-.06	.04	.489
		stomak	-.12	.09	.528
	leđa	sedeći	.06	.04	.489
		stomak	-.06	.07	.732
	stomak	sedeći	.12	.09	.528
		leđa	.06	.07	.732
60cm	sedeći	leđa	-.04	.03	.524
		stomak	-.05	.05	.699
	leđa	sedeći	.04	.03	.524
		stomak	-.01	.04	.995
	stomak	sedeći	.05	.05	.699
		leđa	.01	.04	.995

Prilog 45. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimuliranih GVS-om

položaj	daljina	AS	SD	N
sedeći	20 cm	0.72	0.14	12
	40 cm	0.77	0.14	12
	60 cm	0.80	0.12	12
leđa	20 cm	0.69	0.16	12
	40 cm	0.78	0.15	12
	60 cm	0.82	0.11	12
stomak	20 cm	0.78	0.19	12
	40 cm	0.81	0.23	12
	60 cm	0.93	0.15	12

Prilog 46. Poređenje vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u zavisnosti od položaja tela ispitanika i daljine stimulusa u zadatku motorne reprodukcije kod ispitanika stimuliranih GVS-om

daljina	(l) položaj	(j) položaj	Razlika AS (I-J)	SE	p
20cm	sedeći	leđa	.02	.04	.880
		stomak	-.06	.05	.516
	leđa	sedeći	-.02	.04	.880
		stomak	-.09	.03	.077
	stomak	sedeći	.06	.05	.516
		leđa	.09	.03	.077
40cm	sedeći	leđa	-.01	.04	.975
		stomak	-.04	.05	.817
	leđa	sedeći	.01	.04	.975
		stomak	-.03	.04	.909
	stomak	sedeći	.04	.05	.817
		leđa	.03	.04	.909
60cm	sedeći	leđa	-.01	.04	.959
		stomak	-.12	.05	.092
	leđa	sedeći	.01	.04	.959
		stomak	-.11*	.03	.043
	stomak	sedeći	.12	.05	.092
		leđa	.11*	.03	.043

Prilog 47. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja

položaj	daljina	grupa ispitanika	AS	SD	N
sedeći	20 cm	studenti	.81	.10	15
		gluvi	.93	.23	11
		GVS	.79	.11	13
	40 cm	studenti	.86	.12	15
		gluvi	1.07	.25	11
		GVS	.84	.17	13
	60 cm	studenti	.89	.07	15
		gluvi	1.03	.20	11
		GVS	.84	.11	13
leđa	20 cm	studenti	.80	.14	15
		gluvi	.85	.17	11
		GVS	.85	.09	13
	40 cm	studenti	.87	.13	15
		gluvi	.83	.10	11
		GVS	.87	.09	13
	60 cm	studenti	.89	.10	15
		gluvi	.91	.11	11
		GVS	.91	.09	13
stomak	20 cm	studenti	.93	.15	15
		gluvi	1.17	.21	11
		GVS	1.06	.19	13
	40 cm	studenti	.89	.14	15
		gluvi	1.09	.18	11
		GVS	.97	.17	13
	60 cm	studenti	.90	.17	15
		gluvi	1.07	.15	11
		GVS	.89	.07	13

Prilog 48. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja

daljina	položaj	(I) grupa isp.	(J) grupa isp.	Razlika AS (I-J)	SE	p	
20 cm	sedeći	studenti	gluvi	-.12	.06	.160	
			GVS	.02	.05	.970	
		gluvi	studenti	.12	.06	.160	
			GVS	.14	.06	.084	
		GVS	studenti	-.02	.05	.970	
			gluvi	-.14	.06	.084	
		leđa	studenti	gluvi	-.04	.05	.775
				GVS	-.05	.05	.725
	gluvi		studenti	.04	.05	.775	
			GVS	-.01	.05	1.000	
	GVS		studenti	.05	.05	.725	
			gluvi	.01	.05	1.000	
	stomak		studenti	gluvi	-.24*	.07	.006
				GVS	-.13	.07	.194
		gluvi	studenti	.24*	.07	.006	
			GVS	.11	.07	.362	
GVS		studenti	.13	.07	.194		
		gluvi	-.11	.07	.362		
40 cm		sedeći	studenti	gluvi	-.21*	.07	.019
				GVS	.02	.07	.986
	gluvi		studenti	.21*	.07	.019	
			GVS	.23*	.07	.011	
	GVS		studenti	-.02	.07	.986	
			gluvi	-.23*	.07	.011	
	leđa		studenti	gluvi	.04	.04	.753
				GVS	.01	.04	.998
		gluvi	studenti	-.04	.04	.753	
			GVS	-.03	.04	.847	
		GVS	studenti	-.01	.04	.998	
			gluvi	.03	.04	.847	
		stomak	studenti	gluvi	-.20*	.06	.016
				GVS	-.07	.06	.553
	gluvi		studenti	.20*	.06	.016	
			GVS	.12	.07	.245	
GVS	studenti		.07	.06	.553		
	gluvi		-.12	.07	.245		
60 cm	sedeći		studenti	gluvi	-.13	.05	.058
				GVS	.05	.05	.690
		gluvi	studenti	.13	.05	.058	
			GVS	.18*	.05	.007	
		GVS	studenti	-.05	.05	.690	

		gluvi	-.18*	.05	.007
leđa	studenti	gluvi	-.01	.04	.960
		GVS	-.02	.03	.897
		gluvi	.01	.04	.960
	GVS	studenti	-.01	.04	.998
		gluvi	.02	.03	.897
		gluvi	.01	.04	.998
stomak	studenti	gluvi	-.16*	.05	.020
		GVS	.01	.05	.987
		gluvi	studenti	.16*	.05
	GVS	GVS	.18*	.05	.013
		studenti	-.01	.05	.987
		gluvi	-.18*	.05	.013

Prilog 49. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikale dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

položaj	daljina	grupa ispitanika	AS	SD	N
sedeći	20 cm	studenti	.82	.26	15
		gluvi	.90	.20	11
		GVS	.70	.12	12
	40 cm	studenti	.83	.16	15
		gluvi	1.03	.24	11
		GVS	.75	.12	12
	60 cm	studenti	.91	.09	15
		gluvi	1.01	.23	11
		GVS	.80	.07	12
leđa	20 cm	studenti	.73	.11	15
		gluvi	.86	.13	11
		GVS	.79	.12	12
	40 cm	studenti	.78	.11	15
		gluvi	.83	.15	11
		GVS	.81	.07	12
	60 cm	studenti	.82	.13	15
		gluvi	.86	.08	11
		GVS	.84	.10	12
stomak	20 cm	studenti	1.00	.29	15
		gluvi	1.36	.31	11
		GVS	1.12	.35	12
	40 cm	studenti	.83	.14	15
		gluvi	1.03	.23	11
		GVS	.88	.25	12
	60 cm	studenti	.83	.08	15
		gluvi	.95	.13	11
		GVS	.85	.16	12

Prilog 50. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca horizontale i vertikalne dole u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

daljina	položaj	(I) grupa isp.	(J) grupa isp.	Razlika AS (I-J)	SE	p		
20 cm	sedeći	studenti	gluvi	-.08	.08	.680		
			GVS	.11	.08	.448		
		gluvi	studenti	.08	.08	.680		
			GVS	.19	.08	.092		
		GVS	studenti	-.11	.08	.448		
			gluvi	-.19	.08	.092		
		leđa	studenti	gluvi	-.13*	.04	.033	
				GVS	-.06	.04	.502	
			gluvi	studenti	.13*	.04	.033	
				GVS	.07	.05	.455	
			GVS	studenti	.06	.04	.502	
				gluvi	-.07	.05	.455	
	stomak	studenti	gluvi	-.36*	.12	.021		
			GVS	-.12	.12	.701		
		gluvi	studenti	.36*	.12	.021		
			GVS	.24	.13	.221		
		GVS	studenti	.12	.12	.701		
			gluvi	-.24	.13	.221		
	40 cm	sedeći	studenti	gluvi	-.19*	.07	.026	
				GVS	.08	.07	.545	
			gluvi	studenti	.19*	.07	.026	
				GVS	.28*	.07	.002	
			GVS	studenti	-.08	.07	.545	
				gluvi	-.28*	.07	.002	
leđa			studenti	gluvi	-.05	.04	.566	
				GVS	-.03	.04	.869	
			gluvi	studenti	.05	.04	.566	
				GVS	.02	.04	.950	
			GVS	studenti	.03	.04	.869	
				gluvi	-.02	.04	.950	
stomak		studenti	gluvi	-.19	.08	.070		
			GVS	-.04	.08	.937		
		gluvi	studenti	.19	.08	.070		
			GVS	.15	.08	.241		
		GVS	studenti	.04	.08	.937		
			gluvi	-.15	.08	.241		
60 cm		sedeći	studenti	gluvi	-.10	.05	.228	
				GVS	.11	.05	.141	
			gluvi	studenti		.10	.05	.228

		GVS	.21*	.06	.003
	GVS	studenti	-.11	.05	.141
		gluvi	-.21*	.06	.003
leđa	studenti	gluvi	-.03	.04	.823
		GVS	-.02	.04	.948
	gluvi	studenti	.03	.04	.823
		GVS	.01	.04	.988
GVS	studenti	.02	.04	.948	
	gluvi	-.01	.04	.988	
stomak	studenti	gluvi	-.11	.05	.073
		GVS	-.02	.04	.969
	gluvi	studenti	.11	.05	.073
		GVS	.09	.05	.204
	GVS	studenti	.02	.04	.969
		gluvi	-.09	.05	.204

Prilog 51. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku navođenja

položaj	daljina	grupa ispitanika	AS	SD	N
sedeći	20 cm	studenti	.85	.18	15
		gluvi	.83	.17	11
		GVS	.83	.14	13
	40 cm	studenti	.84	.17	15
		gluvi	.79	.13	11
		GVS	.86	.17	13
	60 cm	studenti	.81	.13	15
		gluvi	.83	.12	11
		GVS	.82	.12	13
leđa	20 cm	studenti	.73	.17	15
		gluvi	.83	.15	11
		GVS	.71	.16	13
	40 cm	studenti	.78	.18	15
		gluvi	.84	.15	11
		GVS	.73	.15	13
	60 cm	studenti	.78	.14	15
		gluvi	.85	.12	11
		GVS	.75	.16	13
stomak	20 cm	studenti	.80	.14	15
		gluvi	.79	.18	11
		GVS	.77	.14	13
	40 cm	studenti	.80	.13	15
		gluvi	.80	.14	11
		GVS	.82	.15	13

	studenti	.83	.11	15
60 cm	gluvi	.93	.10	11
	GVS	.85	.17	13

Prilog 52. Vrednosti anizotropije opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

položaj	daljina	grupa ispitanika	AS	SD	N
sedeći	20 cm	studenti	.67	.13	15
		gluvi	.69	.16	11
		GVS	.72	.14	12
	40 cm	studenti	.72	.11	15
		gluvi	.71	.13	11
		GVS	.77	.14	12
	60 cm	studenti	.75	.09	15
		gluvi	.78	.11	11
		GVS	.80	.12	12
leđa	20 cm	studenti	.61	.16	15
		gluvi	.79	.22	11
		GVS	.69	.16	12
	40 cm	studenti	.71	.18	15
		gluvi	.80	.18	11
		GVS	.78	.15	12
	60 cm	studenti	.75	.10	15
		gluvi	.92	.17	11
		GVS	.82	.11	12
stomak	20 cm	studenti	.74	.11	15
		gluvi	.86	.16	11
		GVS	.78	.19	12
	40 cm	studenti	.88	.09	15
		gluvi	.91	.15	11
		GVS	.81	.23	12
	60 cm	studenti	.98	.14	15
		gluvi	.97	.17	11
		GVS	.93	.15	12

Prilog 53. Poređenje vrednosti anizotropija opažene daljine subjektivnih pravaca vertikalne gore i horizontale u različitim položajima tela u zavisnosti od grupe ispitanika u zadatku motorne reprodukcije

daljina	položaj	(I) grupa isp.	(J) grupa isp.	Razlika AS (I-J)	SE	p	
20 cm	sedeći	studenti	gluvi	-0.02	.05	.970	
			GVS	-0.04	.05	.815	
		gluvi	studenti	.02	.05	.970	
			GVS	-0.02	.06	.979	
		GVS	studenti	.04	.05	.815	
			gluvi	.02	.06	.979	
		leđa	studenti	gluvi	-.18	.07	.054
				GVS	-.07	.07	.665
	gluvi		studenti	.18	.07	.054	
			GVS	.10	.07	.438	
	stomak	studenti	gluvi	-.12	.06	.184	
			GVS	-.04	.06	.863	
		gluvi	studenti	.12	.06	.184	
			GVS	.07	.06	.590	
	40 cm	sedeći	studenti	gluvi	.01	.05	.999
				GVS	-.05	.05	.695
gluvi			studenti	-.01	.05	.999	
			GVS	-.05	.05	.660	
leđa		studenti	gluvi	.05	.05	.695	
			gluvi	.05	.05	.660	
		gluvi	studenti	-.09	.06	.471	
			GVS	-.07	.06	.664	
stomak	studenti	gluvi	.09	.06	.471		
		GVS	.02	.07	.987		
	GVS	studenti	.07	.06	.664		
		gluvi	-.02	.07	.987		
60 cm	sedeći	studenti	gluvi	-.03	.06	.932	
			GVS	.06	.06	.701	
		gluvi	studenti	.03	.06	.932	
			GVS	.09	.07	.411	
	leđa	studenti	gluvi	-.06	.06	.701	
			gluvi	-.09	.07	.411	
		gluvi	studenti	-.03	.04	.876	
			GVS	-.05	.04	.578	
stomak	gluvi	studenti	.03	.04	.876		
		GVS	-.02	.04	.962		

	GVS	studenti	.05	.04	.578
		gluvi	.02	.04	.962
leđa	studenti	gluvi	-.16*	.05	.010
		GVS	-.06	.05	.552
	gluvi	studenti	.16*	.05	.010
		GVS	.10	.05	.191
	GVS	studenti	.06	.05	.552
		gluvi	-.10	.05	.191
stomak	studenti	gluvi	.01	.06	.998
		GVS	.05	.06	.801
	gluvi	studenti	-.01	.06	.998
		GVS	.04	.06	.910
	GVS	studenti	-.05	.06	.801
		gluvi	-.04	.06	.910

13. BIOGRAFIJA AUTORA

Tijana Todić Jakšić je rođena 1985. godine u Prištini. Od 1996. godine živi u Kosovskoj Mitrovici gde je završila osnovnu, srednju školu i osnovne studije psihologije na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Prištini. 2015 godine završava master studije psihologije na Filozofskom fakultetu Univerziteta u Beogradu na kom nastavlja školovanje na nivou doktorskih studija. Od 2012. godine kao član nastavnog osoblja radi na katedri za psihologiju Filozofskog fakulteta Univerziteta u Prištini. U okviru svog istraživačkog rada u oblasti Percepcije, Eksperimentalne estetike i Prepoznavanja emocija u koautorstvu je objavila preko 40 apstrakata na domaćim i međunarodnim konferencijama i više od 10 radova štampanih u celini.

14. Изјава о ауторству

Име и презиме аутора _____ Тијана Тодић Јакшић _____

Број индекса _____ PS4 002/13 _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Анизотропија опажене даљине и мултисензорна интеграција у периперсоналном простору

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да дисертација у целини ни у деловима није била предложена за стицање друге дипломе према студијским програмима других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис аутора

У Београду, _____

15. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора _____ Тијана Тодић Јакшић _____

Број индекса _____ PS4 002/13 _____

Студијски програм _____ Психологија _____

Наслов рада _____ Анизотропија опажане даљине и мултисензорна интеграција
у периперсоналном простору _____

Ментор _____ Проф. др Оливер Тошковић _____

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради похрањена у **Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског назива доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис аутора

У Београду, _____

16. Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Анизотропија опажене даљине и мултисензорна интеграција у периперсоналном простору

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.
Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

Потпис аутора

У Београду, _____

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.