

# Ishod stapedotomije ovisno o tipu proteze

---

**Stanić, Ivan**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:664604>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-11**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Ivan Stanić**

**Ishod stapedotomije ovisno o tipu proteze**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2020.**

Ovaj diplomski rad izrađen je u Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra „Sestre milosrdnice“ pod vodstvom doc.dr.sc. Mihaela Riesa i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2019./2020.

## Popis oznaka i kratica korištenih u radu

dB.....decibel

Hz.....herc

ABG.....zračno-koštani prozor (engl. air-bone gap)

CT.....kompjutorizirana tomografija

TA.....tonski audiogram

STAR.....kohleostapesni refleks

ZV.....zračna vodljivost

KV.....koštana vodljivost

# Sadržaj

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| <b>Sažetak .....</b>                | <b>V</b>  |
| <b>Summary .....</b>                | <b>VI</b> |
| <b>1. Uvod .....</b>                | <b>1</b>  |
| 1.1. Slušni sustav.....             | 1         |
| 1.2. Otokleroza.....                | 5         |
| 1.2.1. Epidemiologija .....         | 5         |
| 1.2.2. Etiologija .....             | 5         |
| 1.2.3. Patogeneza .....             | 7         |
| 1.2.4. Klinička slika .....         | 8         |
| 1.2.5. Dijagnostika .....           | 8         |
| 1.2.6. Liječenje .....              | 11        |
| 1.3. Tipovi proteza .....           | 13        |
| <b>2. Hipoteza .....</b>            | <b>14</b> |
| <b>3. Ciljevi rada .....</b>        | <b>15</b> |
| <b>4. Materijali i metode .....</b> | <b>16</b> |
| <b>5. Rezultati .....</b>           | <b>18</b> |
| <b>6. Rasprava .....</b>            | <b>25</b> |
| <b>7. Zaključak .....</b>           | <b>29</b> |
| <b>8. Zahvale .....</b>             | <b>30</b> |
| <b>9. Literatura.....</b>           | <b>31</b> |
| <b>10. Životopis .....</b>          | <b>34</b> |

## Sažetak

### Ishod stapedotomije ovisno o tipu proteze

Ivan Stanić

Stapedotomija je do danas najbolja metoda liječenja otoskleroze, progresivne degenerativne bolesti labirintarne kapsule sljepoočne kosti. U ovom radu prikazani su ishodi stapedotomija s tri različite vrste proteza u dva vremenska razdoblja. Ishodi su procijenjeni prema razlici u predoperacijskom i postoperacijskom audiogramu. Evaluirani su predoperacijski i postoperacijski zračno-koštani prozor (engl. air-bone gap, ABG), zračna i koštana vodljivost. Schuknecht proteza je ugrađena u 66 operacija, Richards u 41 i Causse u 75 operacija. Schuknecht i Richards proteze su ugrađivane 1993.-2003., a Causse 2017.-2019. Demografski podatci prikazuju kako su pacijenti s Causse protezama prosječno stariji za 7-8 godina od pacijenata sa Schuknecht i Richards protezama. Također omjer žena i muškaraca s ugrađenom Causse protezom je 2:1, dok je u druge dvije skupine 5:1. Pacijenti s Causse protezom imali su veći prag zračne vodljivosti predoperativno od druge dvije skupine. Rezultati tonske audiometrije pokazuju kako je Schuknecht proteza najlošija u svim parametrima tonske audiometrije. Richards proteza postiže bolje zatvaranje ABG-a pri 250, 500 i 1000 Hz od Causse proteze, dok je Causse proteza bolja na 4000 Hz. Causse proteza također postiže bolje smanjenje praga zračne vodljivosti od Richards proteze pri 4, 6 i 8 tisuća Hz. Dobiveni rezultati pokazuju kako Causse proteza postiže najbolji omjer dobrih i manje dobrih rezultata u govornom području iako nije najbolja pri svim frekvencijama pojedinačno.

Ključne riječi: stapedotomija, ABG, zračna vodljivost, Causse proteza, Richards proteza, Schuknecht proteza

## Summary

### **Stapedotomy outcome with regard to type of prosthesis**

Ivan Stanić

Stapedotomy is the best way to treat otosclerosis, a progressive, degenerative disease of the temporal bone otic capsule. This paper shows the outcomes of stapedotomy procedures with three different types of prostheses in two time periods. Outcomes were assessed based on the difference in the preoperative and postoperative audiogram. Preoperative and postoperative air-bone gap (ABG), air and bone conduction thresholds were evaluated. The Schuknecht prosthesis was implanted in 66, Richards in 41 and Causse in 75 operations. Schuknecht and Richards prostheses were implanted in 1993-2003 time period, and Causse during 2017-2019. Demographic data show that patients with Causse prostheses are 7-8 years older than patients with Schuknecht and Richards prostheses on average. Also the ratio of women and men with implanted Causse prosthesis is 2:1, while in the other two groups it is 5:1. Patients with Causse prosthesis had higher air conduction thresholds preoperatively compared to the other two groups. The results of pure tone audiometry show that Schuknecht prosthesis is worse than Richards and Causse at all parameters of pure tone audiometry. Richards prosthesis achieves better ABG closure in 250, 500, and 1000 Hz than Causse prosthesis, while Causse prosthesis is better at 4000 Hz. Causse prosthesis also achieved a better reduction of the air conduction threshold than Richards prosthesis at 4, 6, and 8 thousand Hz. The obtained results show that Causse prosthesis achieved the best ratio of good and not so good results in the speech area, although it is not the best at all frequencies individually.

Key words: stapedotomy, ABG, air conduction, Causse prosthesis, Richards prosthesis, Schuknecht prosthesis

# 1. Uvod

## 1.1. Slušni sustav

Kao jedan od glavnih osjetilnih sustava, slušni sustav je veoma složen. Pri opisivanju njegove anatomije i fiziologije većina autora opisivanje počinje prateći slušni podražaj i završava osjetom sluha, stoga će se i ovo poglavlje razvijati na isti način. Uho je organ koji upotpunjuje dvije funkcije, slušnu i ravnotežnu funkciju. Problematika ovog rada odnosi se u potpunosti na slušnu funkciju i samo će ista biti opisivana u daljnjem tekstu. Uho se anatomski sastoji od tri dijela. Vanjskog, srednjeg i unutarnjeg uha.

Vanjsko uho čini uška i zvukovod. Uška je građena od hrskavice presvučene kožom i služi usmjeravanju zvučnih valova prema zvukovodu. Zvukovod je kanal, varijabilnih proporcija unutar ljudske populacije u prosjeku 2.5 centimetara dug i 0.7 centimetara širok, koji služi prijenosu zvučnih valova prema unutarnjem uhu (1). Zbog svoje građe i rezonantnih karakteristika on izdvaja amplitude zvučnih valova frekvencija između 3000 i 12000 herca zbog čega dolazi do relativnog pojačanja u odnosu na ostatak frekvencijskog spektra. Njegova vanjska trećina je građena od hrskavice, dok su unutarnje dvije trećine koštane. Kanal je u potpunosti presvučen kožom. U njegovoj vanjskoj trećini koža je deblja te se tu mogu naći dlačice i apokrine žlijezde koje luče cerumen dok je koža na unutarnje dvije trećine tanja i osjetljivija. Granica vanjskog i srednjeg uha je bubnjić.

S vanjske je strane presvučen kožom, a s unutarnje sluznicom (2). Zvučni valovi koji dolaze na njegovu površinu prenose energiju i uzrokuju titranje bubnjića koji tu energiju predaje slušnim košćicama. On je podijeljen u dvije regije, pars flaccida i pars tensa (3). Pars tensa je veći dio na kojem se nalazi umbo, područje na bubnjiću na koje je vezan držak čekića.

Srednje uho se nastavlja na unutarnju stranu bubnjića. Glavne strukture su tri slušne košćice, unutarnji otvor Eustahijeve cijevi i ulaz u mastoid. Držak čekića, koji je vezan za bubnjić, prenosi vibracije preko svog vrata na glavu. Glava čekića je vezana na nakovanj



koji dalje preko svog tijela i dugog kraka prenosi vibracije na glavu stremena. Posljedično, preko glave stremena, titraju krakovi i baza stremena. Kako je baza stremena uložena u ovalni prozor, njene vibracije uzrokuju tlačne valove koji djeluju na perilimfu. Prijenosom vibracija preko slušnih košćice povećava se tlak kojim zvučni val djeluje na dva načina. Prvenstveno, efektivna titrajna površina bubnjića je oko 14 puta veća od površine baze stremena pa je tako tlak kojim stremen tlači perilimfu 14 puta veći od onog kojim zrak tlači bubnjić. Povrh toga, slušne košćice djeluju kao poluga faktorom od oko 1.3 jer je držak čekića 1.3x duži od dugog nastavka nakovnja, tako da je tlak zapravo oko 18 puta veći ( $14 \times 1.3$ ). Ovaj izračun je samo grubi prikaz i vrijednosti su prosječne jer je titrajna površina bubnjića ovisna o frekvenciji (4). Tlak zvučnog vala može biti i smanjen prilikom putovanja kroz srednje uho. Za to su zaslužna 2 mišića, stapedius i tensor timpani. Mišić stapedius se veže na stremen, a tensor timpani za držak čekića. Prilikom snažnog zvučnog podražaja navedeni se mišići kontrahiraju i tako smanjuju titranje slušnih košćica. Ovaj fenomen se naziva akustički refleks i on štiti unutarnje uho od preglasnih zvukova (5).

Unutarnje uho se sastoji od koštanog i membranoznog labirinta. Koštani labirint čine vestibulum, pužnica i polukružni kanalići i ove su strukture ispunjene perilimfom. Membranozni labirint se nalazi unutar koštanog i ispunjen je endolimfom, a u ovom radu će biti opisan samo jedan njegov dio, duktus kohlearis. Kako je unutarnje uho vrlo složen sustav, koji je zaslužan i za percepciju ravnoteže uz svoju slušnu funkciju, dijelovi vezani uz ravnotežni sustav neće biti opisivani. Glavna struktura slušnog sustava u unutarnjem uhu je pužnica. Pužnica je građena od središnje piramide nazvane modiolus oko koje je 2.75 puta namotana cijev pužnice (6). Modiolus sadrži krvne žile i živce, a pužnica je podijeljena na tri prostora koji se nazivaju skala vestibuli, skala media i skala timpani. Skala vestibuli i skala timpani ispunjene su perilimfom i međusobno su povezane otvorom na vrhu pužnice koji se naziva helikotrema. Skala vestibuli je zatvorena bazom stremena, a skala timpani membranom timpani sekundariom. Kako je baza stremena uložena u ovalni prozor, prilikom titranja stremena pokreće se perilimfa u skali vestibuli i zvučni val se prenosi sve do okruglog prozora i membrane timpani sekundarie. Prethodna rečenica opisuje zračnu vodljivost, ali postoji i drugi mehanizam kojim je moguće pokrenuti perilimfu. Ako vibracije ne dolaze preko slušnih košćica, već preko okolne kosti na koštani

labirint i pokreću perilimfu radi se o koštanoj vodljivosti. Kako je perilimfa nestlačiva, da bi bilo moguće prenijeti zvučni val membrana timpani sekundarija je elastična. Zbog tog svojstva ona također ublažava kretanje perilimfe i prekid zvučnog vala. Skalu mediu, koja se nalazi između skale timpani i vestibuli, čini duktus kohlearis, trokutasta struktura koja slijepo završava u vrhu pužnice. Ona je odijeljena od skale timpani bazilarnom membranom koja leži na lamini spiralis osea, a od skale vestibuli membranom vestibularis, dok je njena vanjska strana omeđena striom vaskularis koja proizvodi endolimfu. Skala media je također i dom Cortijevog organa o kojem će biti riječi u sljedećem odlomku. Još jedna važna karakteristika pužnice je to da je organizirana po principu tonotopije, što znači da je određeni dio pužnice zadužen za određenu frekvenciju. Baza pužnice je tvrđa i uža od njenog vrha i stoga se na bazi bolje registriraju više frekvencije, dok se pri njenom vrhu, koji je širi i fleksibilniji, bolje registriraju niže frekvencije (7).

Cortijev organ nalazi se na bazilarnoj membrani i on je slušni osjetilni organ. Sastoji se od Cortijevog tunela, unutarnjih i vanjskih stanica s dlačicama, potpornih stanica i membrane tektorijske. Cortijev tunel je ispunjen kortilimfom i okružen stupičastim stanicama. On odvaja unutarnje od vanjskih stanica s dlačicama. Stanice s dlačicama su glavne receptivne stanice za slušne podražaje. Unutarnje stanice s dlačicama su poredane u jednom redu i pretežito povezane aferentnim živčanim vlaknima dok su vanjske poredane u 3 do 4 reda i povezane su pretežito eferentnim živčanim vlaknima. To govori o njihovoj funkciji i stoga možemo zaključiti da uglavnom unutarnje stanice primaju slušni podražaj, a vanjske moduliraju funkciju unutarnjih stanica s dlačicama. Svaka stanica ima mnoštvo dlačica koje su poredane tako da se njihova duljina povećava prema centru stanice. Smatra se da se tako omogućuje bolja mogućnost modulacije tona (8). Potporne stanice se nalaze između stanica s dlačicama i samo ime govori o njihovoj funkciji. Membrana tektorijska građena je od želatinoznog matriksa i leži iznad navedenih stanica te su u nju uložene dlačice unutarnjih i vanjskih stanica. Kad se pokrene perilimfa u skali vestibuli ona uzrokuje pomicanje bazilarne membrane i posljedično tome otklon dlačica na stanicama s dlačicama. Tada stanice s dlačicama otpuštaju neurotransmiter glutamat i podražuju živčane završetke.

Prijenos živčanog impulsa počinje tako što stanice s dlačicama otpuste glutamat. Kako do njih dolaze dendriti bipolarnih stanica spiralnog ganglija koji se nalazi u lamini spiralis osei, oni svojim receptorima vežu glutamat i nastaje akcijski potencijal koji se širi dalje njegovim aksonima. Aksoni spiralnog ganglija čine kohlearni dio osmog kranijalnog živca i završavaju u dorzalnim i ventralnim kohlearnim jezgrama s obje strane produžene moždine. Dalje slušna vlakna idu preko gornje olivarne jezgre, lateralnog lemniskusa, donjih kolikula i medijalnog genikulatnog tijela te završavaju u slušnoj kori. Na svom putu, neka živčana vlakna se križaju, a neka nastavljaju istom stranom i zato su na kraju rezervirana područja za oba uha u svakoj moždanoj hemisferi (9)

Gluhoća nastaje ako izostane funkcionalnost bilo koje od gore navedenih struktura. Postoje tri tipa oštećenja sluha. Provodna naglušost, zamjedbena naglušost i mješoviti tip naglušosti koji uključuje provodnu i zamjedbenu naglušost. Provodna naglušost nastaje ako se poremeti bilo koja struktura koja sudjeluje u prijenosu zvuka do stanica s dlačicama u Cortijevom organu. Zamjedbena naglušost nastaje zbog poremećaja funkcije stanica s dlačicama i živaca koji signal prenose do moždane kore. Ovisno o tipu bolesti koji izaziva oštećenje sluha, ona može biti jednog od ova tri tipa ili početi jednim pa završiti drugim tipom (10).

## **1.2. Otokleroza**

Otokleroza je progresivna degenerativna bolest sljepoočne kosti čiji uzrok još u potpunosti nije razjašnjen. Može uzrokovati gubitak sluha, šum i vrtoglavica kao zasebne entitete ili kao njihovu kombinaciju. Liječi se slušnim pomagalicama, farmakološki ili operativno.

### **1.2.1. Epidemiologija**

Otokleroza je dosta česta bolest kojom su od svih rasa najviše pogođeni bijelci (11). Njena prevalencija u Europljana je 0.1-2.1 % ovisno o istraživanim populacijama (12,13,14). Kako postoje termini histološka i klinička otokleroza, razumljivo je da će se podatci o prevalenciji razlikovati. Podatci o histološkoj otoklerozu dobivaju se pri rutinskim obdukcijama ljudi koji nisu imali kliničkih simptoma i baziraju se na histološkoj analizi struktura uha. Prevalencija histološke otokleroze može biti čak do 10% (15). Klinička otokleroza podrazumijeva naglušnost zbog prisustva osteosklerotičnih žarišta na mjestima koja sudjeluju u prijenosu zvuka. Prevalencija kliničke otokleroze je 0.3% (14). Bolest može nastupiti u bilo kojoj životnoj dobi, ali najčešće počinje u trećem desetljeću (11,15). Najčešće je bilateralna (70-85%), a skoro uvijek započinje samo na jednom uhu i tek nakon nekog vremena razvija se i na drugom (12). Klinička otokleroza je učestalija u žena nego u muškaraca oko dva puta (13,15). 60% pacijenata s otoklerozom navodi postojanje bolesti u obitelji (16).

### **1.2.2. Etiologija**

Usprkos mnogim istraživanjima, jedinstven uzrok otokleroze nije identificiran. Današnje mišljenje je da ona nastaje zbog raznih okolišnih i genetskih čimbenika. Ovo poglavlje će

opisati kako na razvoj otoskleroze djeluju određeni geni, upala, virus ospica, hormoni i oksidativni stres.

Potvrđeno je da je otoskleroza autosomno dominantna bolest sa penetracijom gena od 40%. Usprkos tome postoji znatan broj kliničkih slučajeva (40-50%) koji se vode kao sporadični. Ti slučajevi ne prate Mendelovsko nasljeđivanje i oni su karakterizirani kao složeni oblik otoskleroze kojeg uzrokuju i okolišni čimbenici. Iako su potvrđeni razni lokusi na nekoliko kromosoma vezani uz otoskleroza, još nije identificiran gen koji bi ju uzrokovao. Pronađena je veza između ekspresije COL1A1 gena, koji sudjeluje u kodiranju za kolagen tip 1, i otoskleroze. Također 2 gena koji kodiraju 2 faktora rasta, BMP2 i BMP4, povezani su s otosklerozom. Nadalje, postoje dokazi da povišene vrijednosti angiotenzina utječu na otoskleroza, iako se točna uzročno-posljedična veza mora utvrditi. Dokazi koji spominju HLA sustav gena i autoimunost na kolagen tip 2 kojeg kodira gen COL2A1, su dvojaki (16).

Postoje studije koje potvrđuju djelovanje upalnih i regulatornih citokina u nastanku otoskleroze. Važnu ulogu imaju TNF- $\alpha$ , OPG, RANK, RANK-L, IL-1, IL-6 i neke komponente komplementa. U početnim fazama otoskleroze iz osteosklerotičnih žarišta se luče enzimi poput elastaza i kolagenaza te upalni citokini koji utječu na remodelaciju kosti. Moguće je da prodru u perilimfu i oštete vanjske stanice s dlačicama te tako izazovu zamjedbeno oštećenje sluha koje se javlja u otosklerozi (16).

U mnogim radovima je virus ospica potvrđen u osteosklerotičnim žarištima. Također postoje radovi koji to opovrgavaju. No sigurno je da virus ospica pokazuje organotopizam za otičku kapsulu, dio unutarnjeg uha. U prilog teoriji da je virus ospica povezan s otosklerozom ide i rad koji predlaže da je smanjenje incidencije otoskleroze uzrokovano cijepljenjem protiv ospica. Iz toga proizlazi da virus ospica može biti okidajući faktor za upalu, koja će uzrokovati otoskleroza u nekih pacijenata (16).

Estrogen je hormon koji smanjuje resorpciju kosti i njegov nadomjestak u menopauzi sprječava osteoporozu, ali nije uočena jasna povezanost estrogena i otoskleroze. Neki radovi zaključuju da je njegovo djelovanje ovisno o vrsti estrogenskih receptora, koji su promijenjeni na površini stanica podložnih otosklerozi. Paratireoidni hormon ima ulogu u

metabolizmu kosti i stoga je istraživani i njegov učinak na otosklerozu. Utvrđeno je da je potrebna veća količina paratireoidnog hormona da bi se aktivirala adenilat ciklaza u stanicama stremena i da je smanjena količina receptora za paratireoidni hormon u stanicama osteosklerotičnih žarišta. Zato je stvorena hipoteza da abnormalni odgovor na paratireoidni hormon može utjecati na razvoj otoskleroze (16).

Oksidativni stres je jedan od uzroka gubitka sluha povezanih uz starost, buku i lijekove. Kako angiotenzin 2 djeluje preko signalnog puta koji sadrži kisikove radikale, moguće je da se oni pojačano stvaraju u osteosklerotičnim žarištima. Iz njih mogu preko kosti dospjeti u unutarnje uho i uzrokovati zamjedbenu naglušnost (16).

### **1.2.3. Patogeneza**

Patogeneza otoskleroze je kompleksna i još nije do kraja istražena, no u navedenim odlomcima bit će opisani do sada poznati mehanizmi.

Većina saznanja o tijeku bolesti pristigla je iz histoloških preparata obduciranih koji su bolovali od ove bolesti. Histološki postoje tri stadija otoskleroze. Prvi je stadij osteospongioze. U osteospongiotičnim žarištima je prisutno mnoštvo aktivnih stanica i osteoklasta koji apsorbiraju koštani materijal oko krvnih žila i omogućuju bolju mikrovaskularizaciju. Povećana vaskularizacija dovodi veće količine upalnih medijatora i aktivnih stanica. U prijelaznom stadiju osteoblasti produciraju novu kost, ali ona još nije tako gusta kao u kasnoj fazi. U kasnoj fazi kost zbog povećanog stvaranja postaje sklerotična i gusta, a prostori oko krvnih žila se sve više sužuju. Proces počinje u endohondralnoj kosti i kako napreduje širi se na endost i periost (16).

Oštećenje sluha u otosklerozi može biti provodno, zamjedbeno i mješovito. Provodno oštećenje sluha nastaje zbog toga što osteosklerotični plakovi nastaju na mjestima koja provode zvučne valove. Najčešće je to na bazi stremena (16). Pri tome je stremen fiksiran u ovalnom prozoru što onemogućava prijenos vibracija i kretanje perilimfe. Rjeđe se osteosklerotični plakovi mogu javiti u području okruglog prozora (16). Kako oni onemogućavaju titranje membrane timpani sekundarije, to također ometa pokretanje

periliimfe. Na ostalim dijelovima koji provode zvuk osteosklerotični plakovi nastaju vrlo rijetko (16). Mehanizam zamjedbenog oštećenja je slabo poznat. Iz do sada prisutnih dokaza vjerojatno nastaje zbog nepovoljnog djelovanja proteolitičkih enzima, kisikovih radikala i upalnih citokina na stanice s dlačicama (17).

#### **1.2.4. Klinička slika**

Bolesnici se najčešće javljaju u tridesetim godinama, iako bolest može početi u bilo kojoj dobi. Dominantni problem s kojim se pacijenti javljaju u otorinolaringološku ambulantu je naglušost koja progredira. Ona je u početku bolesti najčešće jednostrana, ali u skoro 80% pacijenata tijekom vremena bit će zahvaćena oba uha (16). Uz naglušost, tinitus je drugi simptom po učestalosti i pojavljuje se u više od 70% pacijenata. U 20% pojavljuju se vestibularni simptomi (18)

Bolesnici kažu kako nemaju problema s razumijevanjem onoga što druga osoba govori dok god ona govori glasno. Također često navode kako imaju dojam da čuju bolje ako postoji pozadinska buka. Ovaj fenomen se naziva Willisova parakuzija i događa se zbog toga što provodna naglušost smanjuje intenzitet pozadinske buke koja bi inače smetala (19). Naglušost je u početku bolesti skoro uvijek provodna, a kako se bolest razvija pojavljuje se i zamjedbena naglušost u oko 9% pacijenata (18). U tom slučaju pacijent više ne razumije dobro što druga osoba govori, a pozadinska buka smeta više nego prije (20).

#### **1.2.5. Dijagnostika**

Za pravilnu i pravovremenu potvrdu otoskleroze potrebno je upotrijebiti nekoliko dijagnostičkih testova. U ovom poglavlju bit će opisani klinički postupci koji omogućuju dijagnosticiranje otoskleroze. To su anamneza, otoskopija, akumetrija, tonska audiometrija, timpanometrija, kohleostapesni refleks i CT visoke rezolucije (21).

Anamneza je najjednostavnija i najjeftinija metoda kojom dobivamo mnoštvo informacija o pacijentu koje nas mogu usmjeriti prema određenim dijagnostičkim metodama i stoga je treba pažljivo ispitati. Anamnestički podatci indikativni za otoskleroze odgovaraju onima opisanima u prethodnom poglavlju o kliničkoj slici. Osim tih podataka, vrijedna informacija je i podatak o postojanju otoskleroze u obitelji (19).

Otoskopski pregled je u većini oboljelih od otoskleroze bez osobitosti. U malog broja pacijenata može se u prvoj fazi otoskleroze uočiti Schwartzov znak. To je crvenkasto prosijavanje krvnih žilica kroz bubnjić zbog hipervaskularizacije promotorija u prvoj fazi bolesti. Otoskopiju uglavnom provodimo da bismo se uvjerali u prohodnost zvukovoda i izostanak patologije vanjskog uha (19,21).

Akumetrijski testovi koji se koriste u dijagnostici otoskleroze su Weberov i Rinneov test. Akumetrija se započinje prvo testom bez imena, gdje se uspoređuje sluh ispitanika i ispitivača, te se bilježi eventualno uho na koje čuje skraćeno. Tek nakon poznatog podatka da ispitanik na neko uho čuje skraćeno, pokus po Weberu dobiva na dijagnostičkoj vrijednosti. Weberov pokus se provodi tako da postavimo prethodno zatitranu glazbenu ugađalicu na kožu koja je blizu kosti u medijalnoj liniji glave, najčešće na čelo ili na bradu. Pacijent će lokalizirati zvuk u ono uho na kojem postoji provodna naglušnost. Ako su oba uha zahvaćena, percipirat će zvuk u jače zahvaćenom uhu. Ako se radi o zamjedbenom oštećenju sluha, zvuk će biti lokaliziran u nezahvaćenom uhu. Rinneov test se izvodi tako da ispitivač zatitra glazbenu ugađalicu i postavi je 2-3 centimetra od vanjskog zvukovoda. Kada bolesnik kaže da je prestao čuti zvuk ugađalice se prisloni na kost mastoida bez da se ponovo zatitra. Ako nakon prisanjanja pacijent čuje zvuk, to znači da ima provodni tip naglušnosti i rezultat testa se bilježi kao Rinne negativan. U Rinneovom testu se može koristiti ugađalica od 256 Hz i ona je indikativna za koštano-zračni prozor (ABG) od 10 do 15 dB, ili od 512 Hz i ona je indikativna za ABG do 20 do 25 Hz. Zračno-koštani prozor je razlika zračne i koštane vodljivosti pri nekoj frekvenciji, a ako je veća od 10 dB smatra se patološkom (19).

Tonska audiometrija je tradicionalno korištena metoda za dijagnozu otoskleroze (22). Na audiogramu se prikazuju pragovi za zračnu i koštanu vodljivost u dB pri određenim frekvencijama (najčešće 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz za zračnu vodljivost).



Ako su pragovi za zračnu vodljivost veći od 25 dB, audiogram se smatra patološkim. Tipični audiogram pacijenta s otosklerozom prikazuje ABG koji je u početku bolesti veći pri nižim frekvencijama, a kako bolest progredira ABG se povećava na svim frekvencijama. Također često postoji gubitak koštane vodljivosti pri 2000 Hz bez gubitka u zračnoj vodljivosti pri istoj frekvenciji. Taj fenomen se naziva Carhartov zubac i nastaje zbog promjene u impedanciji otičke kapsule zbog fiksacije stremena i nije posljedica zamjedbenog oštećenja (21).

Timpanometrija je dijagnostički test koji procjenjuje funkciju srednjeg uha. Izvodi se tako da se zvučnik, mikrofon i manometar. Cijelo vrijeme snimanja odašilje se ton iste frekvencije i jačine, mijenja tlak u vanjskom uhu i mjeri reflektirani zvuk. Kako se najviše zvuka prenese kroz bubnjić kad su tlakovi u vanjskom i srednjem uhu jednaki, a manje kada se oni razlikuju, nalaz timpanometrije se prikazuje kao krivulja efikasnosti provođenja zvuka. Postoje tri glavna tipa timpanometrijske krivulje: A, B i C krivulja. U otosklerozi se pojavljuje tip A ili njegova modifikacija As. To znači kako je u otosklerozi tlak u vanjskom i srednjem uhu jednak, što isključuje akutni proces poput infekcije. Krivulja tipa As govori kako je efikasnost provođenja smanjena, odnosno impedancija povećana iako nema akutnog procesa u srednjem uhu. To se događa zbog učvršćenja stremena u ovalni prozor (23).

Ispitivanje akustičkih refleksa (kohleostapesni refleks), ključno je za postavljanje dijagnoze otoskleroze. Prilikom izlaganja uha glasnom zvuku, mišići stapedius i tensor timpani se kontrahiraju i smanjuju prienos zvuka kroz srednje uho. Refleks se opaža u zdravog čovjeka neovisno o tome podraži li se jedno ili oba uha istovremeno. U otosklerozi javlja se izostanak akustičnih refleksa na zahvaćenom uhu bilo da podražaj dolazi ipsilateralno ili kontralateralno. Takav nalaz može se uočiti vrlo rano u nastanku otoskleroze (19,23).

Iako se vrlo često dijagnoza otoskleroze postavi pomoću pravilne anamneze i audiometrijskog ispitivanja, u kompliciranijim slučajevima može se koristiti CT visoke rezolucije. Osteosklerotična žarišta će se na CT-u vidjeti kao hipodenzna područja unutar kosti normalnog denziteta. Nalaz CT-a može potvrditi dijagnozu otoskleroze, ali ako je

negativan ne mora značiti da otoskleroza možemo isključiti. Glavni razlozi zbog kojih se ova metoda rijetko primjenjuje su zračenje i cijena (21).

### **1.2.6. Liječenje**

Liječenje otoskleroze kakvo danas poznajemo uključuje medikamentoznu terapiju, slušna pomagala, operativno liječenje s ugradnjom proteze u srednje uho, i ugradnju umjetne pužnice.

Lijekovi koji se koriste u terapiji otoskleroze su natrijev fluorid i bisfosfonati. Natrijev fluorid usporava progresiju provodne i zamjedbene naglušnosti ako se daje u dozi od 15 do 20 mg/dan u početku bolesti. Smatra se da djeluje tako što antagonizira remodeliranje kosti inhibirajući osteoklaste. Tako stabilizira osteosklerotične plakove i smanjuje proizvodnju enzima, ali ne može antagonizirati već nastale lezije. Najčešće nuspojave su gastrointestinalne prirode, ali mogu se javiti i artralgijske i plantarni fascitis. Kako prolazi kroz placentu, ne preporučuje se za vrijeme trudnoće. Ne preporučuje se ni u bolesnika sa zatajenjem bubrega jer se preko njega izlučuje. Bisfosfonati djeluju na metabolizam osteoklasta inducirajući njihovu apoptozu i tako smanjuju proizvodnju enzima i pregradnju kosti. U ovu skupinu spadaju alendronat, risedronat i zolendronat. Postoje istraživanja koja govore da bisfosfonati smanjuju progresiju otoskleroze. Najčešće nuspojave su gastrointestinalne, zatim bolovi u kostima i artritis, a mogu dovesti i do prijeloma kostiju. Također je opisana osteonekroza mandibule uz njihovu primjenu. Medikamentozna terapija bi se trebala razmatrati u početku bolesti, dok je još u stadiju osteospongioze jer je dokazano da smanjuje progresiju i ublažava simptome otoskleroze (24,25).

Slušna pomagala su alternativni oblik simptomatskog liječenja u pacijenata koji nisu kandidati za operativno liječenje ili imaju zamjedbeni gubitak sluha. Ono dolazi u obzir ako pacijent ima gubitak sluha veći od 25 dB. Slušna pomagala pojačavaju intenzitet zvuka i mogu se podesiti da pojačavaju zvuk različito na različitim frekvencijama, ovisno o pacijentovom audiogramu. Nedostatci su im visoka cijena i iritacija kože. Postoje i slušna pomagala koja se mogu implantirati u srednje uho. Ona funkcioniraju tako da se

implantiraju na neku od slušnih košćica i vibriraju te tako prenose zvuk. Drugi tip implantabilnih slušnih pomagala su ona koja se implantiraju u temporalnu kost i tako prenose vibracije do pužnice. Implantabilna slušna pomagala su skupa i vrlo se rijetko koriste (22).

Operativno liječenje otoskleroze je jednodnevni zahvat koji se može provoditi pod općom ili lokalnom anestezijom. Njime omogućujemo normalan prijenos zvučnih valova do unutarnjeg uha. Postoje dvije vrste operacija, stapedektomija i stapedotomija. U stapedektomiji se odstrani baza stremena i krakovi te se na njihovo mjesto stavi proteza koja se poveže drugim krajem za nakovanj. U stapedotomiji se u bazi stremena napravi rupica pomoću svrdla ili lasera u koju se stavi proteza povezana za nakovanj. Danas se u velikoj većini slučajeva provodi stapedotomija zbog manje učestalosti komplikacija. Indikacije za zahvat su postojanje konduktivnog oštećenja, ABG većeg od 20 dB, diskriminacija govora veća od 60% i dobro fizičko zdravlje. Komplikacije su rijetke i u više od 90% pacijenata se uočava poboljšanje. Komplikacije mogu uključivati gluhoću, nekrozu nakovnja, perforaciju bubnjića, ozljedu facijalisa, gusher perilimfe, subluksaciju baze stremena i vrtoglavicu. Gusher perilimfe je naglo istjecanje perilimfe u srednje uho prilikom operacije. Zbog toga što je otoskleroza progresivna bolest reviziju će trebati učiniti u 10-20% operiranih. Također postoje dokazi koji govore u prilog ubrzanju tijeka bolesti nakon operativnog zahvata (22,26).

Umjetnu pužnicu može se ugraditi kod bolesnika s otosklerozom ako za to postoji indikacija, a to je velika zamjedbena komponenta oštećenje sluha. Prethodno je neophodno napraviti dobru radiološku dijagnostiku i potvrditi dobru prohodnost pužnice, koja može biti smanjena zbog intrakohlearnih osteosklerotičkih žarišta. Dokazano je kako u otosklerozi veću učinkovitost ima kirurško liječenje uz slušno pomagalo ako je to potrebno (22).

### 1.3. Tipovi proteza

Povijest proteza korištenih u stapedektomiji počinje 1956. kada John J. Shea uklanja stremen i ugrađuje prvu protezu načinjenu od teflona. Kako je operacija bila vrlo uspješna pobudila je veliko zanimanje među otolozimima. Od tada pa sve do danas razvijale su se razne tehnike operacije i vrste proteza. Schuknecht je 1960. razvio protezu od žice i masnog tkiva koja je bila pripremana tijekom operacije. Žica je zavijena na jednom kraju kako bi se povezala na nakovanj, dok je na drugom kraju vezan čvor oko prethodno uzetog masnog tkiva i veziva, koji se umeće na mjesto stremena. Glavni nedostaci ove proteze su moguća dislokacija žice i adhezije u vestibulumu (27).

Kako se razvijala operacijska tehnika, stapedektomiju je polako zamjenjivala stapedotomija zbog mnogih prednosti. Zbog toga se razvijaju proteze s klipom koje su rađene od raznih materijala i njihovih kombinacija. Shea je konstruirao protezu koja je u potpunosti od teflona, a danas se rabe teflonske proteze poput Causseove ili Richardsove. Polako su komercijalne proteze zamjenjivale one rađene prilikom operacije zbog pojednostavljivanja zahvata, skraćivanja vremena trajanja i da bi se osigurala jednaka kvaliteta proteze. Steinbach je 1990. napravio protezu od zlata, ali ona je brzo napuštena jer je izazivala zamjedbenu naglušost zbog reakcije na zlato. Novi materijal koji je veoma obećavajuć je titan zbog svojstva da pamti prvotni oblik i Wengen radi proteze u kojima kombinira zlato i titan da bi se olakšala fiksacija za nakovanj. Također su napravljene proteze od teflona i slitine nikla i aluminijska koja kad se zagrije na 45°C se suzi, što omogućava lakšu fiksaciju za nakovanj (26,27).

U operacijama analiziranim u ovom radu korištene su Schuknechtova, Richardsova i Causseova proteza.

## **2. Hipoteza**

Causseova proteza ne postiže bolje zatvaranje ABG od Richardsove i Schuknechtove proteze na svim frekvencijama govornog područja.

### **3. Ciljevi rada**

Glavni cilj:

Usporediti prag sluha nakon operacije stremena uz korištenje tri različita tipa proteze.

Specifični ciljevi:

1. Utvrditi koja proteza ima najbolje rezultate na frekvencijama 4-6 kHz, promatrano prema pragu zračne vodljivosti.
2. Identificirati protezu koja postiže najbolje zatvaranje ABG na niskim frekvencijama (250 i 500 Hz).

## 4. Materijali i metode

Podaci o pacijentima za vremenski period od 19 mjeseci u trajanju od listopada 2017. do travnja 2019. prikupljeni su iz operacijskih protokola u Klinici za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra „Sestre milosrdnice“. Uključeni su podaci o svakom pacijentu koji je pod operativni zahvat imao navedeno „stapedotomija“. Iz operacijskih protokola su dobiveni ime, prezime, datum operacije i operirana strana. Za svakog pojedinog pacijenta su pomoću podataka iz operacijskih protokola u programu OtoAccess® prikupljeni podatci o rezultatima tonske audiometrije. Ti podatci uključuju slušne pragove u decibelima (dB) za zračnu vodljivost na svakoj od pojedinih frekvencija od 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 i 8000 herca (Hz) i za koštanu vodljivost na svakoj od pojedinih frekvencija od 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz. Svaki pacijent imao je podatke iz tonških audiograma snimanih prije operativnog zahvata i prosječno godinu dana nakon operativnog zahvata. U slučaju da pacijentu nedostaje 1 od tonških audiograma pacijent je isključen iz analize.

Navedeni podatci uspoređeni su s podacima o stapedotomijama od siječnja 1993. do ožujka 2003. koji su dobiveni na korištenje od Klinike za otorinolaringologiju i kirurgiju glave i vrata Kliničkog bolničkog centra „Sestre milosrdnice“.

Prethodno definirani podatci uneseni su u tablicu programa Microsoft Excel. To su demografski podatci (dob i spol), strana na kojoj je učinjena stapedotomija, te rezultati tonske audiometrije (navedeni u prethodnom odlomku) prije operacije i prosječno godinu dana nakon operacije.

Podatci su grupirani po protezama. Da bi se mogli usporediti pragovi sluha, za svaku protezu je izračunata prosječna zračna vodljivost prije i poslije operacije pri frekvencijama od 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 i 8000 Hz. Također je za svaku protezu izračunat ABG iz zračne i koštane vodljivosti prije operacije pri frekvencijama od 250, 500, 1000, 2000 i 4000 Hz (predoperacijski ABG). On je uspoređen s ABG-om izračunatim iz zračne vodljivosti nakon operacije i koštane vodljivosti prije operacije pri istim frekvencijama (postoperacijski ABG). Pacijenti su prema veličini postoperacijskog ABG-a podijeljeni u 3

kategorije. Do 11 dB, od 11 do 20 dB i više od 20 dB. Korištene su Richards Platinum Fluoroplastic Piston proteze promjera 0,6 mm, Causse Fluoroplastic Large Loop proteze promjera 0,4 mm i Schuknecht proteza od nehrđajuće žice (žica+vezivo), ručno rađena intraoperativno.



## 5. Rezultati

U vremenskom periodu od 19 mjeseci u trajanju od listopada 2017. do travnja 2019. izvršena je 121 stapedotomija na 42 muška i 79 ženskih pacijenata. U trenutku operacije obostran patološki nalaz imalo je 56 (46.3%) pacijenata, samo desnostran 32 (26.4%), a samo lijevostran 33 (27.3%). Podatci o 8 pacijenata nisu pronađeni u bazi podataka programa OtoAccess® i stoga ih je bilo nemoguće uključiti u analizu. Od preostalih 113 stapedotomija čiji podatci su pronađeni u bazi podataka, njih 38 nije posjedovalo podatke o tonskom audiogramu nakon operacije i zbog toga su ti podatci isključeni iz analize. U analizu su uključeni podatci o 75 stapedotomija od čega je 47 žena i 28 muškaraca. Prosječna dob prilikom operacije iznosi 50 godina, a raspon godina je 18-72. 32 operacije su obavljene na lijevom, a 43 na desnom uhu. U svakoj operaciji ugrađena je Causse proteza. Navedeni demografski podatci uspoređeni su s demografskim podacima ostalih proteza i navedeni u Tablici 1. Pri govornim frekvencijama ( 500, 1000, 2000, 4000 Hz ) prosječni postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 84% pacijenata, od 11 do 20 dB 11%, a veći od 20 dB 5%. Pri 250 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 45% pacijenata, od 11 do 20 dB 36%, a veći od 20 dB 19%. Pri 500 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 77% pacijenata, od 11 do 20 dB 15%, a veći od 20 dB 8%. Pri 1000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 81% pacijenata, od 11 do 20 dB 14%, a veći od 20 dB 5%. Pri 2000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 92% pacijenata, od 11 do 20 dB 5%, a veći od 20 dB 3%. Pri 4000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 84% pacijenata, od 11 do 20 dB 12%, a veći od 20 dB 4%. Navedeni podatci o postoperacijskom ABG-u uspoređeni su s podacima o postoperacijskom ABG-u ostalih proteza i navedeni u Tablici 2. Prosječni postoperacijski ABG iznosi 4.4 dB. Pri 250 Hz on iznosi 15 dB, pri 500 Hz 5 dB, pri 1000 Hz 4 dB, pri 2000 Hz -5 dB, a pri 4000 Hz 3 dB. Prosječno smanjenje ABG-a 25.2 dB. Pri 250 Hz ono iznosi 33 dB, pri 500 Hz 31 dB, pri 1000 Hz 26 dB, pri 2000 Hz 19 dB, a pri 4000 Hz 17 dB. Navedene vrijednosti prosječnih postoperacijskih ABG-ova i prosječnog smanjenja postoperacijskih ABG-ova uspoređeni s vrijednostima drugih proteza mogu se naći u Tablici 3. Prosječni predoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz

iznosi 59 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 62 dB, 60 dB, 58 dB, 51 dB, 54 dB, 63 dB i 62 dB. Prosječni postoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz iznosi 38 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 30 dB, 29 dB, 32 dB, 33 dB, 37 dB, 51 dB, 55 dB. Tablica 4. prikazuje rezultate zračne vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama uspoređene s rezultatima drugih proteza. Prosječni predoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 28 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 15 dB, 24 dB, 28 dB, 38 dB i 34 dB. Prosječni postoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 27 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 16 dB, 23 dB, 28 dB, 33 dB i 34 dB. Rezultati koštane vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama, uspoređeni s rezultatima drugih proteza, mogu se naći u Tablici 5. Prosječno povišenje praga koštane vodljivosti za >10 dB pri frekvencijama 250-4000 Hz nakon operacije imala su 2 pacijenta (2.6%). Nije bilo pacijenata s totalnim oglušenjem.

U periodu od 122 mjeseca od siječnja 1993. do ožujka 2003. dobiveni su podatci o 272 stapedotomije na 219 žena i 53 muškarca. U analizu su uključeni podatci o 107 stapedotomija u kojima su ugrađivane 2 vrste proteza. Schuknechtova u 66 operacija, a Richardsova u 41 operaciji.

Od pacijenata kojima je ugrađena Schuknechtova proteza bilo je 55 žena i 11 muškaraca. Prosječna dob prilikom operacije iznosila je 44 godine, a raspon dobi 26-67 godina. 30 operacija je obavljeno na lijevom, a 36 na desnom uhu. Navedeni demografski podatci uspoređeni su s demografskim podacima ostalih proteza i navedeni u Tablici 1. Za Schuknechtovu protezu pri govornim frekvencijama prosječni postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 72% pacijenata, od 11 do 20 dB 14%, a veći od 20 dB 14%. Pri 250 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 62% pacijenata, od 11 do 20 dB 18%, a veći od 20 dB 20%. Pri 500 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 77% pacijenata, od 11 do 20 dB 8%, a veći od 20 dB 15%. Pri 1000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 67% pacijenata, od 11 do 20 dB 21%, a veći od 20 dB 12%. Pri 2000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 88% pacijenata, od 11 do 20 dB 11%, a veći od 20 dB 9%. Pri 4000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 65% pacijenata,

od 11 do 20 dB 15%, a veći od 20 dB 20%. Navedeni podatci o postoperacijskom ABG-u uspoređeni su s podacima o postoperacijskom ABG-u ostalih proteza i navedeni u Tablici 2. Prosječni postoperacijski ABG iznosi 5.2 dB. Pri 250 Hz on iznosi 11 dB, pri 500 Hz 2 dB, pri 1000 Hz 5 dB, pri 2000 Hz -1 dB, a pri 4000 Hz 9 dB. Prosječno smanjenje ABG-a 21.0 dB. Pri 250 Hz ono iznosi 28 dB, pri 500 Hz 27 dB, pri 1000 Hz 24 dB, pri 2000 Hz 18 dB, a pri 4000 Hz 8 dB. Navedene vrijednosti prosječnih postoperacijskih ABG-ova i prosječnog smanjenja postoperacijskih ABG-ova uspoređeni s vrijednostima drugih proteza mogu se naći u Tablici 3. Prosječni predoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz iznosi 53 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 56 dB, 56 dB, 53 dB, 48 dB, 48 dB, 57 dB i 55 dB. Prosječni postoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz iznosi 40 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 24 dB, 29 dB, 29 dB, 30 dB, 40 dB, 59 dB, 63 dB. Tablica 4. prikazuje rezultate zračne vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama uspoređene s rezultatima drugih proteza. Prosječni predoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 26 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 17 dB , 27 dB , 25 dB , 31 dB i 31 dB. Prosječni postoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 25 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 17 dB, 24 dB, 22 dB, 28 dB i 34 dB. Rezultati koštane vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama, uspoređeni s rezultatima drugih proteza, mogu se naći u Tablici 5. Prosječno povišenje praga koštane vodljivosti za >10 dB pri frekvencijama 250-4000 Hz nakon operacije imalo je 8 pacijenata (12.1%). Nije bilo pacijenata s totalnim oglušenjem.

Od pacijenata kojima je ugrađena Richardsova proteza bilo je 34 žene i 7 muškaraca. Prosječna dob prilikom operacije iznosila je 42 godine, a raspon dobi 26-67 godina. 20 operacija je obavljeno na lijevom, a 21 na desnom uhu. Navedeni demografski podatci uspoređeni su s demografskim podacima ostalih proteza i navedeni u Tablici 1. Za Richardsovu protezu pri govornim frekvencijama prosječni postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 86% pacijenata, od 11 do 20 dB 6%, a veći od 20 dB 8%. Pri 250 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 85% pacijenata, od 11 do 20 dB 7.5%, a

veći od 20 dB 7.5%. Pri 500 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 90% pacijenata, od 11 do 20 dB 0%, a veći od 20 dB 10%. Pri 1000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 88% pacijenata, od 11 do 20 dB 5%, a veći od 20 dB 7%. Pri 2000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 90% pacijenata, od 11 do 20 dB 5%, a veći od 20 dB 5%. Pri 4000 Hz postoperacijski ABG manji od 11 dB imalo je 76% pacijenata, od 11 do 20 dB 14%, a veći od 20 dB 10%. Navedeni podatci o postoperacijskom ABG-u uspoređeni su s podacima o postoperacijskom ABG-u ostalih proteza i navedeni u Tablici 2. Prosječni postoperacijski ABG iznosi 0.5 dB. Pri 250 Hz on iznosi 4 dB, pri 500 Hz -2 dB, pri 1000 Hz 0 dB, pri 2000 Hz -4 dB, a pri 4000 Hz 4 dB. Prosječno smanjenje ABG-a 23.6 dB. Pri 250 Hz ono iznosi 32 dB, pri 500 Hz 31 dB, pri 1000 Hz 26 dB, pri 2000 Hz 19 dB, a pri 4000 Hz 10 dB. Richardsova proteza postiže najbolje zatvaranje ABG-a pri niskim frekvencijama. Navedene vrijednosti prosječnih postoperacijskih ABG-ova i prosječnog smanjenja postoperacijskih ABG-ova uspoređeni s vrijednostima drugih proteza mogu se naći u Tablici 3. Prosječni predoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz iznosi 53 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 56 dB, 56 dB, 53 dB, 46 dB, 46 dB, 59 dB i 55 dB. Prosječni postoperacijski prag zračne vodljivosti pri frekvencijama 250-8000 Hz iznosi 35 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-8000 Hz on iznosi 24 dB, 25 dB, 26 dB, 27 dB, 36 dB, 52 dB, 54 dB. Tablica 4. prikazuje rezultate zračne vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama uspoređene s rezultatima drugih proteza. Prosječni predoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 27 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 20 dB , 27 dB , 26 dB , 31 dB i 32 dB. Prosječni postoperacijski prag koštane vodljivosti pri frekvencijama 250-4000 Hz iznosi 24 dB. Pri svakoj pojedinoj frekvenciji 250-4000 Hz on iznosi 18 dB, 25 dB, 23 dB, 24 dB i 29 dB. Rezultati koštane vodljivosti prije i poslije operacije po frekvencijama, uspoređeni s rezultatima drugih proteza, mogu se naći u Tablici 5. Prosječno povišenje praga koštane vodljivosti za >10 dB pri frekvencijama 250-4000 Hz nakon operacije imala su 3 pacijenata (7.3%). Nije bilo pacijenata sa zamjedbenom gluhoćom nakon zahvata.

Tablica 1. Demografski podatci za sve 3 vrste proteza.

| Demografski podatci              | CAUSSE | SCHUKNECHT | RICHARDS |
|----------------------------------|--------|------------|----------|
| DOB                              |        |            |          |
| Prosječna dob prilikom operacije | 50     | 44         | 42       |
| Raspon godina                    | 18-72  | 26-67      | 26-67    |
| SPOL                             |        |            |          |
| Žene                             | 47     | 55         | 34       |
| Muškarci                         | 28     | 11         | 7        |
| Ž:M                              | ≈2:1   | 5:1        | ≈5:1     |
| STRANA                           |        |            |          |
| Lijevo                           | 32     | 30         | 20       |
| Desno                            | 43     | 36         | 21       |

Tablica 2. Udjeli pacijenata s navedenim tipom proteze u određenoj skupini ABG-a ovisno o frekvenciji.

| Proteza    | Postoperacijski ABG | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz |
|------------|---------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| Causse     | ≤10 dB              | 45,0%  | 77,0%  | 81,0%   | 92,0%   | 84,0%   |
| Causse     | 11-20 dB            | 36,0%  | 15,0%  | 14,0%   | 5,0%    | 12,0%   |
| Causse     | >20 dB              | 19,0%  | 8,0%   | 5,0%    | 3,0%    | 4,0%    |
| Schuknecht | ≤10 dB              | 62,0%  | 77,0%  | 67,0%   | 80,0%   | 65,0%   |
| Schuknecht | 11-20 dB            | 18,0%  | 8,0%   | 21,0%   | 11,0%   | 15,0%   |
| Schuknecht | >20 dB              | 20,0%  | 15,0%  | 12,0%   | 9,0%    | 20,0%   |
| Richards   | ≤10 dB              | 85,0%  | 90,0%  | 88,0%   | 90,0%   | 76%     |
| Richards   | 11-20 dB            | 7,5%   | 0,0%   | 5,0%    | 5,0%    | 14%     |
| Richards   | >20 dB              | 7,5%   | 10,0%  | 7,0%    | 5,0%    | 10,0%   |

Tablica 3. Prosječne vrijednosti ABG-a za navedene proteze pri određenim frekvencijama.

| Proteza    | Frekvencija            | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz |
|------------|------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|
| CAUSSE     | Prijeoperacijski ABG   | 48 dB  | 36 dB  | 29 dB   | 14 dB   | 20 dB   |
|            | Poslijeoperacijski ABG | 15 dB  | 5 dB   | 4 dB    | -5 dB   | 3 dB    |
|            | Smanjenje ABG          | 33 dB  | 31 dB  | 26 dB   | 19 dB   | 17 dB   |
| SCHUKNECHT | Prijeoperacijski ABG   | 39 dB  | 30 dB  | 28 dB   | 17 dB   | 18 dB   |
|            | Poslijeoperacijski ABG | 11 dB  | 2 dB   | 5 dB    | -1 dB   | 9 dB    |
|            | Smanjenje ABG          | 28 dB  | 27 dB  | 24 dB   | 18 dB   | 8 dB    |
| RICHARDS   | Prijeoperacijski ABG   | 36 dB  | 29 dB  | 26 dB   | 15 dB   | 14 dB   |
|            | Poslijeoperacijski ABG | 4 dB   | -2 dB  | 0 dB    | -4 dB   | 4 dB    |
|            | Smanjenje ABG          | 32 dB  | 31 dB  | 26 dB   | 19 dB   | 10 dB   |

Tablica 4. Prosječne vrijednosti predoperativnog i postoperativnog praga zračne vodljivosti pacijenata s određenim tipom proteze ovisno o frekvenciji.

| Proteza    | Frekvencija                      | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 6000 Hz | 8000 Hz |
|------------|----------------------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| CAUSSE     | Predoperativna zračna vodljivost | 62 dB  | 60 dB  | 58 dB   | 51 dB   | 54 dB   | 63 dB   | 62 dB   |
|            | Postoperativna zračna vodljivost | 30 dB  | 29 dB  | 32 dB   | 33 dB   | 37 dB   | 51 dB   | 55 dB   |
|            | Razlika prije-poslije operacije  | 33 dB  | 31 dB  | 26 dB   | 19 dB   | 17 dB   | 12 dB   | 6 dB    |
| SCHUKNECHT | Predoperativna zračna vodljivost | 56 dB  | 56 dB  | 53 dB   | 48 dB   | 48 dB   | 57 dB   | 55 dB   |
|            | Postoperativna zračna vodljivost | 28 dB  | 29 dB  | 29 dB   | 30 dB   | 40 dB   | 59 dB   | 63 dB   |
|            | Razlika prije-poslije operacije  | 28 dB  | 27 dB  | 24 dB   | 18 dB   | 8 dB    | -2 dB   | -8 dB   |
| RICHARDS   | Predoperativna zračna vodljivost | 56 dB  | 56 dB  | 53 dB   | 46 dB   | 46 dB   | 59 dB   | 55 dB   |
|            | Postoperativna zračna vodljivost | 24 dB  | 25 dB  | 26 dB   | 27 dB   | 36 dB   | 52 dB   | 54 dB   |
|            | Razlika prije-poslije operacije  | 32 dB  | 31 dB  | 26 dB   | 19 dB   | 10 dB   | 7 dB    | 1 dB    |

Tablica 5. Prosječne vrijednosti predoperativnog i postoperativnog praga koštane vodljivosti pacijenata s određenim tipom proteze ovisno o frekvenciji.

| <b>Proteza</b> | <b>Frekvencija</b>                | <b>250<br/>Hz</b> | <b>500<br/>Hz</b> | <b>1000<br/>Hz</b> | <b>2000<br/>Hz</b> | <b>4000<br/>Hz</b> |
|----------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| CAUSSE         | Predoperativna koštana vodljivost | 15 dB             | 24 dB             | 28 dB              | 38 dB              | 34 dB              |
|                | Postoperativna koštana vodljivost | 16 dB             | 23 dB             | 28 dB              | 33 dB              | 34 dB              |
|                | Razlika prije-poslije operacije   | -1 dB             | 1 dB              | 0 dB               | 5 dB               | 0 dB               |
| SCHUKNECHT     | Predoperativna koštana vodljivost | 17 dB             | 27 dB             | 25 dB              | 31 dB              | 31 dB              |
|                | Postoperativna koštana vodljivost | 17 dB             | 24 dB             | 22 dB              | 28 dB              | 34 dB              |
|                | Razlika prije-poslije operacije   | 0 dB              | 3 dB              | 3 dB               | 3 dB               | -3 dB              |
| RICHARDS       | Predoperativna koštana vodljivost | 20 dB             | 27 dB             | 26 dB              | 31 dB              | 32 dB              |
|                | Postoperativna koštana vodljivost | 18 dB             | 25 dB             | 23 dB              | 24 dB              | 29 dB              |
|                | Razlika prije-poslije operacije   | 2 dB              | 2 dB              | 3 dB               | 7 dB               | 3 dB               |

## 6. Rasprava

Stapedotomija je veoma učinkovit način liječenja otoskleroze, što je dokazano mnogim istraživanjima (26,28,29). Ovaj rad prikazuje ishode operacija stremena s ugrađivanjem tri tipa proteza u 2 vremenska razdoblja. Iz razdoblja 1993.-2003. su dobiveni podatci o Schuknechtovoj i Richardsovoj protezi, a iz 2017.-2019. o Causseovoj protezi.

Prosječna dob prilikom operacije u kojima su ugrađivane Schuknechtove i Richardsove proteze iznosi 44 i 42 godine, što je u suglasnosti s mnogim novijim istraživanjima (18,28). Pacijenti kojima je ugrađena Causse proteza su malo stariji i njihova prosječna dob iznosi 50 godina, kao do 90-ih godina prošlog stoljeća (12). Ovakva razlika u godinama između pacijenata s Causseovom i ostale dvije skupine proteza može sugerirati na to da se promijenio pristup operativnom liječenju kroz dvadesetak godina. Informacije su sve dostupnije svima, prihvaćanje kirurgije i njena popularnost rastu, moguće je da bolje informirane starije osobe koje ranije nisu bile informirane sada dolaze po pomoć. Također su operacije s ugrađivanjem Causseovih proteza provodila druga dva operatera, pa je moguće da je i to razlog višoj dobi prilikom operacije. Raspon dobi iznosi 18-72 godine za Causse protezu i 26-67 godina za ostale dvije skupine. Prema većini do sada objavljene literature omjer žena u odnosu na muškarce odgovara omjeru 2:1 (13,15). Takav omjer je istovjetan omjeru bolesnika s ugrađenom Causseovom protezom u ovom radu, dok je omjer žena i muškaraca u druge dvije proteze 5:1. Moguće je da su muškarci u hrvatskoj postali bolje osviješteni i traže liječničku pomoć. Podatci o zahvaćenosti lijevog i desnog uha bili su dostupni samo za Causseovu protezu i prilikom ugradnje obostranu zahvaćenost imalo je 46.3%, samo desnostranu 26.4%, a samo lijevostranu 27.3%. To je manja obostrana zahvaćenost nego što se navodi u literaturi, gdje iznosi oko 80% (28,30). Takvi podatci su dobiveni jer se u ovom radu uzimala u obzir samo klinički manifestna otoskleroza, a ne i podatci o izostanku kohleostapesnog refleksa.

U ovom radu pacijenti s ugrađenom Causse protezom imali su vrlo dobre rezultate (ABG<11 dB) u 84% slučajeva, oni s Richards protezom u 86%, a pacijenti sa Schuknecht protezom u 72% slučajeva. Zadovoljavajuće rezultate (ABG 11-20 dB) postiglo je 11% s



ugrađenom Causse protezom, 6% onih s Richards protezom, a 14% pacijenata sa Schuknecht protezom.  $ABG > 20$  dB imalo je 5% pacijenata s Causse, 8% pacijenata s Richards i 14% pacijenata sa Schuknecht protezom. Navedena uspješnost je u skladu sa drugim istraživanjima koja se provode na manjem broju pacijenata (do par stotina pacijenata), dok je uspješnost u velikim centrima na više tisuća pacijenata bolja, čak do 95% pacijenata ima  $ABG < 11$  dB (28). Schuknechtova proteza postiže najlošije zatvaranje ABG-a pri svim frekvencijama i zatvaranje ABG iznosi nekoliko dB manje nego kod Richardsove i Causseove proteze. Richardsova proteza postiže vrijednosti ABG-a  $< 11$  dB u većem postotku pacijenata od Causseove pri frekvencijama od 250, 500 i 1000 Hz, dok je prosječni iznos zatvaranja ABG-a pri tim frekvencijama za obje proteze podjednak i iznosi oko 30 dB. Pri 2000 Hz postižu podjednake rezultate, a prosječni iznos zatvaranja ABG-a iznosi 19 dB za obje proteze. Pri 4000 Hz Causseova proteza postiže bolje zatvaranje ABG-a u većem postotku pacijenata nego Richardsova. Kako je promjer Richards proteze 0.6 mm, a Causse proteze 0.4 mm ta činjenica objašnjava bolje vrijednosti Richards proteze pri manjim frekvencijama. Veća energija se može prenijeti protezom većeg promjera. Zbog toga proteza većeg promjera provodi više energije u unutarnje uho. To se opaža pogotovo pri niskim frekvencijama jer zvučni valovi niske frekvencije imaju manju energiju od onih visoke frekvencije i ta razlika je znatna. Također je i prosječna vrijednost zatvaranja ABG-a veća za 7 dB u skupini s Causse protezom u odnosu na onu s Richards protezom. Kako je postoperativni ABG i veličina njegovog zatvaranja u dB mjera tehničke uspješnosti operacije, iz navedenog se može zaključiti kako je uspješnost vrlo dobra u odnosu na broj pacijenata (28,29).

Možda najrealniji pokazatelj uspješnosti operacije, barem sa stanovišta bolesnika, je promjena praga zračne vodljivosti nakon operacije (29). Usporedba praga zračne vodljivosti prije i poslije operacije za sva tri ispitivana tipa proteze, pokazala je da se prosječan prag zračne vodljivosti poboljšao najmanje za Schuknechtovu protezu na svim frekvencijama. Za navedenu protezu nađeno je i pogoršanje praga zračne vodljivosti na 6000 Hz (2 dB) i 8000 Hz (8 dB) postoperativno, što ukazuje da na visokim frekvencijama Schuknecht proteza nema povoljnog učinka u ovoj skupini. Causse i Richards proteze postižu jednake vrijednosti smanjenja prosječnog praga zračne vodljivosti pri 250, 500, 1000 i 2000 Hz, koji iznosi 33/32, 31, 26 i 19 dB. Pri 4000, 6000 i 8000 Hz Causse proteza

postiže bolji učinak za 7, 5 i 5 dB od Richards protetze. Kod svih proteza se opaža opadanje poboljšanja praga zračne vodljivosti s porastom frekvencije. To opadanje poboljšanja je najmanje u skupini s ugrađenom Causse protezom. Moguće je da su rezultati poboljšanja praga zračne vodljivosti pacijenata s Causse protezom bolji nego što bi bili kada bi predoperativni pragovi zračne vodljivosti bili jednaki u svim skupinama. To je moguće zbog toga što je dokazano da su postoperativni rezultati bolji u pacijenata s višim pragom sluha predoperativno (31). Unatoč tome, smatra se da bi Causseova proteza svakako postigla bolje rezultate nego druge dvije pri višim frekvencijama jer razlika između predoperativnih pragova zračne vodljivosti nije velika. Iako ima studija koje pokazuju kako nema razlike u uspješnosti između parcijalne stapedektomije i stapedotomije, većina zaključuje da stapedotomija ima bolje rezultate u odnosu na stapedektomiju, pogotovo pri višim frekvencijama (31,32,33,34). U ovom radu se uočavaju veća poboljšanja nakon stapedotomije nego nakon stapedektomije, a ona su izraženija pri višim frekvencijama.

Postoje brojna istraživanja koja potvrđuju da je postoperativna koštana vodljivost bolja nego predoperativna i da se uočava zaravnavanje Carhartovog zupca (28,32). To se događa zbog toga što koštana vodljivost ovisi o inerciji slušnih košćica i mobilnosti stremena, a ne samo o karakteristikama lubanje (35). U teoriji bi se koštana vodljivost trebala poboljšati proporcionalno površini koja se učini mobilnom nakon operacije zbog toga što veća površina omogućuje veći prijenos energije (32). To bi značilo da koštana vodljivost postaje bolja nakon parcijalne stapedektomije nego nakon stapedotomije. Uistinu postoje radovi koji govore u prilog većeg poboljšanja koštane vodljivosti nakon parcijalne stapedektomije nego nakon stapedotomije, ali ima i radova koji nisu pokazali tu razliku (32). U ovom radu dolazi do zaravnavanja Carhartovog zupca, ali velike razlike u poboljšanju koštane vodljivosti između dvije tehnike nisu uočene. Koštana vodljivost se poboljšala u skupini s Causse protezom samo na 2000 Hz za 5 dB. U skupini sa Schuknecht protezom koštana vodljivost se poboljšala za 3 dB na 500, 1000 i 2000 Hz. U skupini s Richards protezom koštana vodljivost se poboljšala za 2 dB pri 250 i 500 Hz, za 3 dB pri 1000 i 4000 Hz i za 7 dB na 2000 Hz.

Zamjedbena gluhoća nakon operacije stremena je rijetka, ali vrlo važna komplikacija zbog toga što ne postoji način kojim bi se vratio sluh u pacijenta osim ugradnjom umjetne pužnice. Stapedotomijom se postiže manja incidencija zamjedbene gluhoće nego stapedektomijom zbog manje traume koja se proizvodi prilikom zahvata (31). U ovom radu u niti jednog pacijenta nije došlo do zamjedbene gluhoće. Kako povišenje praga koštane vodljivosti nakon operacije, u odnosu na predoperativne vrijednosti, ukazuje na zamjedbeno oštećenje sluha, ona je iskazana na taj način u ovom radu (36). Povišenje postoperativnog praga koštane vodljivosti za >10 dB imalo je 2 (2.6%) pacijenata s Causse protezom, 3 (7.3%) s Richards protezom i 8 (12.1%) sa Schuknecht protezom. Takvi rezultati idu u prilog tome da manje traumatska tehnika postiže manje zamjedbeno oštećenje.

## 7. Zaključak

Ovim radom potvrđena je hipoteza da Causseova proteza ne postiže bolje zatvaranje ABG od Richardsove i Schuknechtove proteze na svim frekvencijama govornog područja. Pri 250 Hz ABG bolje zatvaraju Richardsova i Schuknechtova proteza, pri 500 i 1000 Hz Richardsova proteza, pri 2000 Hz Causseova i Richardsova zatvaraju ABG podjednako, a samo pri 4000 Hz Causseova proteza bolje zatvara ABG od druge dvije. Causse proteza postiže najbolje rezultate u smanjenju praga zračne vodljivosti. Također, pri 4-6 kHz Causse proteza ima najbolje rezultate gledano prema pragu zračne vodljivosti. Richardsova proteza postiže najbolje zatvaranje ABG-a pri niskim frekvencijama (250 i 500 Hz). U ovom istraživanju nije uočen niti jedan slučaj zamjedbene gluhoće.

## **8. Zahvale**

Zahvaljujem se svojoj obitelji, djevojci Veroniki i prijateljima na neiscrpoj podršci, pruženoj ljubavi i razumijevanju tijekom cijelog studija. Bez njih bi ovaj cijeli put bio potpuno beznačajan i nemoguć.

Također se zahvaljujem i svom mentoru, doc.dr.sc. Mihaelu Riesu, na njegovoj pomoći, dostupnosti i ljubaznosti jer bez njega ovaj rad ne bi postojao.

## 9. Literatura

1. Lee W, Yang X, Jung H, Bok I, Kim C, Kwon O, i sur. Anthropometric Analysis of 3D Ear Scans of Koreans and Caucasians for Ear Product Design. *Ergonomics*. 2018 Nov;61(11):1480-1495.
2. Uddman R, Grunditz T, Larsson A, Sundler F. Sensory innervation of the ear drum and middle-ear mucosa: retrograde tracing and immunocytochemistry. *Cell Tissue Res*. 1988 Apr;252(1):141-6.
3. Gilberto N, Santos R, Sousa P, O'Neill A, Escada P, Pais D. Pars tensa and tympanicomalleal joint: proposal for a new anatomic classification. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 2019;276(8):2141–8.
4. Mason MJ. Structure and function of the mammalian middle ear. II: Inferring function from structure. *J Anat*. 2016;228(2):300–12.
5. Kawase T, Hidaka H, Takasaka T. Frequency summation observed in the human acoustic reflex. *Hear Res*. 1997;108(1–2):37–45.
6. Gilroy AM, MacPherson BR, Ross LM. *Atlas of anatomy: ear*. Drugo izdanje. Stuttgart, New York: Thieme; 2008.
7. Fritzsich B, Jahan I, Pan N, Kersigo J, Duncan J, Kopecky B. Dissecting the molecular basis of organ of Corti development: Where are we now? *Hear Res*. 2011;276(1–2):16–26.
8. Lim DJ. Functional structure of the organ of Corti: a review. *Hear Res*. 1986;22(1–3):117–46.
9. Smolić M. Utjecaj izloženosti buci na sluh ljudi [Internet]. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet; 2018 [pristupljeno 29.04.2020.] Dostupno na: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:105:004938>
10. Cunningham LL, Tucci DL. Hearing loss in adults. *N Engl J Med*. 2017;377(25):2465–73.
11. Morrison AW. Otosclerosis: A Synopsis of Natural History and Management. *Br Med J*. 1970;2(5705):345–8.

12. Lippy WH, Berenholz LP, Burkey JM. Otosclerosis in the 1960s, 1970s, 1980s, and 1990s. *Laryngoscope*. 1999;(August):1307–9.
13. Sakihara Y, Parving A. Clinical otosclerosis, prevalence estimates and spontaneous progress. *Acta Otolaryngol*. 1999;119(4):468–72.
14. Browning GG, Gatehouse S. The prevalence of middle ear disease in the adult British population. *Clin Otolaryngol Allied Sci*. 1992;17(4):317–21.
15. Crompton M, Cadge BA, Ziff JL, Mowat AJ, Nash R, Lavy JA, i sur. The Epidemiology of Otosclerosis in a British Cohort. *Otol Neurotol*. 2019;40(1):22–30.
16. Rudic M, Keogh I, Wagner R, Wilkinson E, Kiros N, Ferrary E, i sur. The pathophysiology of otosclerosis: Review of current research. *Hear Res*. 2015;330:51–6.
17. Chevance LG, Causse J, Bretlau P, Jørgensen MB, Bergés J. Hydrolytic Activity of the Perilymph in Otosclerosis: A Preliminary Report. *Acta Otolaryngol*. 1972;74(1-6):23–28.
18. Xie J, Zhang LJ, Zeng N, Liu Y, Gong SS. The clinical characteristics of otosclerosis and benefit from stapedotomy: our experience of 48 patients (58 ears). *Acta Otolaryngol*. 2019;139(10):843–8.
19. Foster MF, Backous DD. Clinical Evaluation of the Patient with Otosclerosis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2018;51(2):319–26.
20. Turner JS, Per-Lee JH. *Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations: Auditory Dysfunction: Hearing Loss*. Treće izdanje. Boston: Butterworths; 1990.
21. Metasch M, Plontke SK, Zirkler J, Zahnert T. Diagnostik und operative Therapie der Otosklerose. *Laryngo-Rhino-Otologie*. 2018;97(8):563–78.
22. Batson L, Rizzolo D. Otosclerosis: An update on diagnosis and treatment. *J Am Acad Physician Assist*. 2017;30(2):17–22.
23. Danesh AA, Shahnaz N, Hall JW. The Audiology of Otosclerosis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2018;51(2):327–42.
24. de Oliveira Penido N, de Oliveira Vicente A. Medical Management of Otosclerosis. *Otolaryngol Clin North Am*. 2018;51(2):441–52.

25. Uppal S, Bajaj Y, Coatesworth AP. Otosclerosis 2: The medical management of otosclerosis. *Int J Clin Pract.* 2010;64(2):256–65.
26. Thomas JP, Minovi A, Dazert S. Current aspects of etiology, diagnosis and therapy of otosclerosis. *Otolaryngol Pol.* 2011;65(3):162–70.
27. Gjuric M, Rukavina L. Evolution of Stapedectomy Prostheses over Time. *Adv Otorhinolaryngol.* 2007;65:174–8.
28. Mahafza T, Al-Layla A, Tawalbeh M, Abu-yagoub Y, Sulaiman AA. Surgical treatment of otosclerosis: Eight years' experience at the Jordan university hospital. *Iran J Otorhinolaryngol.* 2013;25(73):233–8.
29. Kisilevsky VE, Dutt SN, Bailie NA, Halik JJ. Hearing results of 1145 stapedotomies evaluated with Amsterdam hearing evaluation plots. *J Laryngol Otol.* 2009;123(7):730–6.
30. Hueb MM, Goycoolea MV, Paparella MM, Oliveira JA. Otosclerosis: The University of Minnesota temporal bone collection. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1991; 105(3): 396–405.
31. Al-Husban H. Outcome of management of otosclerosis by stapedotomy compared to stapedectomy in a Jordanian population. *Oman Med J.* 2013;28(1):36–8.
32. Quaranta N, Besozzi G, Fallacara RA, Quaranta A. Air and Bone Conduction Change After Stapedotomy and Partial Stapedectomy for Otosclerosis. *Otolaryng Head Neck.* 2005;133(1):116–20.
33. Cremers CW, Beusen JM, Huygen PL. Hearing gain after stapedotomy, partial stapedectomy, or total stapedectomy for otosclerosis. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1991;100:959–61.
34. Fisch U. Stapedotomy versus stapedectomy. *Am J Otol.* 1982;4(2):112-117.
35. Tonndorf J. *Handbook of sensory physiology: Bone conduction hearing.* Berlin: Springer; 1994.
36. Alzhrani F, Mokhatrish MM, Al-Momani MO, Alshehri H, Hagr A, Garadat SN. Effectiveness of stapedotomy in improving hearing sensitivity for 53 otosclerotic patients: Retrospective review. *Ann Saudi Med.* 2017;37(1):49–55.



## 10. Životopis

Rođen sam 09.05.1995. godine u Zagrebu. U njemu sam pohađao Osnovnu školu Dragutina Tadijanovića koju završavam 2010. godine, a zatim upisujem X Gimnaziju „Ivan Supek“. Za vrijeme školovanja trenirao sam košarku u KK „Podsused“ i boks u boksačkom klubu „Armus“.

Srednjoškolsko obrazovanje završio sam 2014. godine i odmah upisao Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu kao generacija 2014./2015. Tijekom studija demonstriram na kolegiju Fizika i biofizika od 2015./2016. do 2019./2020. akademske godine te na kolegijima Patofiziologija u akademskoj godini 2017./2018., Pedijatrija i Kirurgija 2019./2020. Akademske godine 2018./2019. sudjelovao sam na studentskoj razmjeni u Pragu (Odjel radiologije bolnice Motol). Na petoj godini studija dobio sam Dekanovu nagradu za uspjeh u akademskoj godini 2018./2019. Također, aktivno sudjelujem u radu košarkaške sekcije SportMEF-a.

Aktivno se služim engleskim jezikom te pasivno njemačkim jezikom.