

# Analiza vestibulometrijskih nalaza kod bolesnika sa vrtoglavicom

---

Jurišić, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Technical College in Bjelovar / Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:144:584833>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository of Bjelovar University of Applied Sciences](#)



VISOKA TEHNIČKA ŠKOLA U BJELOVARU  
STRUČNI STUDIJ SESTRINSTVA

**ANALIZA VESTIBULOMETRIJSKIH NALAZA KOD  
BOLESNIKA S VRTOGLAVICOM**

Završni rad br. 66/SES/2017

Ivan Jurišić

Bjelovar, kolovoz 2017.



**Visoka tehnička škola u Bjelovaru**

**Trg E. Kvaternika 4, Bjelovar**

## 1. DEFINIRANJE TEME ZAVRŠNOG RADA I POVJERENSTVA

Kandidat: **Jurišić Ivan**

Datum: 20.09.2017.

Matični broj: 001199

JMBAG: 0314011716

Kolegij: **OTORINOLARINGOLOGIJA**

Naslov rada (tema): **Analiza vestibulometrijskih nalaza kod bolesnika s vrtoglavicom**

Područje: **Biomedicina i zdravstvo** Polje: **Kliničke medicinske znanosti**

Grana: **Otorinolaringologija**

Mentor: **dr.sc. Stjepan Grabovac** zvanje: **predavač**

Članovi Povjerenstva za završni rad:

1. **Tamara Salaj, dipl.med.techn., predsjednik**
2. **dr.sc. Stjepan Grabovac, mentor**
3. **Đurđica Grabovac, dipl.med.techn., član**

## 2. ZADATAK ZAVRŠNOG RADA BROJ: 66/SES/2017

Često se pacijenti koji imaju neki oblik vrtoglavice upućuju na ispitivanje centra za ravnotežu - vestibulometriju. Uzroci vrtoglavice su brojni a samo mali broj njih je vestibularnog porijekla. Najčešće se pacijenti upućuju od strane neurologa, rijede liječnika opće medicine ili fizijatra. U radu želimo istražiti koliki je udio vestibularnih vrtoglavica u odnosu na vrtoglavice drugog uzroka. Sve nalaze podijeliti ćemo u nekoliko skupina ovisno o dobi i spolu, dijagnozi zbog koje su upućeni te o rezultatima pretrage. Kao pozitivne rezultate uzeti ćemo u obzir slabiju-hipo, prekomjernu-hiper ili nepodražljivost-arefleksiju centra za ravnotežu. Istraživanje će biti provedeno u Audiovestibuloškoj ambulanti Odjela otorinolaringologije OB Bjelovar uz suglasnost voditelja odjela i Etičkog povjerenstva OB Bjelovar. U istraživanje će biti uključeno 30. ispitanika koji su upućeni na ispitivanje centra za ravnotežu. Svim pacijentima uz objašnjenje o kakovoj se vrsti pretrage radi biti će rečeno da će rezultati njihovih nalaza biti korišteni u istraživanju bez navođenja njihovog imena. Na osnovu toga zaključiti ćemo kod kojih se pacijenata najčešće radi vestibulometrija, koje su najčešće dijagnoze zbog kojih se izvodi vestibulometrija te koliki je udio pozitivnih a koliki negativnih nalaza. Svi podatci biti će statistički obrađeni korištenjem Student T- testa za zavisne i nezavisne uzorke te analiza varijance (ANOVA), koristeći Microsoft Excel 2004 Profac Maxc verzija 11.2(Microsoft Corporation Redmon WA).

Zadatak uručen: 20.09.2017.

Mentor: **dr.sc. Stjepan Grabovac**

*Stjepan*

## *Zahvala*

*Zahvaljujem se svojim roditeljima na pruženoj podršci tijekom studiranja. Također se zahvaljujem profesorima i predavačima Visoke tehničke škole na prenesenom znanju i svemu naučenom, te mentoru Dr.sci. Stjepanu Grabovcu.*

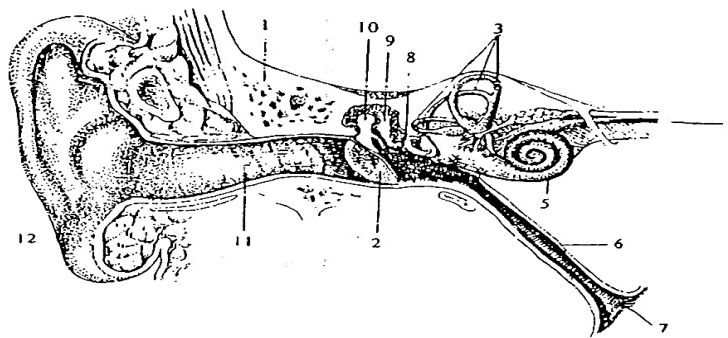
# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
1.1. Anatomija uha .....	1
1.1.1. Unutarnje uho.....	1
1.1.2. Otolitičko osjetilo .....	4
1.1.3. Kupularno osjetilo.....	4
1.2. Osjetilo ravnoteže.....	5
1.2.1. Put prijenosa osjeta ravnoteže.....	6
1.3. Vrtoglavica.....	7
1.3.1. Podjela vrtoglavica .....	8
1.3.2. Periferne vrtoglavice .....	9
1.3.3. Dobročudna položajna vrtoglavica.....	9
1.3.4. Vestibularni neuronitis .....	10
1.3.5. Meinerova bolest.....	10
1.3.6. Centralne vrtoglavice .....	11
1.3.7. Vestibularna migrena .....	11
1.3.8. Učestalost vrtoglavica .....	11
1.4. Ispitivanje ravnoteže.....	12
1.4.1. Statički test.....	13
1.4.2. Dinamički test .....	13
1.4.3. Toplinski test.....	14
1.4.4. Ostali testovi .....	16
1.5. Nistagmus .....	17
1.5.1. Razlika između perifernog i centralnog nistagmusa .....	18
1.6. Liječenje vestibularnih poremećaja .....	19
<b>2. CILJ RADA</b> .....	20
<b>3. METODE</b> .....	21
<b>4. REZULTATI</b> .....	22
<b>5. RASPRAVA</b> .....	25
<b>7. LITERATURA</b> .....	27
<b>8. KRATICE I OZNAKE</b> .....	28
<b>9. SAŽETAK</b> .....	29
<b>10. SUMMARY</b> .....	30

# 1. UVOD

## 1.1. Anatomija uha

Anatomski, fiziološki i medicinski uho dijelimo na vanjsko, srednje i unutarnje uho. Uho je uklopljeno u sljepoočnu kost (lat. *os temporale*). Izvana se mogu vidjeti samo uške i hrskavični dio zvukovoda, Vanjsko i srednje uho su uglavnom zaduženi za prijenos zvuka, dok unutarnje uho ima uz slušanje i funkciju održavanje ravnoteže. Vanjsko se uho sastoji od uške i zvukovoda. Srednje se uho sastoji od bubnjišta s tri slušne košćice, dodatnih šupljina kosti, smještene iza i poviše od srednjeg uha tzv. antruma koji je predsoblje sustavu mastoidnih ćelija (zračni prostori u mastoidnom nastavku) te od Eustahijeve cijevi koja ga povezuje s epifarinksom, koji služi prozračivanju i drenaži. Unutarnje uho, koje zbog zamršene građe nazivamo labirintom, sastoji od organa za sluh, pužnice te organa za ravnotežu s polukružnim kanalićima (1).



Uho: 1. sljepoočna kost, 2. bubnjić, 3. polukružne cijevi, 4. predvorčanopužnični živac, 5. pužnica, 6. slušna cijev, 7. ždrijelo, 8. stremen, 9. nakovanj, 10. čekić, 11. vanjski zvukovod, 12. uška

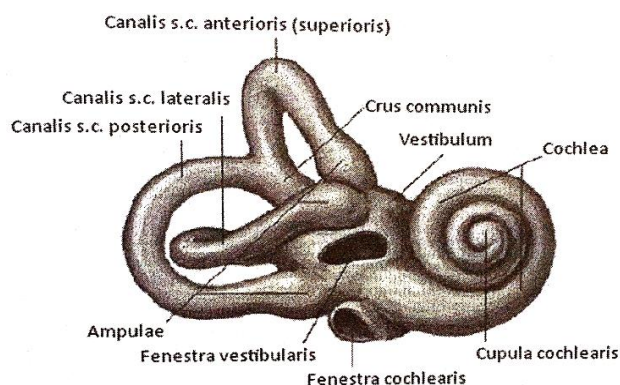
Slika br. 1.1 Anatomski prikaz uha (2)

### 1.1.1. Unutarnje uho

Unutarnje uho (lat. *auris interna*) smješteno je iza prozora predvorja te ima 3 dijela: pužnicu, predvorje i polukružne cijevi (2). Sastoji od šupljina koje su međusobno spojene u piramidi temporalne kosti (3). Razlikujemo koštani i membranski dio koji se zbog kompliciranog izgleda naziva i labirint (1, 2, 3).

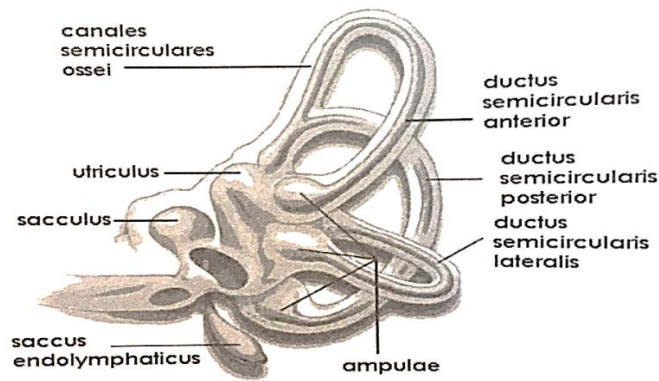
Koštani dio je ispunjen tekućinom perilimfom koja je izvanstanična tekućina čiji je ionski sastav nalik onome kao od plazme i cerebrospinalne tekućine, a glavni kation (pozitivni ion) je natrij koji je s kalijem u odnosu: 138 mM natrija i 6,9 mM kalija (1, 2, 3, 4). Koštana stjenka labirinta nastaje enhondralnom osifikacijom i njezin razvoj je završen kad se dijete rodi. Kost se obnavlja vrlo sporo, pa zato frakture labirinta zarašćuju samo vezivno, a nikad koštano (3).

Koštani labirint (lat. *labyrinthus osseus*) sastoji se od pužnice i tri polukružna kanala (lat. *canales semicirculares ossei*). Na lateralnoj stijenci predvorja je ovalni prozor, a ispod njega se okrugli prozor otvara u bazalni zavoju pužnice. Tri polukružna kanala položena su u ravnine koje odgovaraju ravninama našeg trodimenzionalnog prostora i otvaraju se u predvorje. Pužnica je zavnut kanal sa dva i pol zavoja. Pužnica ima izgled stošca čija je baza okrenuta prema unutrašnjem zvukovodu. Kanal pužnice djelomično je odijeljen koštanom pregradom (lat. *lamina spiralis ossea*) u dva dijela. Koštanu pregradu upotpunjuje bazilarna membrana, pa na pužnici razlikujemo dva prostora (lat. *scala vestibuli* i *scala tympani*), koja međusobno komuniciraju samo na vrhu pužnice (3).



Slika br. 1.2 Koštani labirint (5)

U koštanoj kapsuli labirinta smješten je membranski dio labirinta (lat. *labyrinthus membranaceus*), koji u sebi sadrži organ sluha (lat. *organon Corti*) i organ ravnoteže (1, 2). Membranski labirint je znatno manjeg promjera od koštanog (1). Nježne strukture membranskog labirinta su od koštanog labirinta odvojene perilifom. U njemu se nalaze glavne strukture odgovorne za ravnotežu, mješnica (lat. *urticulus*) i vrećica (lat. *sacculus*), koje su postavljene u predvorje, i od polukružne cjevčice (lat. *ducti semicirculares anterior, posterior et lateralis*) koje su uložene u polukružne koštane kanalića (3). Membranski labirint ispunjen je drugom labirintom tekućinom endolimfom (1, 2, 3). Endolimfina prema sastavu je nalik unutarstaničnoj tekućini, u kojoj je glavni kation kalij (4). Obje tekućine, i endolimfu i perilimfu, nazivamo liquor labyrinthi (3). Apsorpciju endolimfe i izjednačavanje tlaka endolimfne s tlakom cerebrospinalne tekućine odvija se u prostoru endokranija, u endolimfatičkoj vrećici (lat. *saccus endolymphaticus*) koja se nalazi na stražnjoj plohi petroznog dijela sljepoočne kosti, među slojevima tvrde moždane ovojnice. Kretanje endolimfe u samo jednom smjeru, iz mješice u vrećicu, ali i ne obrnuto, omogućuje Bastova valvula, na ulazu u ductus saccularis, koji povezuje te dvije tvorbe (5).



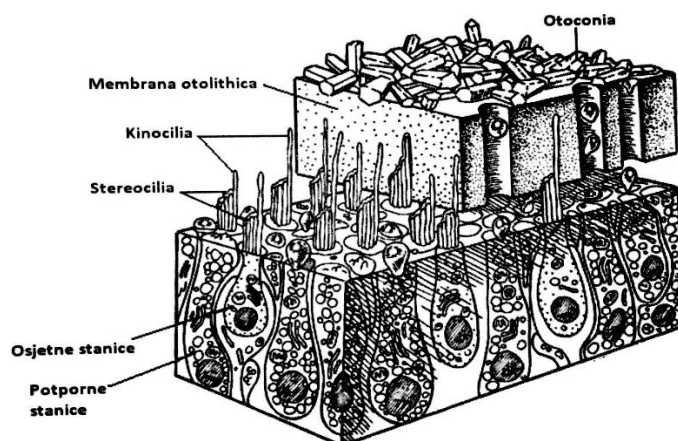
Slika br. 1.3 Membranski labirint (5)

Polukružne cjevčice, koje se nalaze u polukružnim kanalima, polaze i vraćaju se u mješicu, a promjer im je oko 0,25 mm, osim u proširenom ampularnom djelu, gdje je promjer do 2 mm (5). U proširenom ampularnom djelu smještena je stanica osjetnog epitela u obliku grebenčića, kupularno osjetilo (lat. *crista ampullaris*) (1, 2).

Cijev pužnice (lat. *ductus cochlearis*) dijeli perilimfatički prostor pužnice na dva dijela (lat. *scala vestibuli* i *scala tympani*). Duž njegove membrane nalazi se osjetilni epitel Cortijeva organa. Ta membrana građena je od radijalnih niti čija je uloga u pretvaranju zvuka u električni potencijal, a duljina i napetost variraju, tako da su najkraće i najnapetije uz ovalni prozorčić, a najdulje i najopuštenije uz vrh pužnice. One bliže ovalnom prozorčiću titraju najvišim, a one u vrhu pužnice najdubljim frekvencijama (1). Cortijev organ građen je od potpornih stanica koje imaju oblik međusobno nagnutih stupova, a prekrivene su šupljikavom membranom (lat. *lamina reticularis*). Između potpornih stanica su osjetne stanice poredane u pet slojeva, na sebi imaju trepetljike. Na donjem dijelu osjetnih stanica je gusta mreža živčanih niti koje pripadaju slušnom živcu, osmom moždanom živcu. Tih niti je najviše na unutrašnjem sloju osjetnih stanica, mnogo manje na vanjskom. Trepetljike osjetnih stanica uložene u sačastu strukturu lamine reticularis (3).

Osjetilne stanice su modificirane epitelne stanice koje na vrhovima imaju 20 do 50 cilija ili trepetljiki pa ih zovemo stanice s dlačicama. Među njima najveći broj stereocilija koje su načinjene od proteina obavijenog staničnom membranom, i samo jedna kinocilija, veća cilija iz grupe tzv. pravih cilija. Kinocilija je najviša, dok su stereocilije to niže što su od nje udaljenije. Stereocilije su krute i njišu se pod utjecajem kretanja endolimfe, dok kinocilija relativno pomična, savitljiva. Sve kinocilije vestibularnog osjetila jednako su usmjerene, pa su tako u ampulama horizontalne cjevčice usmjerene prema mješici, a kod stražnje i prednje cjevčice sasvim drugačije, suprotno (5).





Slika br. 1.4 Osjetilne stanice otolitičkog tijela (5)

### 1.1.2. Otolitičko osjetilo

Otolitičko osjetilo se nalazi u mrljama (lat. *macula*) labirintnog mješčića i vrećice, koje nazivamo macula utriculi i macula sacculi. Sastoje se od većega broja kinocilija i jedne stereocilije, sve duboko uronjene u matriks koji je po sastavu kao žele, a pri vrhu on je prekriven otolitičkom membranom sastavljenom od kristala kalcij karbonata karbonata, tzv. otolita otoconia, koji su različite veličine (3-5  $\mu\text{m}$ ), a raspoređeni su u 3 do 6 slojeva tako da su veći kristali bliže osjetnoj stanici. Oni svojom masom povećavaju inerciju otolitičke membrane koja na taj način zaostaje pri promjenama brzine, ubrzavanju i usporavanju, gibanja po pravcu. Zato što je otolitička je membrana puno veće specifične težine u odnosu na endolimfu (2,2:1) pa ona pri kretanju endolimfe zaostaje inercijom zbog većega otpora. Receptori otolitičkih osjetila su postavljeni međusobno pod kutom od  $90^\circ$  (utrikulus je postavljen u vodoravnoj, a sakulus u okomitoj ravnini) tako da pokrivaju cjelokupni, trodimenzionalni prostor. Reagiraju na promjene jakosti i smjera gravitacije, kao na promjene u brzini smjeru gibanja po pravcu, naprijed i nazad, u što ubrajamo i promjene u brzini kutnoga gibanja velikoga radijusa (5).

### 1.1.3. Kupularno osjetilo

Smješteno je u proširenom dijelu (ampula) polukružnih cjevčica kojih u svakom labirintu ima tri: prednja, bočna i stražnja. To osjetilo bilježi promjenu smjera i brzine, ubrzavanje i usporavanje, kutnoga gibanja. Čini ga sedlasto izbočenje stjenke (lat. *crista*) koje se proteže duž baze ampule. Takav oblik criste omogućava optimalan smještaj neuroepitelnih stanica na tako malenom prostoru. Kupularno je osjetilo također sastavljeno od velikoga broja stereocilija i jedne kinocilije, koja je najveća, dok su stereocilije utoliko manje što su od nje udaljenije. Cilije ne plutaju slobodno uronjene u endolimfu, nego su obavijene želatinoznom masom načinjenom

od mukopolisaharida u keratinskoj mrežici zvanoj kupula. Polukružne su cjevčice smještene u sve tri ravnine prostora tako da zatvaraju kut od  $90^\circ$  jedna prema drugoj. Na taj način čine funkcionalne parove; lijevi desni bočni kanalić, desni prednji s lijevim stražnjim i obrnuto; lijevi prednji s desnim stražnjim. Kretanje endolimfe prema ampuli, tj. ampulopetalno kretanje, u bočnom polukružnom kanaliću dovodi do porasta akcijskih potencijala, dok kretanje endolimfe u smjeru od ampule, tj. ampulofugalno, dovodi do smanjenoga broja akcijskih potencijala. U stražnjim prednjim i cjevčicama događa se suprotan proces (5).

## 1.2. Osjetilo ravnoteže

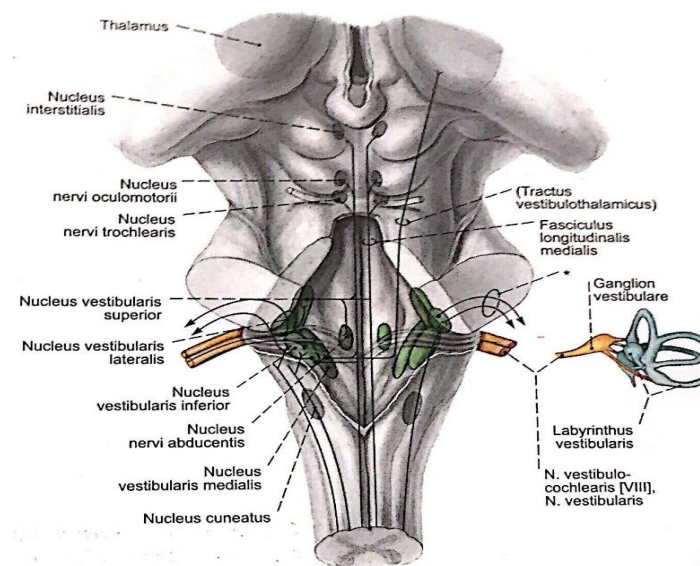
Na temelju podataka koji dolaze s periferije, iz nekoliko različitih sustava; osjetila za ravnotežu, sluh, vid, duboki i površinski osjećaj, te gravitoreceptora smještenim u velikim krvnim žilama, u središnjem živčanom sustavu formira se jedan složen osjet nazvan spaciocepcija (5). Spaciocepcija ili percepcija prostora je vrlo osjetljiv i profinjen sustav jer i najmanje povećanje akcijskih potencijala iz bilo kojega od osjetila uključenih u njega dovodi do razmjernoga smanjena akcijskih potencijala odgovarajuće suprotne strane pa je rezultat naglašen, nastaje nesklad u dotoku podataka s periferije u središnji živčani sustav. Zato temeljna je zadaća vestibularnog osjetila osiguranje ravnoteže, odnosno stabilizacija položaja tijela i očiju. Tu zadaću vestibularno osjetilo izvršava putem dvaju osjetila: otolitičkog i kupularnog. Kad je glava u uspravnu položaju, zrnca kalcijeva karbonata (lat. *statoconia*) tlače one osjetilne stanice i vlasaste produžetke što se nalaze točno pod njima. Ako je glava nagnuta, zrnca tlače osjetilne stanice, a dio se vlasastih produžetaka nateže te odvlače druge stanice pa tako u osjetilnim stanicama biljege nastaju podražaji kojima spoznajemo položaj glave i njegove promjene, odnosno je li glava uspravna ili je nagnuta, i to koliko i na koju stranu (2). Tako promjena položaja tijela uzrokuje pomak endolimfe koja potiče gibanje trepetljika osjetnih stanica. Zbog njihovog pomicanja događa se promjena u propusnosti stanične membrane, a time i promjena ionskih koncentracija i broja akcijskih potencijala. I ovdje se kao i u pužnici zapravo mehanička energija pretvara u električnu. Ona se putem vestibularnog dijela osmoga moždanog živca, koji se od dva živčana puta, puta koji provodi sluh i put koji provodi osjet ravnoteže, prenosi do vestibularnih jezgara, a odatle dalje do maloga mozga, jezgara okulomotornih živaca, retikularne formacije i kore.. Tako informacije pristigle iz vestibularnog sustava zajedno s podacima iz drugih senzoričkih sustava (vidnoga, taktilnoga, slušnoga, proprioceptivnoga) određuju, kontroliraju i usklađuju pokrete glave, tijela i udova, tonus očnih i tjelesnih mišića te stabiliziraju smjer pogleda generirajući kompenzacijske pokrete očiju (5).

Oštećenje vestibularne funkcije u neke osobe, pa makar ono bilo i obostrano, neće trajno poremetiti njezinu sposobnost orijentacije u prostoru jer će druge komponente spaciocepcije, prije svega osjet vida i duboki osjet, s vremenom nadoknaditi taj gubitak (1).

### 1.2.1. Put prijenosa osjeta ravnoteže

Put osjeta ravnoteže kreće iz bipolarnih stanica u vestibularnom gangliju (lat. *ganglion vestibulare*). Niti tvore vestibularni dio (lat. *n. vestibularis*) slušnog vestibulocochlearisa, na dnu unutarnjeg slušnog hodnika. Zatim niti idu iz lateralne vestibularne jezgre, *nucleus vestibularis lateralis* (Deiterova jezgra), u mrežastu tvorbu, *formatio reticularis*, u motorne jezgre III., IV. i VI. moždanog živca, preko medijalnog uzdužnog snopića (lat. *fasciculus longitudinalis medialis*) i u crvenu jezgru (lat. *nucleus ruber*) kao vestibulospinalni put (lat. *tractus vestibulo spinalis*) prema prednjim stupovima kralježničke moždine. Od medijalne vestibularne jezgre (lat. *nucleus vestibularis medialis*) (Schwalbeova jezgra) i donje vestibularne jezgre (lat. *nucleus vestibularis inferior*) (Rollerova jezgra), nastaju dijelovi vestibulospinalnog puta, (lat. *tractus vestibulospinalis*) i veze s mrežastom tvorbom, *formatio reticularis*. Gornja vestibularna jezgra (lat. *nucleus vestibularis superior*) (Bechtereva jezgra) daje niti za mali mozak (6).

Zatim silazni sekundarni neuroni odlaze iz vestibularnih jezgara do mišića vrata, proprioceptorima u malih zglobova vratne kralježnice i motornim stanicama prednjim rogovima kralježničke moždine. Sve te formacije daju eferentne živčane niti prema vestibularnim jezgrama što je od velikog značaja u uspostavljanju ukupne funkcije vestibularnog sustava (4).



Slika br. 1.5 Prijenos osjeta ravnoteže putem osmog moždanog živca (6)

### 1.3. Vrtoglavica

Vrtoglavica je snažna iluzija kretanja (najčešće kružnoga, ali može biti i linearnog) bolesnika u prostoru ili predmeta u prostoru oko tijela bolesnika. Obično je praćena pojavom nistagmusa, nevoljni trzaji očnih jabučica, a ponekad i znacima poremećaja u neurovegetativnom živčanom sustavu kao što su mučnina, povraćanje, bljedoća kože i sluznice (5). Poremećaj ravnoteže u obliku vrtoglavice, nestabilnosti i zanašanja javlja se kod velikog broja osoba u svim fazama života. Tegobe mogu biti iznenadne ili postupne, simptomi variraju od blagih do jakih, traju od nekoliko minuta do više dana. Poseban je rizik kod pacijenata koji rade na opasnim radnim mjestima kao što je rad na visini i starijih osoba jer mogu dovesti do pada i uzrokovati teške povrede i smrtni ishod (7). Uvijek je neugodan osjećaj koji se javlja zbog izobličene opažanja gravitacijske orijentacije od strane kortikalnih centara za doživljaj prostora. Centralni kompenzacijski mehanizmi omogućuju da slabosti ili oštećenja u jednom djelu sustava za održavanje ravnoteže tijekom vremena budu nadvladani od preostalog zdravog tijela. Treba naglasiti da kad govorimo o vrtoglavicama, nije riječ o jednoj jedinstvenoj bolesti, već o stanju koje može biti izazvano od više različitih uzroka (5).

Tablica 1.1 Najvažniji uzroci vrtoglavice (7)

1. MorbusMeniere - vrtoglavica rotirajućeg tipa, naglušost u jednom uhu, tinitus, vegetativni simptomi
2. Neuronitisvestibularis - većinom jednostrani ispadi vestibularisa: subokcipitalna glavobolja, protražiranarotirajuta vrtoglavica, vegetativni simptomi (nausea, povraćanje), nesigurnost pri hodu
3. Okularna - diplopije, astigmatizam, hipermetropija, miopija
4. Tumori stražnje meningeoma, ependimotna: žarišni neurološki lubanjske jame ispadi
5. Neurinoma n. acustici - pogoršanje sluha, tinitus, nistagmus, neurološki žarišni simptomi, povišenje intrakranijalnog tlaka
6. Akutne zarazne bolesti
7. Cirkulacijske smetnje - meningitis, meningoencephalitisapoplexialabyrinthi, VB insuficijencija, ortostatska vrtoglavica
8. Multipla skleroza
9. Temporalna epilepsija
10. Trauma - spastični sindrom, intencijski tremor, nistagmus tipični napadaji, EEG kranijalne, cervikalne i cervikokranijalne ozljede, trzajna ozljeda vrata
11. Kranio-cervikalne deformacije - bazilarna impresija, asimilacija atlasa
12. Cervikalni uzrok - funkcijske blokade, unkartroza, dorzalna osteofitoza
13. Psihogene - anksioznost, depresivna stanja

Kod starijih ljudi najčešći uzrok vrtoglavice i poremećaja ravnoteže su smetnje cirkulacije u vertebrobazilarnom slijevu. Taj slijev tvore parne vertebralne arterije koje prolaze kroz koštane kanale cervikalne kralježnice, ulaze u stražnju lubanjsku jamu i na bazi mozga spajaju se u bazilarnu arteriju. Bazilarna arterija opskrbljuje vestibularne jezgre, a njezine bočne grane (lat. *a. labyrinthi*) unutarnje uho. Osim sklerotičnih promjena na krvnim žilama vrata i baze mozga, degenerativne promjene cervikalne kralježnice kod starijih osoba mehaničkim pritiskom na vertebralne arterije mogu izazvati cirkulacijske smetnje i napadaje vrtoglavice. Kod većeg postotka bolesnika i nakon i kliničkih pretraga uzrok vrtoglavice ostaje nepoznat. Najčešće su to bolesnici srednje ili mlade životne dobi, kod kojih su isključene sklerotične promjene na krvnim žilama, a nedostaju i degenerativne promjene na cervikalnoj kralježnici. Kada nije dokazan organski uzrok vertiginoznih tegoba, one se najčešće karakteriziraju kao psihogene (7).

U otorinolaringološkoj praksi najčešće susrećemo ove oblike perifernih vrtoglavica: Dobročudna položajna vrtoglavica, Meniereova bolest, vestibularni neuronitis, labirintitis (8).

### 1.3.1. Podjela vrtoglavica

Postoje različite podjele vrtoglavica, ali danas se najčešće koristi dvije:

- podjela prema mjestu oštećenja na periferne i centralne
- podjela prema učestalosti pojavljivanja na jednokratne i povratne

Vrlo mali dio od ukupnog broja vrtoglavica prouzročen je oštećenjima oka ili smetnjama u okulomotornom sustavu. npr. (diplopije), ili lezijama dubokoga ili površinskog senzibiliteta (npr. mijelopatije) ali i o tome treba voditi računa. Najveći dio vrtoglavica perifernoga je podrijetla (85%) a izazvane su promjenama u vestibularnom aparatu unutarnjeg uha, sve do razine vestibularnih jezgara, dok preostali dio centralnog podrijetla, a izazvane su promjenama u središnjem živčanom sustavu (SŽS), od razine vestibularnih jezgara pa naviše (5).

Tablica 1.2 Podjela vrtoglavica prema mjestu lezije (5).

PERIFERNE	CENTRALNE
Benigni paroksizmalni pozicijski vertigo	Vertebrobazilarnainsuficijencija
Neuronitisvestibularis	Stenoza unutarnje karotidne arterije
MorbusMeniere	Migrenozna vrtoglavica
Labirynthitis	Moždani udar
Vaskularni vestibularni inzult	Tumori stražnje lubanjske jame
Tumori pontocerebelarnog kuta	Multipla skleroza

### **1.3.2. Periferne vrtoglavice**

Periferne se vrtoglavice prema učestalosti javljanja dijele na jednokratne (akutne) i povratne (rekurentne). I jednu i drugu skupinu može se podijeliti na dvije podskupine: one praćene simptomima oštećenja sluha i one bez navedenih simptoma. Akutni vertigo bez oštećenja sluha uglavnom odgovara vestibularnom neuritisu, a ako je prisutno oštećenje sluha, tad je riječ o upali labirinta ili o kohleovestibularnom neuritisu (uzrok je Herpes zosteroticus ili Sy. Ramsay-Hunt tip II.). Iako se radi o relativno kratkotrajnoj bolesti s dobrom prognozom, treba je smatrati ozbiljno sve dok se ne eliminiraju druge mogućnosti, a posebno treba misliti na akutni cerebelarni infarkt.

Povratne vrtoglavice bez oštećenja sluha nastaju sa promjenom položaja ili tlaka (perilimfatička fistula), ili se pak javljaju spontano kao migreni pridruži vertigo, metabolički vertigo ili paroksizmalni vertigo kod djece, a tu također možemo pribrojiti i vertigo koji se javlja zbog cirkularnih smetnji u vratu i vertebrobazilarnoj cirkulaciji. A u rekurentne vrtoglavice ubrajamo Meniereovu bolest, zatim migrenozne vrtoglavice praćene gubitkom sluha, autoimune bolesti unutarnjega uha, perilimfatičku fistulu s lezijom sluha i dr. Ako izuzmemo migrenu, samo oko 1% bolesnika koji se jave specijalistu zbog povratne vrtoglavice ima neku neurološku smetnju (TIA, epizodička ataksija). Iz te dvije skupine, postoji i skupina kroničnih, obostranih oštećenja vestibularnoga živca (5).

Kod obostranog perifernog vestibularnog oštećenja, koji javlja rijetko, može se javiti s oštećenjem sluha i bez oštećenja sluha. Uroci za periferno vestibularno oštećenje sa oštećenjem sluha su meningitis, autoimune bolesti, tumori ili ishemija labirinta. Dok one bez oštećenja sluha, uzrok su ototoksični lijekovi (makrolidi, gentamicin, citostatici) (9).

### **1.3.3. Dobročudna položajna vrtoglavica**

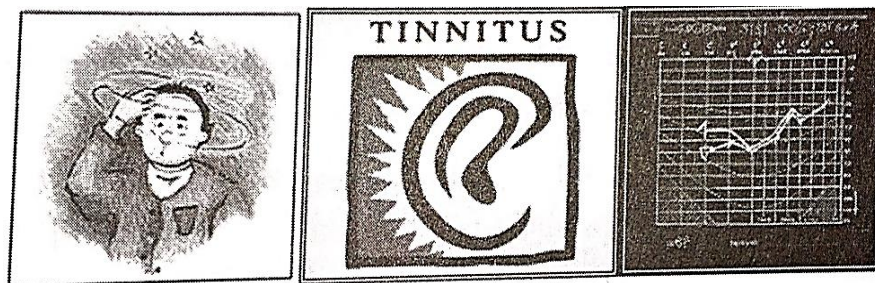
Ovaj oblik vrtoglavice je karakterističan s kratkotrajnim napadom vrtoglavice koja traje od 5 do 10 sekundi, ali nikada duže od 30 sekundi. Javlja se pri određenim položajima glave, pogotovo u ležanju i okretanju u krevetu, pa čak i pri podizanju glave prema gore. Pojavljuje se nistagmus koji je obično okomito-kružni, brze komponente usmjerene prema niže položenom uhu. Praćen je najčešće s vegetativnim smetnjama, ali je sluh očuvan. U 50% slučajeva je idiopatski, a drugi glavni uzrok su degenerativne promjene. Prestaje spontano unutar nekoliko tjedana ili mjeseci, ali može prijeći u rekurentni oblik (5).

#### 1.3.4. Vestibularni neuronitis

Među najčešćim oblicima vrtoglavice i predstavlja jednostrano periferno vestibularno oštećenje. Oštećenje izazivaju različiti virusi ili autoimuni procesi koji oštećuju gornji dio vestibularnog živca što rezultira jakom vrtoglavicom praćena vegetativnim smetnjama u trajanju od najmanje 24 sata, obično od 2 do 3 dana, ali bez simptoma oštećenja sluha. Ako postoji obostrano oštećenje treba pomisliti na mumps. Dominira horizontalni nistagmus na zdravu stranu, skretanje u oboljelu stranu po testu Romberga. Elektronistagmograf će pokazati će pokazati jednostranu leziju labirinta. Liječi se farmakološki, simptomatski i rehabilitacijski (5).

#### 1.3.5. Meinerova bolest

Riječ je o najčešćoj povratnoj vrtoglavici koja je praćena oštećenjem sluha. Manifestira se napadajima kružne vrtoglavice koja traje od nekoliko minuta do 2 ili 3 sata. Izražene su vegetativne smetnje, te simptomi oštećenja sluha zahvaćene punoće, zaglušenosti i šuma u jednom uhu koji se tijekom vremena povećava a sluh slabi. Temeljni uzrok bolesti je hidropsendolifme u labirintu i pužnici (5). Hidrops je bolesno nakupljanje tekućine u tkivima i tjelesnim šupljinama (10). Smatra se da je to posljedica otežane resorpcije endolimfe zbog perisakularne fibroze i obliteracije ductusa endolimfaticusa. Napadaji su s periodima remisije i egzacerbacije različitog trajanja, pri rupturi membrane koja dijeli endolimfatički od perilimfatičkog prostora, a uzrokuje zamjetno oštećenje sluha dubokih i srednjih frekvencija. Tipični su znakovi jednostranog perifernog oštećenja labirinta i horizontalni nistagmus u zdravu stranu. Romberg test prikazuje padanje u oboljelu stranu. Prema audiološkoj pretrazi može se vidjeti karakteristično oštećenje sluha. U početku oštećenje je jednostrano, ali kasnije brzo zahvaća i drugo uho (5).



Slika br. 1.6 Klinička slika Meinerove bolesti (5)

### **1.3.6. Centralne vrtoglavice**

Vezane su uglavnom uz cirkulaciju, neki poremećaj s učinkom na moždanu funkciju, psihijatrijski poremećaj ili poremećaj koji ometa vidni ili proprioceptivni prijenos informacija. Ponekad se uzrok ne nalazi. Centralne vrtoglavice najčešće izazivaju sljedeći poremećaji: tranzitorni ishemijski ataka (TIA), vertebrobazilarna cirkulatorna insuficijencija, stenoza karotidne ili vertebralne arterije, moždani udar, tumori stražnje lubanjske jame, multipla skleroza i migrena. Također ubrajamo tu i vrtoglavicu koja se javlja kod bolesnika uslijed migrene (5, 8).

### **1.3.7. Vestibularna migrena**

Karakterizirana je napadom vrtoglavice koja se javlja tijekom migrenozne glavobolje. Klinički se manifestira kao kružna vrtoglavica koja se javlja periodički, a traje nekoliko minuta do nekoliko sati. Među bolesnicima koji imaju migrenu njih 63% ima prateću vrtoglavicu, dok se ona u 24% slučajeva javlja nevezano uz napadaj glavobolje. Dijagnosticira se na profilaktičku farmakoterapiju tijekom napadaja, a sastoji se od primjene B-blokatora valporičke kiseline i topiramata (antiepileptici) (5).

### **1.3.8. Učestalost vrtoglavica**

Učestalost vrtoglavica je visoka jer naši bolesnici s vrtoglavicom čine 5% ukupnoga broja bolesnika koji posjećuje liječnika opće medicine i oko 10% ukupnoga broja bolesnika koji dolaze na specijalistički pregled. Sve više obolijevaju i mlađi, radno sposobni ljudi pa vrtoglavice postaju značajan javnozdravstveni problem jer dovode do opadanja kvalitete kako tjelesnoga, tako i psihičkog, a isto tako često izazivaju pojavu depresivnosti ili anksioznosti. Oko 30 % populacije Sjedinjenih Američkih Država do 65. godine života ima bar jedan napadaj vrtoglavice, koji je ponekad povezan i s padovima i ozljeđivanjem. Godišnja je prevalencija vrtoglavica u općoj populaciji Republike Njemačke 22,9%, a incidencija 3,1% (5).

Može se pojaviti u bilo kojoj životnoj dobi, ali postaje učestalija sa starenjem. Pogađa oko 40% osoba u dobi iznad 40 god. Vrtoglavica može biti privremena ili kronična. Kronična vrtoglavica, koja se definira trajanjem, odnosno ona koja traje više od 1 mj. je češća u starijih osoba (8).



## 1.4. Ispitivanje ravnoteže

Znanost koja se bavi proučavanjem organa za ravnotežu smještena u unutarnjem uhu zove se vestibulologijom. Pretrage treba započeti anamnezom, a zatim učiniti otoneurološki pregled, nakon čega ćemo, ovisno o simptomima, učiniti neka od pretraživanja putem različitih testova (1, 9).

U anamnezi najbolje je postaviti općenito vezano uz osjete. Različiti ljudi pod pojmom vrtoglavice podrazumijevaju različite osjete. Važan je podatak o okolnostima kako nastupa vrtoglavica, čimbenicima koji ju izazivaju (npr. promjena položaja tijela ili glave), da li su jednokratne ili povratne, o karakteru vrtoglavica i njihovom trajanju (kružne: osjećaj vrtnje ili nespecifične smetnje ravnoteže: osjećaj nestabilnosti i propadanja), te pitanja o eventualnim bolestima uha i smetnjama sluha koje su prethodile ili su udružene sa smetnjama ravnoteže npr. bol u uhu, iscjedak, naglušost i šum. Važan je i podatak o nedavnoj respiratornoj infekciji, traumi, komorbiditetu i lijekovima koje pacijent uzima, zato što npr. ako se radi o respiratornoj infekciji, pacijent teško diše te je ujedno slab protok kisika do mozga što može uzrokovati vrtoglavicu ili pak neki lijekovi koji imaju vrtoglavicu kao nuspojavu. Ukoliko se posumnja na obostranu slabiju podražljivost labirinta, anamneza se nadopunjuje pitanjima o oscilopsiji. Oscilopsiju karakterizira nestabilnosti u hodu i stajanju, slaboj vidnoj oštrini prilikom hodanja, a nestabilnost je izraženija u mraku dok se vrtoglavica rjeđe javlja, uglavnom kod sekvencijskih oštećenja.

Otoneurološki pregled je bitan zato što zapažamo opće stanje pacijenta, mjerimo krvni tlak i puls, potom ovisno o općem stanju slijedi niz testova kojima se ispituje i postavlja sumnja na jednostrano ili pak obostrano oštećenje perifernog vestibularnog osjetila. Glavni simptomi akutnog perifernog vestibularnog oštećenja su ataksija, vrtoglavica u užem smislu (vrtnja) praćena vegetativnim smetnjama (mučnina, bljedoća lica i povećana crijevna peristaltika) i nistagmus (9).

Pratimo dvije osnovne vrste pokreta:

- nevoljne pokrete oka prouzročene podražajem vestibularnog osjetila i aktivnost vestibularno okularnog refleksnog luka
- voljne pokrete oka pod kontrolom malog mozga i centralnih formacija (5).

#### **1.4.1. Statički test**

Ovim testovima ispituje se spontani nistagmus. Spontani nistagmus se javlja kada su oči u neutralnom položaju (ortopoložaj očiju i uspravni položaj glave) bez ikakvih podražaja. Razlikujemo manifesni koji se javlja pri otvorenim očima ili latentni koji je slab tako da se može uočiti samo pri zatvorenim očima ili očima otvorenim u mraku (5). On je horizontalno-rotornog tipa sa sporom (vestibularnom) i brzom (centralnom komponentom) (9). Ispituje se tako da ispitanik stoji ispred ispitanika, zamoli ga da prati pogledom vrh njegovog kažiprsta (olovke ili sličnoga predmeta), udaljenog 0,5 metra, kojemu mijenja položaj lijevo, desno, gore i dolje. Ukoliko se javlja pri pogledu u stranu brze komponente nistagmusa govorimo o I. stupnju nistagmusa, a kada se javlja pri pogledu prema ravno onda se radi o II. stupnju. Dok se javlja pri pogledu u suprotnu stranu od smjera nistagmusa tada zaključujemo da je III. stupanj (5, 9).

#### **1.4.2. Dinamički test**

Test kojima se ispituje vestibulo-okularni refleks (VOR) (5, 9). Ovaj refleks označava najkraći put između osjetnih stanica labirinta i okulomotornih mišića oka. Djeluje po principu žiroskopa, omogućavajući da se objekt koji se promatra zadrži na fovei mrežnice oka (5). Tako stabilizira sliku na mrežnici za vrijeme rotacija i promjene položaja glave i tijela u prostoru te potiče pokrete očiju u suprotnom smjeru od pokreta glave tj. zadržavanje jasne slike u središtu vidnog polja (11). Razlikujemo nekoliko testova različite specifičnosti, osjetljivosti i frekvencijskog polja.

Headshake test se izvodi tako da se glava pokreće naprijed – nazad 20 puta, frekvencijom 2 Hz ili u trajanju od 30 sekundi, što je brže moguće u horizontalnoj ravnini sa zatvorenim očima i zatim se naglo zaustavi uz otvorenje očiju. Promatra se pojava nistagmusa, najčešće horizontalnog, koji se kod jednostranog oštećenja labirinta javlja na zdravu, odnosno zdraviju stranu. Test je niske osjetljivosti (46%), ali zato je vrlo zadovoljavajuće specifičnosti (75%) i značajan zato što obuhvaća frekvencijsko područje od 1 Hz do 2 Hz, što drugi testovi ne pokrivaju.

Headthrust (Impulse) test otorinolaringolog izvodi tako da zamoli pacijenta da fiksira pogled na njegov nos, zatim se glava naglo, uz veliko ubrzanje, okrene na stranu za 20 stupnjeva u ravnini čeljusti, kao da pokazujemo „ne“ s glavom. Nakon zaustavljanja promatra se dali će se pojaviti značajan skadički pokret očiju (brzi skok s jedne točke na drugu) na stranu jednostranog oštećenja labirinta. Test pokriva visoko frekvencijsko polje, vrlo je visoke specifičnosti (100%) te osjetljivost kod blažih poremećaja je 34% a kod težih 87% (5, 9).

Dinamička oštrina vida, statički se ispituje pomoću Snellovim tablicama s 10 redaka s udaljenosti od 6 metara, svaki red iznosi 10% od ukupnog rezultata. Dinamički se ispituje tako da ispitivač pokreće glavu ispitanika u ravnini čeljusti frekvencijom najmanje od 2 Hz, naizmjenično s otklonom ne većim od 5 do 10 cm, dok on čita znakove s ploče silaznim putem. Ako je ispitanik pogriješio jedan red smatra se rezultat normalnim, a ako je pogriješio tri ili više rezultata se smatra mogućim deficitom VOR-a. Test je visoko osjetljiv (85%), a specifičnost mu je 55% (5).

Položajavučim testom (DixHallpike) ispituje se dali bolesnik boluje od dobroćudne položajne vrtoglavice. Ispituje se tako da pacijent sjedi na rubu ležaja s rukama prekrženim na prsima ili pak se unakrsno pridržava za podlaktice ispitivača. Iz sjedećeg položaja ispitivač ispitanika naglo zabaci u ležeći položaj s visećom glavom preko ležaja za oko 30 stupnjeva i zakrenutom u stranu za 45 stupnjeva te tako ispitivač prati 30 sekundi dali će se pojaviti nistagmus. Ako se pojavi, traje 10 do 15 sekundi. Nakon toga vratimo ispitanika u početni položaj, uz odmor od 30 sekundi ponavljamo istu radnju na suprotnu stranu. Ako je nistagmus se pojavio onda se radi o pozitivnom testu na vrtoglavicu. On može biti subjektivno i objektivno pozitivan. Subjektivno kod kojeg sam ispitivač tvrdi da ima vrtoglavicu, mučninu i nelagode u tom položaju. Dok objektivno pozitivan je onaj u kojem se javlja vertikalni nistagmus u trajanju od 10 do 15 sekundi (5, 9).

### **1.4.3. Toplinski test**

Najčešće primjenjivana metoda za podražaj vestibularnoga aparata je toplinski pokus koji je siguran i pouzdan. Pretraga je visokosenzitivna za otkrivanje jednostranih oštećenja uha i vestibularnog živca (12).

Taj se pokus koristi ako znamo da je jedan od triju polukružnih kanalića, onaj vodoravni, vrlo blizu bubnjišta i da stoga ispiranje zvukovoda toplom ili hladnom vodom može utjecati na promjene temperature i tlaka endolimfe unutar kanalića. To uzrokuje relativnu hipotoniju mišićja suprotne strane tijela od uha koji se ispituje, pa očne jabučice „tonu" prema toj strani, a kompenzacijski mehanizmi iz središnjega živčanog sustava to tonjenje korigiraju brzom fazom nistagmusa u suprotnu stranu. To je nistagmični trzaj očnih jabučica koji zamjećujemo i po kojem po međunarodnim konvencijama određujemo stranu nistagmusa (1).

Test započinjemo tako da zvukovod isperemo 30 sekundi s vodom koja je 7 C toplija ili hladnija od tjelesne temperature. Zbog prijenosa topline stjenkom zvukovoda do lateralnoga

polukružnog kanala endolimfa se ugrije ili ohladi. Pritom se njezina specifična težina promjeni, a u polukružnim kanalićima se pojavi ampulopetalno ili ampulofugalno gibanje, koje prouzrokuje odgovarajući nistagmus. Ampulofugalno gibanje je usmjeravanje endolimfe od ampule i kupularnog osjetila i ono uvijek daje nistagmus u suprotnu stranu, a ampulopetalno gibanje nistagmus u istu (1). Ispitanik leži na stolu, a glava mu je odignuta za 30°. Voda ispitaniku dotječe kroz tanku gumenu cijev u uho. Prvo se jedno uho isperem s vodom koja je na 30 °C, Toplinska stimulacija približno za 20 sekundi izazove nistagmus, koji je najjači nakon 40 sekundi, a nestane nakon približno tri minute. Ispitivač zabilježi vrijeme kada je nistagmus nestao. Nakon 5 do 10 minuta postupak se ponavlja na drugome uhu. Nakon kraće pauze još jednom isperemo uši s vodom zagrijanom na 44 °C. Ako nismo izazvali nistagmus kad isperemo uho hladnom ili toplom vodom, ponovo ga isperemo vodom koja ima 18 °C. Tijekom pretrage dobivene rezultate zapisujemo na priređeni obrazac. Umjesto vode se tijekom pretrage za toplinsko podraživanje može koristiti i zrak određene temperature (1, 12).

Ako je razlika veća od 25% govorimo o jednostranoj parezi koja označava oštećenje labirinta ili vestibularnoga živca na strani na kojoj je odgovor slabiji. U slučaju kad na jednome uhu ne možemo izazvati odgovor niti nakon podražaja s vodom od 18 °C riječ je o teškome oštećenju labirinta odnosno vestibularnoga živca, no ne možemo govoriti o njihovu potpunome uništenju, jer toplinskim podražajem stimuliramo samo receptore horizontalnoga polukružnog kanala. Ocjenjivanjem odgovora na bitermalni podražaj možemo utvrditi i prevladavajući smjer nistagmusa, tzv. proponderancu što znači da je odgovor na toplinski podražaj snažniji u jednu stranu. Patološki rezultat je iznad 35%, a izračunavamo ga prema Jongkees - Philipsonovoj formuli za proponderancu (12).

$$\frac{(RW + LC) - (LW + RC)}{RW + LC + LW + RC} \times 100 = \text{Directional Preponderance}$$

Slika br. 1.7 Formula za proponderancu (13)

Gdje RW, LW, RC, LC označavaju vrh spore faze brzine za odgovore na desni topli podražaj (RW), desni hladni podražaj (RC), zatim lijevi topli podražaj (LW) i lijevi hladni podražaj (LC). Ova formula daje važeću usporedbu relativne snage odgovora dva uha bez obzira na snagu apsolutne reakcije (13).

Pretragom će se ustanoviti je li uzrok oštećenje vestibularnog živca odnosno dijela unutarnjeg uha, koje je odgovorno za ravnotežu. Ako je nalaz negativan, to znači kako dio unutarnjeg uha koji je odgovoran za ravnotežu te vestibularni živac nisu oštećeni (12).

#### **1.4.4. Ostali testovi**

Test ispruženih ruku izvodi se kada se pacijent ne može samostalno osloniti, što znači da bolesnik sjedi s ispruženim rukama i kod akutnog oštećenja pacijentove ispružene ruke padaju u smjeru bolesnog labirinta.

Romberg test ispituje ortostatiku, pacijent stoji približenih stopala, rukama na prsima i otvorenih očiju u početku zatim kasnije zatvorenih očiju te on kod perifernog jednostranog oštećenja pada u bolesnu stranu. No, ako je oštećenje dugotrajno, test se mora izvoditi zatvorenih očiju zato što mu oči služe kao kompenzacijski mehanizam koji se razvio tijekom bolesti

Unterberger test je kada pacijent s rukama uz tijelo ili prekriženima na prsima zatvorenih očiju stupa na mjestu 50 koraka. Ukoliko skrene oko svoje uzdužne osovine za više od 30 stupnjeva ili više od jednog metra, test je pozitivan. Također se može izvesti i s ispruženim rukama, pacijent se zanositi u bolesnu stranu dok stupa ili hoda. Ukoliko je test po Rombergu negativan, a pozitivan je Unterbergerov test, govori u prilog starije lezije labirinta ili faze oporavka (1, 9).

Tandem hod testom ispituje tako da pacijent hoda stopalom ispred stopala, zatvorenih očiju uslijed čega može biti jače ili manje nestabilan. Kod poteškoća izvođenja tzv. slow-tandem walk testa nalaz može upućivati na obostrano periferno vestibularno oštećenje. Tada je brzi hod znatno bolji. Tandem hod test može upućivati i na druga oštećenja, lezije malog mozga, perifernih živaca, i dr.

Valsalvin test je kada pacijent duboko udahne i potom nastoji naglo izdahnuti uz zatvoreni nos i usta. Pojava nistagmusa izazvanog ovim pokusom ukazuje na moguću perilimfatičnu fistulu, uključujući i dehiscijenciju gornjeg polukružnog kanalića, uz još neke poremećaje.

Probom fistule dokazujemo postojanje perilimfatičke fistule tako da postavljamo olive Politzerov balon u ulaz zvukovoda te upuhivanjem ili aspiriranjem zraka ili jednostavnim pritiskom na tragus ispitanikova uha. U slučaju postojanja fistule javlja se nistagmus usmjeren k oboljeloj strani pri povećanju tlaka zraka u zvukovodu i obrnuto, usmjeren k zdravoj strani pri smanjenju tlaka u zvukovodu (9).

## 1.5. Nistagmus

Prema definiciji nistagmus predstavlja niz nevoljnih trzaja očne jabučice nastalih kao posljedica pokreta glave, a s ciljem dobivanja stabilne slike na mrežnici oka (5). Razlikuju se spora komponenta, koja nastaje zbog „tonjenja“ cjelokupnoga mišićja u bolesnikovu tijelu na strani gdje se nalazi oštećeni organ ravnoteže, te u suprotnu stranu i brza komponenta, koja je kompenzatorna i vraća oko u prvobitni položaj. Lakše nam je uočljiva brza komponenta, zato smjer nistagmusa određujemo prema smjeru brze komponente. Pa na primjer ako kažemo da ispitanik ima horizontalni nistagmus npr. ulijevo, tada je riječ o desnostranoj vestibularnoj leziji (1, 5). Oči su brzinomjer polukružnih kanalića jer su smjer i brzina očnih pokreta vrlo bliski smjeru i brzini kutnoga ubrzanja endolimfe u polukružnim kanalićima. Isto tako, te vrijednosti vrlo su bliske aktivnosti primarnoga odlaznog živca i vestibularnih jezgara (5). Nistagmus predstavlja vestibularno oštećenje, te vegetativne smetnje poput mučnine i povraćanja i nestabilnost pri stajanju i hodu (ataksija). Navedenim testovima, u prijašnjem poglavlju, ispituje njegov nastanak pomoću spoznaje da ako je ravnotežni organ oštećen, ne šalje prikladne informacije prema središnjemu živčanom sustavu pa ni mišićje nije u potrebnom tonusu, pa se bolesnik pri hodu zanosi u oštećenu, bolesnu stranu. Razlikujemo fiziološki i patološki, a možemo ih temeljitije svrstati kao ili periferni ili centralni. Fiziološki je „zdravi“ nistagmus se razvija u svake zdrave osobe koja neko vrijeme promatra predmete u trajnom pokretu (na primjer gledanje stabala kroz prozor željezničkog vagona), prestankom gledanja u navedene predmete, prestaje i nistagmus. Dok patološki periferni vestibularni nistagmus karakterizira spontano, nevoljno, ritmično i uvijek vodoravno trzanje očnih jabučica. A centralni je nistagmus, za razliku od perifernoga koji je uvijek vodoravan, uvijek rotatoran ili vertikaln, usmjeren na stranu oštećenog labirinta, a nalazimo ga kod neurinoma slušnoga živca i drugih tumora labirinta ili mozga (1). Osim nistagmusa u ovih se bolesnika pri otoneurološkome pregledu mogu naći i drugi ispadi, primjerice ataksija. Ataksija je nemogućnost održavanja ravnoteže, gubitak koordinacije mišićnih pokreta (1, 14). Vestibularna ataksija nastaje kao posljedica oštećenja perifernoga vestibularnog osjetila, zbog čega u kliničkoj slici dolazi do neodgovarajućeg položaja tijela, tj. ono se pri stajanju naginje u bolesnu stranu ili se pri hodu zanosi na stranu bolesnoga vestibularnog osjetila (1).

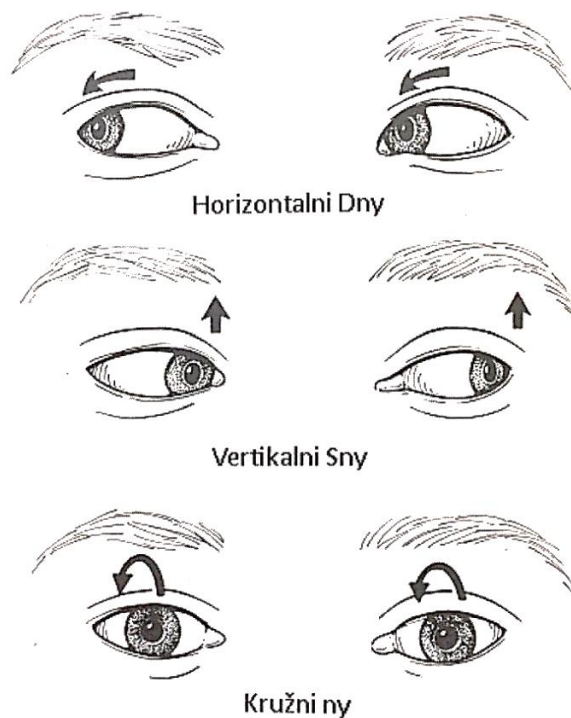
### 1.5.1. Razlika između perifernog i centralnog nistagmusa

Periferni (vestibularni) nistagmus:

- Najčešće je usmjeren na zdravu stranu, vodoravan ili rjeđe kružni
- jači kada su oči usmjerene na stranu brze komponente nistagmusa (Alexanderov zakon – vestibularni nistagmus pojača se pri pogledu u smjeru brze komponente)
- zaustavlja se fiksacijom, pojačava zatvaranjem očiju
- vremenom slabi zbog centralne kompenzacije

Centralni nistagmus:

- Okomit ili kružni
- usmjeren na stranu oštećenoga, tj. slabijeg labirinta
- fiksacijom se ne smanjuje, može se i pojačati
- vremenom ne slabi, može se i pojačati (5).



Slika br. 1.8 Smjer nistagmusa (5)

## 1.6. Liječenje vestibularnih poremećaja

Današnji model liječenja vestibularnih oštećenja obuhvaća farmakološko, otokirurško te vrlo specifične vestibularne vježbe (5).

Farmakološko ili zbrinjavanje lijekovima ovisi o tipu bolesti ili oštećenju, ako postoji vestibularni poremećaj a misli se kako je posljedica aktivne Meniereove bolesti ili vestibularnog neuronitisa ili labirintitisa, dajemo lijek za supresiju vestibularnog živca što je diazepam, 2 do 5 mg po. svakih 6 do 8 h, a ako se radi o jakoj vrtoglavici treba koristiti visoke doze uz nadzorili peroralne antihistamenike, antikolinergike, od kojih najčešće meklizinu dozi od 25 do 50 mg po. tri puta dnevno. Ovi svi lijekovi mogu uzrokovati pospanost, što može ograničavati njihovu upotrebu. Također moramo tretirati i vegetativne smetnje. Mučnina se može liječiti proklorperazinom u dozi od 10 mg im. četiri puta dnevno ili 25 mg rektalno dva puta dnevno. Važno je uz farmakološko liječenje pridržavati se pravilne prehrane. Kod Meniereove bolesti prehrana se sastoji od dijetalne prehrane s malo soli i diuretika koji štedi kalij bolesnicima s trajnom ili recidivirajućom vrtoglavicom a i uz to se obično koristi još vestibularna rehabilitacijska terapija (8).

Vestibularne vježbe bazirane su na temelju fizioterapijske dijagnoze, ne liječimo upalu, već liječimo jednostranu slabost labirinta. Sve vestibularne vježbe zapravo stvaraju jedan „pogrešan signal“ na periferiji koji se kao zamjena za prikladan vestibularni, prezentira središnjem živčanom sustavu. Bolesnici koji imaju stabilno oštećenje jednostrano labirinta (neuritis, labirintis, vestibularna TIA) izvode se adaptacijske vježbe koje se baziraju na jačanju i ubrzanju centralne vestibularne kompenzacije. U adaptacijskim vježbama od bolesnika zahtjeva da drži fokus na jednoj točki dok više puta pokreće glavu okomiti i vodoravno, a izvode se pet puta dnevno. Kod obostranog oštećenja labirinta trebaju se koristiti adaptacijske vježbe, a i supstitucijske vestibularne vježbe. Supstitucijskim vježbama se popravljaju stabilnost i sigurnost bolesnika pri hodanju i stajanju. Dobročudna položajna vrtoglavica se liječi Epleyevim manevrom (repozicijom otolita) kojeg izvodi iskusni otorinolaringolog. Manevar za cilj ima postavljanje otolita na neko manje osjetljivo mjesto gdje neće provocirati napadaje vrtoglavice. Centralne vrtoglavice se najbolje rehabilitiraju habituacijskim vježbama. Te vježbe trebaju smanjiti simptome izazvane pokretom ili odrađenim položajem, izvode se tako da radi smanjena simptoma, jedan od simptoma mora biti sustavno izazivan (5).



## **2. CILJ RADA**

U radu želimo istražiti koliki je udio vestibularnih vrtoglavica u odnosu na vrtoglavice drugog uzroka. Na osnovu istraživanja zaključiti ćemo kod kojih se pacijenata najčešće radi vestibulometrija, koje su najčešće dijagnoze zbog kojih se izvodi vestibulometrija, te koliki je udio pozitivnih a koliki negativnih nalaza.

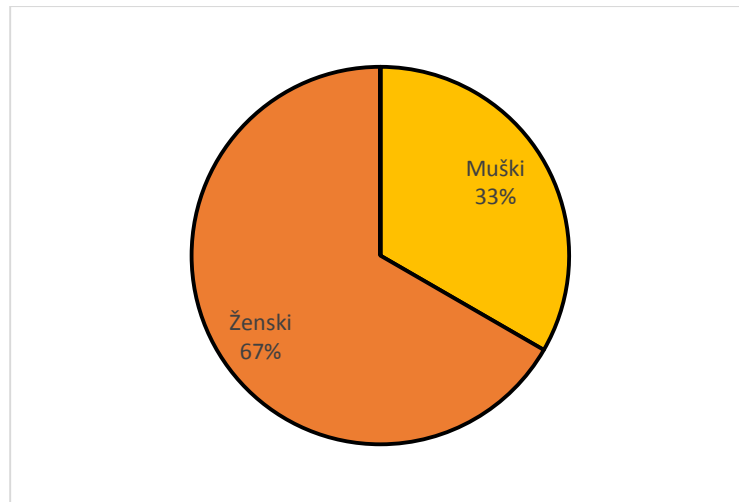
### **3. METODE**

Istraživanje je provedeno u Audiovestibuloškoj ambulanti Odjela otorinolaringologije OB Bjelovar uz suglasnost voditelja odjela i Etičkog povjerenstva OB Bjelovar. U istraživanje je bilo uključeno 30 ispitanika koji su upućeni na ispitivanje centra za ravnotežu. Svim pacijentima, uz objašnjenje o kakvoj se vrsti pretrage radi, bilo je rečeno da će rezultati njihovih nalaza biti korišteni u istraživanju bez navođenja njihova imena. Ispitanike smo tražili njihov pristanak prije započinjanja istraživanja. Za dobivanje podataka usmeno smo ispitivali ispitanike o dobi, spolu, a prema njihovoj uputnici uzeli podatke tko ih je uputio i dijagnozu zbog koje su upućeni, te zatim radili test vestibulometrije kako bi dobili rezultate. Kao pozitivne rezultate uzeti ćemo u obzir slabiju - hipo, prekomjernu - hiper ili nepodražljivost – arefleksiju centra za ravnotežu. Sve nalaze podijeliti ćemo u nekoliko skupina ovisno o dobi i spolu, dijagnozi zbog koje su upućeni te o rezultatima pretrage.

Statistička obrada, grafički prikaz i pohrana podataka učinjena je u programskom sustavu Microsoft Office Word 2013 i Excel 2013.

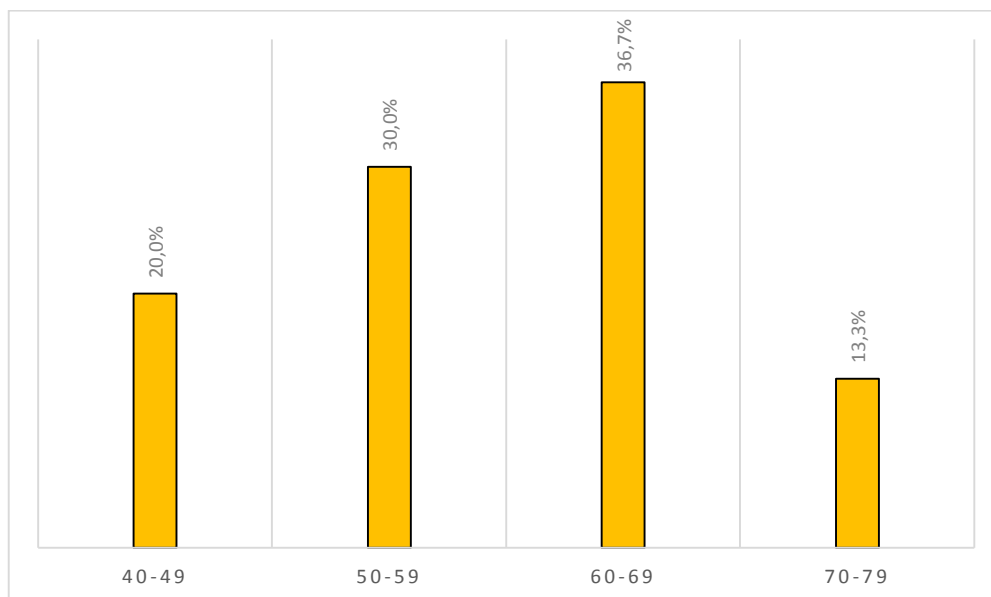
## 4. REZULTATI

Od ukupno 30 ispitanika u istraživanju, podijeljenih prema spolu, ispitano je 10 (33,3%) muških i 20 (66,7%) ženskih ispitanika.



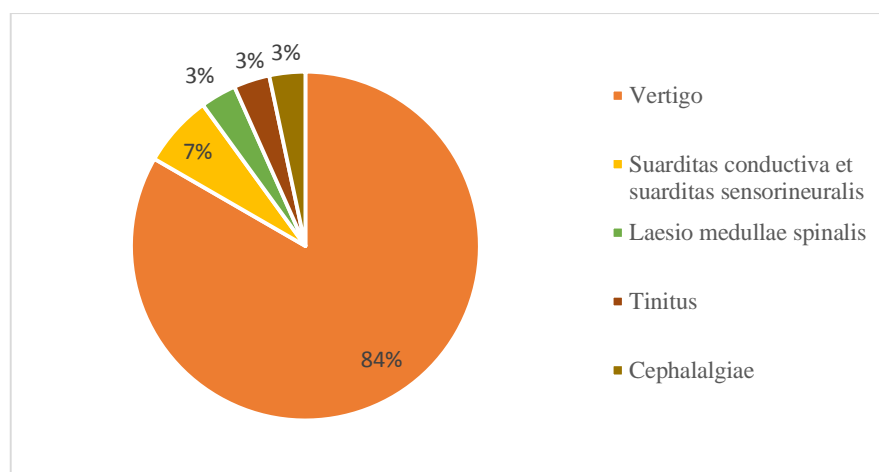
Grafikon 4.1 Podjela ispitanika prema spolu

Grafikon 2 prikazuje podjelu ispitanika prema dobi, u dobi od 40-49 je bilo 6 (20%) ispitanika, zatim u dobi od 50-59 godina nalazilo se 9 (30%) ispitanika, u dobi od 60-69 godina je 11 (36,7%) ispitanika, te u dobi od 70-79 godina ispitana su 4 (13,3%) ispitanika. Prosječna dob ispitanika iznosi 58,9 godina, standardna devijacija iznosi 10,5, najmlađa dob ispitanika je 41 godina, a najstarija dob je 79 godina. Nema statistički velike značajne razlike u dobi između muških i ženskih ispitanika izračunato t-testom ( $t=0,24$  ;  $p>0,05$ ).



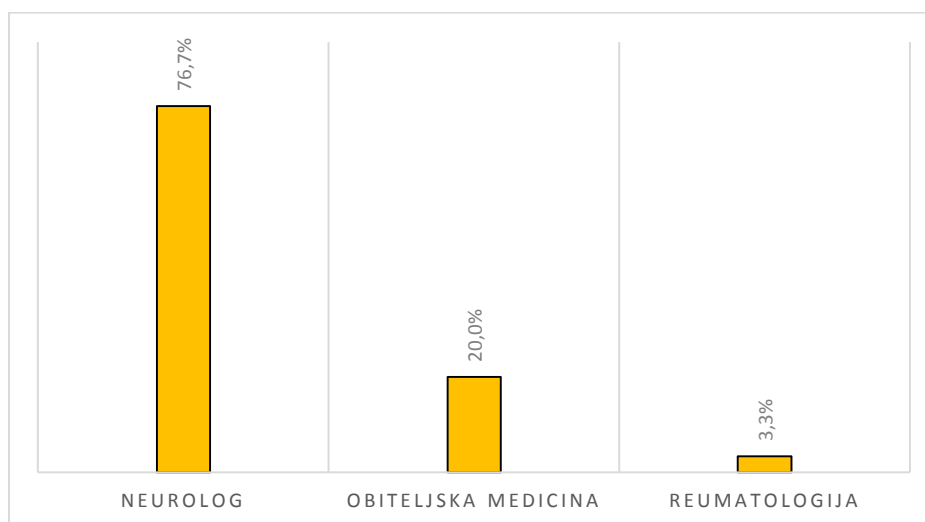
Grafikon 4.2 Podjela ispitanika prema dobi

Dijagnoza prema kojoj su upućeni, njih 25 (84,3%) s dijagnozom vrtoglavice (lat. *Vertigo*), 2 (6,7%) ispitanika s dijagnozom provodne gluhoće i senzornoneuralne gluhoće (lat. *Suarditas conductiva et suarditas sensorineuralis*), zatim 1 (3,3%) ispitanik s ozljedom leđne moždine (lat. *Laesio medullae spinalis*), potom 1 (3,3%) ispitanik s dijagnozom šuma u uhu (lat. *Tinitus*), te 1 (3,3%) ispitanik s dijagnozom glavobolje (lat. *Cephalalgiae*). S dijagnozom vrtoglavice je 8 (26,7%) muških ispitanika dok ženskih ispitanika je 17 (56,7%) ispitanika. T-testom utvrdili smo hipotezu da nema velike razlike u dobi ispitanika s dijagnozom *Vertigo* ( $t=0,60$  ;  $p>0,05$ ).



Grafikon 4.3 Dijagnoze prema kojim su upućeni ispitanici

Na pitanje, od strane koga su upućeni za pregled otorinolaringologa, ispitanici odgovaraju, od strane neurologa njih 23 (76,7%) ispitanika, 6 (20%) ispitanika odgovara da je upućeno od strane doktora obiteljske medicine, te 1 (3,3%) ispitanik da je upućen s reumatologije.



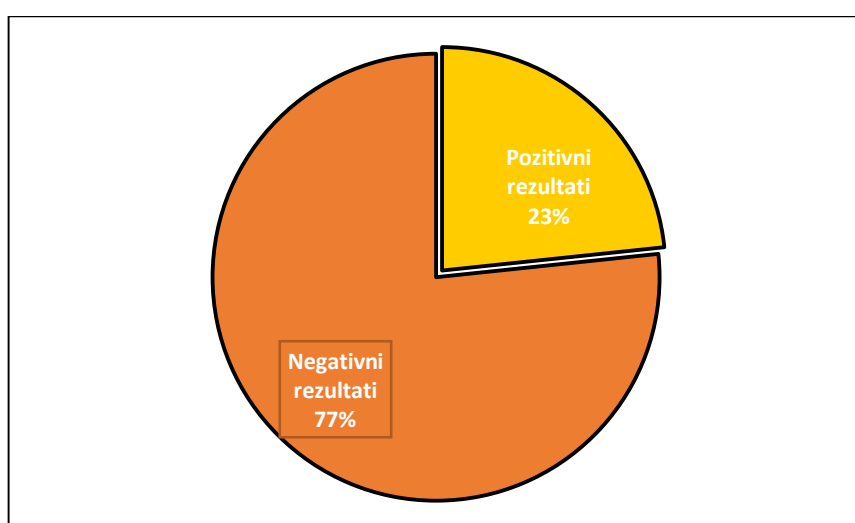
Grafikon 4.4 Od strane koga su upućeni ispitanici za pregled otorinolaringologa

Testom ravnoteže dobili smo slijedeće rezultate, 3 (10%) ispitanika su imala slab podražaj labirinta, prekomjerni podražaj su imala 3 (10%) ispitanika, potom bez podražaja je bio 1 (3,3%) ispitanik, dok uredan podražaj labirinta su imala 23 (76,7%) ispitanika. Ispitanici s upućenom dijagnozom vrtoglavice imaju za rezultat njih 19 od 25 (74%) negativan, a njih 6 od 25 (16%) pozitivan rezultat na test ravnoteže. Dok kod ispitanika s drugim upućenim dijagnozama imaju njih 5 od 6 (84,3%) negativan rezultat, a samo 1 od 6 (16,7%) ima pozitivan rezultat.

Tablica 4.1 Prikaz rezultata testa ravnoteže

Rezultati	%
Slaba – <i>Hyporeflexia</i>	10%
Prekomjerna – <i>Hypereflexia</i>	10%
Bez podražaja – <i>Areflexia</i>	3,3%
Uredna refleksija - <i>Normoreflexia</i>	76,7%

Uzevši rezultate testa ravnoteže dijelimo ih na pozitivne i negativne rezultate. Pozitivni rezultati su rezultati koji su pozitivni na test ravnoteže, kojim smo uspjeli izazvati promjene kod ispitanika i njime dobivamo da 7 (23,3%) ispitanika su pozitivni, dok 23 (76,7%) ispitanika ima negativne rezultate, tj. oni ispitanici kojima test ravnoteže nije izazvao promjene. Statistički nema velike razlike u spolu kod pozitivnih i negativnih rezultata prema hi-kvadratu ( $\chi^2=0,09$  ;  $p<0,05$ ).



Grafikon 4.5 Odnos pozitivnih rezultata i negativnih rezultata

## 5. RASPRAVA

Istraživanje je provedeno u Audiovestibuloškoj ambulanti Odjela otorinolaringologije OB Bjelovar na 30 ispitanika koji su bili upućeni na ispitivanje centra za ravnotežu. Većinska skupina u istraživanju je bila ženskog spola njih 20 (66,7%) dok manja skupina muškog spola sadržavala je 10 (33,3%) ispitanika (Grafikon 4.1). Ispitivanje smo radili toplinskim testom zbog svoje visoke specifičnosti za otkrivanje jednostranih oštećenja centra za ravnotežu -labirinta. Testom dobivamo pozitivne rezultate, a to su rezultati gdje je došlo do promjene u reakciji u centru za ravnotežu te negativne rezultate kod kojih nije izazvana promjena i ti rezultati se smatraju urednim. Čak 23 (76,6%) ispitanika je upućeno od neurologa, dok 6 (20%) od strane obiteljske medicine i 1 (3,3%) od reumatologa. Na pregled kod otorinolaringologa ispitanici uglavnom (84,3%) dolaze s uputnom dijagnozom vrtoglavice (lat. *Vertigo*). Nismo utvrdili da se radi o značajnoj razlici u dobi između muškog i ženskog spola ( $t= 0,60$  ;  $p>0,05$ ). Moguće su još dijagnoze koje su povezane s poremećajem sluha ili cirkulacije, pa otkrivamo da 6,7% ispitanika dolazi s dijagnozom provodne gluhoće i senzornoneuralne gluhoće, šuma u uhu 3,3%, glavoboljom 3,3% ili pak ozljedom leđne moždine 3,3% (Grafikon 4.3). Šum u uhu i glavobolja mogu biti udruženi simptomi koji ukazuju na vestibularni poremećaj koji uzrokuje vrtoglavicu, utvrđeno istraživanjem (15). Prema našem istraživanju, vrtoglavice pretežito nastupaju u šestom desetljeću čovjekova života (Grafikon 4.2). Naš prosječan ispitanik ima 58,9 godina utvrđeno aritmetičkom sredinom. U tom razdoblju nastaju neurodegenerativne promjene, odnosno sklerotične promjene na krvnim žilama koje opskrbljuju krvlju dijelove labirinta što može povećavati rizik od vrtoglavice (16). Uzroci vrtoglavice mogu biti brojni, a samo mali broj njih je vestibularnog porijekla, što pokazuju statistički podatci jer 3 (10%) ispitanika su imala slab podražaj labirinta, 3 (10%) ispitanika prekomjerni podražaj a 1 (3,3%) ispitanik bez podražaja centra za ravnotežu. Uredan podražaj labirinta bio je kod 23 (76,7%) ispitanika (Tablica 4.1). Grupiranjem tih podataka u grupu pozitivnih i negativnih rezultata dobivamo da ima 23,3% pozitivnih a 76,7% negativnih rezultata (Grafikon 4). Nema velike spolne razlike u te dvije grupe prema hi-kvadrat testu ( $\chi^2=0,09$  ;  $p<0,05$ ). Pozitivni rezultati mogu ukazivati na vrtoglavice perifernog podrijetla tipa dobroćudna položajna vrtoglavica, Meinerova bolest, labirintis i dr. Dok negativni rezultati mogu ukazivati na povratne vrtoglavice uzrokovane promjenom položaja ili tlaka, spontane kao migreni pridruži vertigo, metabolički vertigo ili zbog cirkularnih smetnji u vratu i vertebrobazilarnoj cirkulaciji.

## 6. ZAKLJUČAK

Vrtoglavica je snažna iluzija kretanja tijela ili predmeta u prostoru. Učestalost simptoma vrtoglavice je česta pri čemu dominiraju simptomi u neurovegetativnom živčanom sustavu kao što su mučnina, povraćanje, bljedoća kože i sluznice uz pojavu titranja očnih jabučica - nistagmusa. Kod nas bolesnici s vrtoglavicom čine 5% ukupnoga broja bolesnika koji posjećuju liječnika opće medicine i oko 10% ukupnoga broja bolesnika koji dolaze na neki specijalistički pregled. Uočeno je da sve više obolijevaju i mlađi, radno sposobni ljudi pa vrtoglavice postaju značajan javnozdravstveni problem jer utječu na psihofizičko stanje čime se mijenja kvaliteta života. Znanost koja se bavi proučavanjem organa za ravnotežu nazivamo vestibulologijom. Orijentaciona pretraga otkrivanja oštećenja centra za ravnotežu i vestibularnog živca je toplinski test. Najčešći nalaz kod bolesnika upućenih u Audiovestibulološku ambulantu pod dijagnozom vrtoglavice je uredna podražljivost oba labirinta. Samo kod manjeg dijela ispitanika nađen je poremećaj u radu centra za ravnotežu u vidu hiporefleksije, hiperefleksije ili arefleksije. Pacijenti su upućeni najčešće od strane neurologa na pregled, a rjeđe od doktora obiteljske medicine pod dijagnozom vrtoglavice uz zahtjev za ispitivanjem testa ravnoteže. Prema našem istraživanju vrtoglavice pretežito nastupaju u šestom desetljeću čovjekova života kada se zbog starenja događaju neurodegenerativne promjene u ljudskome tijelu pa tako i promjene na krvnim žilama koje opskrbljuju krvlju dijelove unutarnjeg uha gdje se nalazi centar za ravnotežu pa prema tome sa starenjem se povećava i učestalost vrtoglavica.

## 7. LITERATURA

1. Ranko Mladina: Otorinolaringologija. Udžbenik veleučilišta. Školska knjiga Zagreb; 2008.
2. Predrag Keros, Marko Pećina i Mirjana Ivančić-Košuta: Temelji anatomije čovjeka. Naprijed, Zagreb; 1999.
3. Katedre za Otorinolaringologiju; Otorinolaringologija. Školska knjiga, Zagreb; 1981.
4. Wikipedija: Perilymph (online). 2017. Dostupno na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Perilymph> (3.9.2017)
5. Siniša Maslovara, Silvia Butković Soldo: Vestibularna rehabilitacija. Veleučilište Lavoslav Ružička u Vukovaru, Vukovar; 2011.
6. Sobotta: Atlas anatomije čovjeka, Glava, vrat, gornji ud. Naklada Slap, Zagreb str. 395.
7. Vjekoslav Grgić: Cervikogena vrtoglavica. Pregledni rad. Privatna liječnička ordinacija, Zagreb; 1998. str. 2-3
8. Placebo Hrvatska. MSD priručnik simptoma bolesti: Nesvjestica i vrtoglavica (online). 2014. Dostupno na: <http://www.msd-prirucnici.placebo.hr/msd-simptomi/nesvjestica-i-vrtoglavica> ( 31.8.2017.)
9. Ines Lukež-Perković, Jadranka Vojnić: Dijagnostika perifernih vrtoglavica s osvrtom na novije dijagnostičke postupke. Stručni rad. Djelatnost za bolesti uha, nosa i grla, Opća bolnica Pula, Pula; 2013. str. 2-3
10. Enciklopedija: Hidrops (online) Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=25431> (10.9.2017.)
11. Helen Cohen, Theodore Raphan: Habituation and adaptation of the vestibuloocular reflex. Experimental Brain Research, Volume 90, Issue 3, September 1992; pp 526–538
12. Vojislav Ivetić, Janko Kersnik : Dijagnostičke pretrage, priručnik za primarnu zdravstvenu zaštitu. Alfa d.d. Zagreb; 2010.
13. Charles W. Stockwell: Directional Preponderance. ENG report. ICS medical. August 1987.
14. Wikipedija. Ataksija (online). 2013. Dostupno na: <https://hr.wikipedia.org/wiki/Ataksija> (1.9.2017.)
15. Berthold Langguth: Tinnitus Patients with Comorbid Headaches. Research article. Front Neurol. August 2017 28;8:440
16. Marina Titlić, Ante Tonkić, Ivana Jukić i sur.: Vertigo in Neurological Practice. Professional paper. Acta clinica Croatica, Volume 46 No.4, Prosinac 2007. str. 2-6.
17. Dražan Dizdar: Kvantitativne metode, udžbenici sveučilišta u Zagrebu. Kineziološki fakultet Zagreb; Zagreb 2006.



## 8. KRATICE I OZNAKE

dr. = drugi

Hz = herc

im. = intramuskularno

lat. = latinski

mg. = miligram

mm = milimetar

mM = milimolar

npr. = na primjer

p = vjerovatnost

po. = peroralno

t = vrijednost t-testa

tj. = to jest

tzv. = tako zvanog

$\mu\text{m}$  = mikron

## 9. SAŽETAK

Često se pacijenti koji imaju neki oblik vrtoglavice upućuju na ispitivanje centra za ravnotežu - vestibulometriju. Uzroci vrtoglavice su brojni a samo mali broj njih je vestibularnog porijekla. Najčešće se pacijenti upućuju od strane neurologa, rjeđe liječnika obiteljske medicine. U radu smo željeli istražiti koliki je udio vestibularnih vrtoglavica u odnosu na vrtoglavice drugog uzroka. Sve nalaze podijelili smo u nekoliko skupina ovisno o dobi i spolu, dijagnozi zbog koje su upućeni te o rezultatima pretrage. Kao pozitivne rezultate uzeti ćemo u obzir slabiju - hipo, prekomjernu - hiper ili nepodražljivost - arefleksiju centra za ravnotežu. Istraživanje je bilo provedeno u Audiovestibuloškoj ambulanti Odjela otorinolaringologije Opće bolnice Bjelovar uz suglasnost voditelja odjela i Etičkog povjerenstva OB Bjelovar. U istraživanje je bilo uključeno 30. ispitanika koji su upućeni na ispitivanje centra za ravnotežu. Svim pacijentima uz objašnjenje o kakvoj se vrsti pretrage bilo rečeno da će rezultati njihovih nalaza biti korišteni u istraživanju bez navođenja njihova imena. Na osnovu toga zaključiti smo kod kojih se pacijenata najčešće radi vestibulometrija, koje su najčešće dijagnoze zbog kojih se izvodi vestibulometrija te koliki je udio pozitivnih a koliki negativnih nalaza.

Ključne riječi: Vrtoglavica, nistagmus, unutarnje uho, labirint

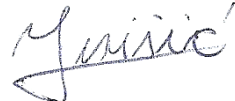
## **10. SUMMARY**

Often patients that have some kind of vertigo are pointed to an examination for vertigo vestibulometry. Causes for vertigo are numerous but only small number are vestibular origin. Most often patients are pointed form neurologists, less often form a family medicine practitioner. In the paper, we wanted to investigate the proportion of vestibular vertigo in relation to vertigo of another cause. All findings were divided into several groups depending on age and gender, diagnosis for which they were referred and search results. As positive results we will consider weaker – hypo, excessive – hyper, not irritable – areflexia balance center. The research was carried out in the Audiovestibular Ambulance department of Otorhinolaryngology of the General Hospital of Bjelovar with the consent of the head of department and the Ethical Committee OB Bjelovar. The survey included 30 respondents who were instructed to test the balance center. All patients, along with an explanation of what kind of research they dealing with, was said that findings will be used in the research without mentioning their name. Based on this research we conclude which patients are most likely to have vestibulometry, what are the usually diagnosis for which vestibulometry is performed, and how many positive and negative findings are there.

Keywords: Vertigo, nystagmus, inner ear, labyrinth

## IZJAVA O AUTORSTVU ZAVRŠNOG RADA

Pod punom odgovornošću izjavljujem da sam ovaj rad izradio/la samostalno, poštujući načela akademske čestitosti, pravila struke te pravila i norme standardnog hrvatskog jezika. Rad je moje autorsko djelo i svi su preuzeti citati i parafraze u njemu primjereno označeni.

Mjesto i datum	Ime i prezime studenta/ice	Potpis studenta/ice
U Bjelovaru, <u>9.10.2017.</u>	IVAN JURISIĆ	

Prema Odluci Visoke tehničke škole u Bjelovaru, a u skladu sa Zakonom o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju, elektroničke inačice završnih radova studenata Visoke tehničke škole u Bjelovaru bit će pohranjene i javno dostupne u internetskoj bazi Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. Ukoliko ste suglasni da tekst Vašeg završnog rada u cijelosti bude javno objavljen, molimo Vas da to potvrdite potpisom.

Suglasnost za objavljivanje elektroničke inačice završnog rada u javno dostupnom nacionalnom repozitoriju

IVAN JURISIĆ

*ime i prezime studenta/ice*

Dajem suglasnost da se radi promicanja otvorenog i slobodnog pristupa znanju i informacijama cjeloviti tekst mojeg završnog rada pohrani u repozitorij Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu i time učini javno dostupnim.

Svojim potpisom potvrđujem istovjetnost tiskane i elektroničke inačice završnog rada.

U Bjelovaru, 9.10.2014.

Jurisić  
*potpis studenta/ice*