

# **Az otosclerosis és a stapes sebészet kísérletes és klinikai vonatkozásai**

**Doktori (PhD) - értekezés**

**Dr. Révész Péter**

**Fül-, Orr-, Gégészeti és Fej-, Nyaksebészeti Klinika**

Témavezetők: Dr. Gerlinger Imre, egyetemi tanár

Dr. Karosi Tamás, címzetes egyetemi docens

Programvezető: Dr. Kiss István, egyetemi tanár

Doktori iskola vezetője: Dr. Kovács L. Gábor, egyetemi tanár



Pécsi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar

Pécs

2016

# 1 Tartalomjegyzék

Rövidítések jegyzéke.....	4
1 Bevezetés.....	5
1.1 A stapes fixáció felfedezésének története.....	5
1.2 Az otosclerosis korai konzervatív és sebészi terápiai.....	5
1.3 Alternatív sebészeti megoldások .....	7
1.4 A feneztrációs eljárások.....	7
1.5 A stapes mobilizációs kísérletek, stapediolysis.....	8
1.6 A stapedectomy .....	9
1.7 A stapedotomia.....	9
1.8 A lézer stapedotomia .....	10
1.8.1 A stapes sebészetben használt lézerek.....	10
1.9 A stapes protézisek.....	12
2 Célkitűzések .....	14
3 Rövidtávú halláseredmények retrospektív összehasonlítása NiTiBOND illetve Nitinol stapes protézissel végzett stapedotomiákat követően.....	15
3.1 Bevezetés.....	15
3.2 Beteganyag és módszer .....	15
3.2.1 Az audiológiai eredmények meghatározása .....	16
3.2.2 Műtéti technika.....	16
3.3 Eredmények.....	17
3.4 Megbeszélés .....	21
3.5 Konklúzió .....	23
4 Különleges stapes sebészeti megoldások .....	24
4.1 Bevezetés.....	24
4.2 Beteganyag és módszer .....	25
4.2.1 Esetismertetés 1: szédülést és fülzúgást okozó arteria stapedia persistens ellátása.....	25
4.2.2 Esetismertetés 2: obliteratív otosclerosis.....	29
4.2.3 Esetismertetés 3: bilaterális stapedotomia.....	30
4.2.4 Esetismertetés 4: „power stapes”.....	31
4.2.5 Esetismertetés 5: a stapes talp fölé hajló nervus facialis .....	34
4.2.6 Esetismertetés 6: „loose wire” szindróma .....	36
4.3 Megbeszélés .....	37
4.4 Konklúzió .....	40

5	A cone-beam CT diagnosztikus értéke a szövettanilag igazolt otosclerosis eseteiben.....	41
5.1	Bevezetés.....	41
5.2	Beteganyag és módszer .....	42
5.2.1	Beteganyag .....	42
5.2.2	A CBCT vizsgálat és a képanyag áttekintése .....	43
5.2.3	Hisztopatológiai vizsgálatok .....	43
5.3	Eredmények.....	44
5.4	Megbeszélés .....	49
5.5	Konklúzió .....	50
6	A HRCT és a CBCT preoperatív diagnosztikai értékeinek összehasonlítása szövettanilag igazolt otosclerosis esetén .....	51
6.1	Bevezetés.....	51
6.2	Beteganyag és módszer .....	52
6.2.1	Beteganyag .....	52
6.2.2	A CBCT és a HRCT vizsgálat, a képanyag áttekintése.....	53
6.3	Eredmények.....	54
6.4	Megbeszélés .....	60
6.5	Konklúzió .....	62
7	Irodalomjegyzék.....	64
8	Ábrák forrása.....	72
9	Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények .....	73
10	Egyéb közlemények .....	73
11	Kongresszusi előadások jegyzéke .....	75
12	Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények együttes impakt faktora .....	75
13	Az értekezés alapjául szolgáló közlő folyóiratok összesített impakt faktora .....	76
14	Új tudományos eredmények.....	77
15	Köszönetnyilvánítás .....	78

## Rövidítések jegyzéke

ABG: air-bone gap

BAHA: bone anchored hearing aid

BMP: csont morfogénikus protein

CBCT: cone-beam computer tomográf

CO<sub>2</sub>: szén-dioxid

FMT: floating mass transducer

HE: hematoxillin-eozin

HRCT: nagyfelbontású computer tomográf

KTP: kálium-titanyl-foszfát

Na-EDTA: nátrium etilén-diamino-tetraacetát

RANK: nucleáris faktor kappa-B receptor aktivátor

RANKL: nucleáris faktor kappa-B receptor aktivátor ligand

SRT: speech reception test (számteszt)

TGF-béta: transzformáló növekedési faktor-béta

TNF-alfa: tumor nekrozis faktor-alfa

VEMP: vesztibuláris kiváltott myogén potenciál

VSB: vibrant soundbridge

WRS: word reception score (szóteszt)

# 1 Bevezetés

## 1.1 A stapes fixáció felfedezésének története

A kengyelt elsőként Giovanni Filippo Ingrassia (1510-1580) írta le, aki kadávereken végzett tanulmányai alapján (1546) jellemezte a belső hallócsontot <sup>(1)</sup>. A stapes fixációval járó otosclerosist elsőként Antonio Valsalva (1666-1723) említette, aki a *De aure humana tractatus* című művében vélt kapcsolatot felfedezni a halláscsökkenés és az elcsontosodott és fixált stapes között <sup>(2)</sup>. Joseph Toynbee (1815-1866) a stapes ankylosis és a siketség kapcsolatát sziklacsontokon végzett kutatása alapján mutatta be 1841-ben. Feljegyzése szerint 1149 sziklacsontból 136-ban bizonyult a stapes ankyloticusnak <sup>(3)</sup>. A kengyel talpát érintő otoscleroticus fókusz elsőként Politzer Ádám (1835-1920) írta le 1862-ben <sup>(4)</sup>. Egy kadáver vizsgálata során fehér csontképződést figyelt meg az immobilis stapes talpon. Az inflammáció jeleinek hiánya miatt a stapes ankylosist Politzer nem tartotta gyulladással eredetűnek. Schwartz a dobhártya mögött látható piros elszíneződést 1870-ben írta le, melynek hátterében később az otosclerosis aktív fázisának megfelelően a promontórium fokozott erezettségét találta <sup>(5)</sup>. Ez a jelenség azóta Schwartz jelként vált ismertté. Anton von Tröltsch a sclerosis kifejezéssel illette a stapes fixációt, szerinte a dobüreg nyálkahártyájának sclerosis okozta a kengyel rögzülését <sup>(1)</sup>. Katz volt az első, aki teljes patológiai leírást közölt egy otosclerosis miatt halláscsökkenést szenvedő betegről, Politzer pedig az otosclerosist klinikai entitásnak írta le 1893-ban, és a „csontos labyrinth kapszula” elsődleges betegségének karakterizálta, mely során az újcsontképződés a normális csontszövetet felülmúlva stapes ankylosist okoz <sup>(6)</sup>. Politzer az újcsontképződés és a stapes fixáció okát nem ismerte, de a gyulladással jelek hiánya miatt nem tartotta infektív eredetűnek.

## 1.2 Az otosclerosis korai konzervatív és sebészi terápiái

A klasszikus konzervatív kezelések a hallócsontláncolat mobilizálására irányultak. A Politzer ballonnal végzett levegőpréssel a stapes mozgását kívánták elérni <sup>(7)</sup>. Delstanche fülmasszázs eszközt fejlesztett, ami a külső hallójáratot lezárva a dobhártyára váltakozó nyomást fejtett ki. Találmányáért a Londonban megrendezett 6. nemzetközi fülészeti kongresszuson Lenthal díjjal jutalmazták 1899-ben <sup>(7)</sup>. Breitung kézi erővel szabályozható légpumpát tervezett, ami pozitív és negatív nyomást fejtett ki, később az eszközt elektromos áram mozgatta. Az otosclerosis konzervatív kezelésére más megközelítésekhez is folyamodtak a 19. században. Megkísérelték vazelin, vagy pepsin oldat injektálását a

középfülbe, melyek rövid ideig ugyan sikeresnek bizonyultak, de gyakran a fülkürt elzáródását és középfülgulladását okozták <sup>(7)</sup>. Toynbee a betegség hátterében reumát vagy köszvényt feltételezett, emiatt e betegségek gyógyításától várta a hallás javulását. Bacon 1898-ban nagy dózisú jód vagy kálium évekig tartó alkalmazását javasolta a stapes ankylosis kezelésére, sikertelenül <sup>(7)</sup>. A konzervatív módszerek sikertelensége miatt idővel a sebészi megközelítés került előtérbe. Ernst Mach (1838-1916) volt az első, aki megpróbálta a stapest mobilizálni 1875-ben <sup>(1)</sup>. Kessel (1839-1907) a stapes mobilizációját és kivételét végezte el 1876-ban kutya és galamb kísérleteket követően <sup>(8)</sup>. Kessel a stapes talphoz attico-antrotomiát követően jutott el a dobhártya, és a hallócsontok eltávolítása után. A sok esetben kedvezőtlen eredmény miatt Kessel a stapest is eltávolította. A mikroszkóp és az antibiotikumok hiánya miatt azonban gyakran halálos kimenetelű meningitis lépett fel, valamint arcideg bénulás, és intenzív vérzés is előfordult. Lucae (1835-1911) a stapes mobilizációjára szondát fejlesztett ki, amit az umbora helyezett és a hallócsont láncolatra való ismételt nyomástól várt hallás javulást. A betegeknek a beavatkozás azonban túl fájdalmas volt, és a hallás sem javult <sup>(7)</sup>. Boucheron 60 stapes mobilizációs esetet közölt 1888-ban, és módszerével több, mint 16 hónapig tartó hallásjavulásról számolt be <sup>(9)</sup>. Miot 1896-ban 126 esetben végzett stapes mobilizációt, melyek közül 24 esetben otosclerosist állapított meg és a 24-ből 18 esetben jó eredményeket közölt <sup>(10)</sup>. A sebészi megközelítések a visszatérő infekciók és az agytályog kialakulásának veszélye miatt sikertelenek voltak. Floderus 1898-ban, Ballance pedig 1900-ban javasolt fisztula képzést a laterális ívjáraton a forgó szédülés megszüntetésére és néhány esetben a hallás javítására <sup>(11)</sup>. Ballance véletlenül megnyitotta a laterális ívjáratot a mastoid műtét során, majd a képzett fisztulát egy vékony bőr transzplantátummal lefedte <sup>(7)</sup>. A műtét hatására a preoperatív szédülés megszűnt és a hallás javult. A visszatérő fertőzések miatt azonban a fisztula műtétek sikertelennek bizonyultak. Az 1894-ben Rómában megrendezett nemzetközi orvosi kongresszuson Cozzolino, Moure és Politzer elzárkóztak a továbbiakban az otosclerosis miatt végzett stapes műtétektől. A 6 évvel később megrendezett nemzetközi fülészeti kongresszuson Siebenmann és Botey is a stapes műtétek ellen léptek fel. Az antibiotikumok előtti érában ugyanis nem volt elfogadható egy halláscsökkenés miatt végzett műtét, ami a gyakran halálos kimenetelű agyhártyagyulladás veszélyével járt. Politzer a stapes mobilizációt rövid hatásúnak írta le, a stapes eltávolítását pedig haszontalannak és veszélyesnek tartotta. Denker (1863-1941) sem látta biztatónak az otosclerosis okozta siketség sebészeti megoldására tett kísérleteket 1904-ben. A 20. század elején a legnevesebb szaktekintélyek kijelentéseinek és a rossz eredményeknek köszönhetően a stapes műtétek közel két évtizedig feledésbe merültek és a gyógyszeres terápiák kerültek előtérbe.

### 1.3 Alternatív sebészeti megoldások

Karl Wittmack (1876-1972) az otosclerosis etiológiáját és kezelését kutatva 1721 sziklacsontot gyűjtött össze, melyek közül 90-ben talált otosclerosisra jellemző eltéréseket. Megállapítása szerint az otosclerosis folyamatát a belső fül csontos tokjának egyes területein kialakuló vénás pangás iniciálta <sup>(12)</sup>. Az ideológiát alapul véve Wittmack, Heyninx és Rollin alternatív sebészeti megoldást dolgoztak ki. A módszert „*soulèvement de la dure-mère supra-tympanique*” névvel illették, ami a supratympanicus dura mater elevációját jelentette. Lényege, hogy a durát a pars petrosa antero-superior részén felemelték, megszakítva a vérerek folytonosságát <sup>(13)</sup>. Heyninx a módszert először kadáveren mutatta be 1925-ben, majd 1932-től betegeken is elvégezték Hamburgban. A módszertől a halláscsökkenés megállítását várták, de Rollin 1933-ban bemutatott, 20 betegről készült esetbemutatását alapul véve inkább csak a tinnitus mérséklődött, a további hallásromlás prevenciója kétségesnek bizonyult <sup>(14)</sup>. A műtéttel szerzett hosszú távú eredményekről Von Nassuphis számolt be 1951-ben, aki 214 beteg adatait alapul véve a páceinsek 48.6 %-ánál észlelte az otosclerosis folyamatának teljes megszűnését 15 éves követési idő után <sup>(15)</sup>.

### 1.4 A feneztrációs eljárások

Bárány Róbert (1876-1936) 1910-ben a hátsó félkörös ívjárat feneztrációját javasolta, mellyel jó eredményeket ért el <sup>(16)</sup>. Bárány 1916-ben felkereste a svéd Holmgrent (1875-1954), aki az elülső ívjárat megnyitását és durával való fedését javasolta a későbbi újracsontosodás megelőzése céljából <sup>(17)</sup>. A francia Sourdille (1885-1961) 1924-ben tett látogatást Svédországban, ahol Bárány és Holmgren nagy hatást gyakoroltak rá az új műtéti megoldást illetően. Sourdille hazatérve saját műtéti technikát dolgozott ki „*tympanolabyrinthopexia*” néven, amit teljesen aszeptikus környezetben 2, vagy 3 ülésben végzett el <sup>(18)</sup>. A műtét első fázisában Sourdille attico-tympanotomiát végzett, eltávolította az incust és szükség esetén a kalapács fejét is, hogy jó rálátást nyerjen a laterális ívjáratra. A dobhártyát és a hátsó-felső hallójárat fal hámját az atticusra fektette, ezzel lezárta a kapcsolatot a középfül és a mastoid sejtrendszer között. Néhány hónappal később a második fázisban Sourdille a korábbi retroauricularis metszést használva felemelte az atticust fedő lebenyt, majd megnyitva a laterális ívjáratot visszahelyezte a bőrlebenyt. Sourdille a kétszakaszos műtétet óvatosságával magyarázta, mert el akarta kerülni dobüreg megnyitását követően esetleg kialakuló gyulladás belső fülre terjedését. Az új eljárással kapcsolatban Sourdille előadást és műtéti bemutatót tartott Fowler meghívására 1937-ben New Yorkban. A találkozón részt vett Lempert (1890-1968) is, akit lenyűgözött Sourdille munkássága. Lempert

-látva Sourdille műtéti megoldását- együlékes endaurális megközelítést javasolt, amit először 1938-ban végzett el <sup>(19)</sup>. Ebben az évben a fiatal Shaumbaugh is tanúja volt a Lempert féle műtétnek, és a hallásjavulással kísért, helyi érzéstelenítésben végzett laterális ívjárat feneztráció őt is meggyőzte az eljárás sikeres alkalmazhatóságáról. Lempert 23 esete kapcsán 80%-os javulásról számolt be, Shambaugh pedig 201-ből 182 esetben ért el jobb halláseredményt (90,5%), melyek közül minden harmadik betegnél a javulás meghaladta a 30 dB-t <sup>(7,20)</sup>. A következő közel 2 évtizedben a laterális ívjárat feneztráció bizonyult az otosclerosis műtéti megoldásának. A feneztrációs eljárásokat akkoriban retroauricularis (Sourdille), endauralis (Lempert) és preauricularis (Popper) behatolásból végezték. Shaumbaugh 1949-ben közölte 10 éves eredményeit 2100 feneztráció kapcsán, melyek közül a többség (70%) megőrizte az 1 éves posztoperatív halláseredményét <sup>(21)</sup>.

### 1.5 A stapes mobilizációs kísérletek, stapediolysis

Samuel Rosen (1897-1981) korának sikeres fülsebésze volt, aki eleinte a Lempert- féle feneztrációs módszert alkalmazta. Egy helyi érzéstelenítésben végzett műtétje közben, amikor a stapes mobilitását tesztelte, a páciense örömmel jelezte, hogy hallása javult. A feneztráció előtt a stapes mobilizációját elvégezve Rosen azt a megállapítást tette, hogy a mobilizáció a hallásjavulás szempontjából előnyösebb is lehet, mint a feneztráció maga. Rosen a stapes talp elülső részén kifejtett lefelé irányuló nyomással próbálta a mozgathatóságot elérni. Úgy tartották, hogy a korai otosclerosisban a stapesre gyakorolt enyhe nyomás elegendő a mobilizáció eléréséhez. Az első 5 esetét 1952-ben közölte Rosen, majd 6 évvel később bemutatta 254 betegével kapcsolatban elért eredményeit, melyek alapján a páciensek 77%-ánál a hallás javult, 22%-uknál nem változott <sup>(7,22)</sup>. Zollner 1959-ben 75%-os sikerrátáról és 25%-ban változatlan hallásról számolt be 140 betegével kapcsolatban <sup>(23)</sup>. Holmgren, majd később Fowler, követve a Rosen-féle mobilizációs módszert megfigyelték, hogy az esetek tekintélyes részében a stapes talp eltörött, és a betegek egy része az enyhe vertigo mellett néha hallásjavulásról is beszámolt. A törést később a stapes talp közepén szándékosan előidézve mobilizálták a talp hátsó részét, majd eltávolították a stapes elülső szárát <sup>(24)</sup>. A mozgathatóvá vált hátsó szárát craniálisabb irányba helyezve új pozícióban rögzítették azt, megvalósítva a stapediolysist, melynek eredménye egy mobilis, egyszáras stapest volt <sup>(25)</sup>. Rambo megpróbálta a stapes mobilizációt és a klasszikus Lempert-féle feneztrációt kombinálni. Eljárása során eltávolította a hallócsontláncolatot, és a nyitott ovális ablakra a dobhártyát vagy egy bőrlebenyt helyezve szoroson kitamponálta a fület. A dobhártya a promontóriumra és az ovális ablakba tapadva direkt légvezetést biztosított a belső



fül irányába. Rambo a módszerét közvetlenül a stapedectomya műtéti eljárásának bemutatása előtt közölte <sup>(7)</sup>.

## 1.6 A stapedectomya

Az 1950-es években Howard House (1908-2003) az elsők között volt, aki a Rosen-féle mobilizációs eljárást a feneztrációs műtét mellett beépítette gyakorlatába. Rosen kurzusokat is szervezett, melyek egyikén John. J. Shea (1924-2015) is részt vett 1953-ban. Shea Los Angelesbe utazott, hogy megtanulja a feneztrációs és stapes mobilizációs eljárást House-tól, akit lenyűgözött Shea ügyessége. Egy este folyamán az aznapi műtéteket átbeszélve Shea a stapes eltávolítását és protézis behelyezését javasolta Housenak, aki Shea ötletével kapcsolatban fenntartásait fejezte ki. Shea 1954-ben Bécsbe utazott és a Politzer Ádám alapította klinikán feneztrációs műtétekben asszisztált. Szabadidejében sziklacsontokat disszekált, és stapes sebészeti úttörők tanulmányait olvasta. Frederick L. Jack 1902-ben közölt esete nagy hatással volt rá, aki 1892-ben stapedectomiát végzett és eredményeit 10 éves követési idővel közölte <sup>(26)</sup>. Shea felismerte, hogy a stapes eltávolítása az antibiotikumok előtti érában sem jelentette feltétlenül a beteg halálát, vagy a hallás elvesztését, ugyanakkor az ovális ablak lezárását nagyon fontosnak tartotta. Shea Memphisben folytatva munkáját a Rambo-féle módszert alkalmazta meglehetősen eredménytelenül. Az első stapedectomiát 1955-ben végezte, mely során a stapest egy homograft csontléccel pótolta, amit az incus és a kötőszövettel fedett ovális ablak közé helyezett. A hallás jelentősen javult, azonban idővel a homograft kilökődött. Shea ekkor már az ortopédiai műtétek tapasztalatainak tudatában tisztában volt a teflon biompatibilitásával, és a memphisi Richards Manufacturing Company-hez fordult, akik legyártották részére a stapes mintájára formált teflon protéziseket <sup>(7)</sup>. Az első, teflon protézissel végzett stapedectomiára 1956 május elsején került sor. A helyi érzéstelenítésben végzett műtét során az ovális ablakot Shea vénafallal fedte, majd az incus és a véna közé teflonból készült stapes protézist illesztett. Az új műtéti eljárás az otosclerosis, illetve a stapes fixáció sebészi kezelésének forradalmát jelentette. Shea az első 89 betegével szerzett tapasztalatait 1958-ban közölte, mely során a hallócsont láncolat folytonosságát polietilén protézissel állította helyre <sup>(27)</sup>. Az elkövetkező időszakban a stapes pótlására szolgáló protézisek garmadája jelent meg.

## 1.7 A stapedotomia

Shea 1962-ben jó eredményeket közölt a stapes talpon képzett nyílásba illesztett teflon protézisekkel is <sup>(28)</sup>. A műtétéhez Shea vénafallat már nem alkalmazott. Jean Marquet (1928-1991) antwerpeni fülsebész 1963-ban módosította a műtéttechnikát, eljárását platinotomiának

nevezte, később a módszert már stapedotomia névvel illeték <sup>(29)</sup>. A középfül megnyitását a Rosen ajánlása szerint végezte. A stapes szuperstrukturáját elválasztotta az incustól, de a processus lenticularis és a stapedius izom kapcsolatát lehetőleg épen hagyta. A szuperstruktúra eltávolítása után a stapedotomiás nyílást lándzsával képezte a stapes talp közepén. A nyílást mikrolándzsákkal szélesítette, majd 0.4-0.6 mm-es teflon pisztont helyezett az incus és a stapedotomiás nyílás közé. A stapedotomiával kiváló eredményeket ért el, miközben a szenzorineurális halláscsökkenés aránya igen alacsony maradt <sup>(7)</sup>.

## 1.8 A lézer stapedotomia

A lézerek bevezetésével új fejezet kezdődött a középfül sebészetben. A lézersugár alapvető fizikai tulajdonságainak köszönhetően (koherencia, kollimáció, nagy energia) vágásra, koagulációra és vaporizációra is alkalmas lehet. A lézersugárral átvágható a musculus stapedius ina, vaporizálható mindkét stapes szár és a stapedotomia is elvégezhető vele. Perkins és DiBartolomeo először 1979-ben alkalmazták az argon lézert a stapedotomiás nyílás készítésére, mellyel a stapes talp törése elkerülhetővé vált <sup>(30,31)</sup>. Hét évvel később Palva is megosztotta eredményeit az argon lézer alkalmazásával. Kiemelte, hogy a lézer stapedotomiával jobb halláseredményt ért el, mint a talp mechanikus perforációját követően <sup>(32)</sup>. A CO<sub>2</sub> lézert először Lesinkski és mtsai. alkalmazták 1989-ben <sup>(33)</sup>. McGee szerint a lézerrel kiváló halláseredmények érhetőek el, miközben enyhébb a posztoperatív vertigo mértéke, és rövidebb a hospitalizáció időtartama <sup>(34)</sup>. A lézer irányítását megkönnyítő kézbe fogható lézerszonda bemutatására pedig 1993-ban került sor Gherini és Causse részéről <sup>(35)</sup>.

### 1.8.1 A stapes sebészetben használt lézerek

#### 1.8.1.1 Az argon lézer

Az elsőként alkalmazott argon lézer bemutatása óta bizonyította alkalmasságát a revíziós stapes műtétekben is <sup>(35,36)</sup>. Hullámhossza relatíve rövid (488-514 nm), és a látható fény tartományába esik (kékes zöld), emiatt a hemoglobin elnyeli és kevésbé abszorbeálódik a csontban <sup>(37)</sup>. A látható színe miatt használatakor nincs szükség külön jelzőfényre, precízen irányítható, viszont csak folyamatos üzemmódban használható. A stapes talp környékén óvatossággal alkalmazandó, mert az alacsony csontabszorpció miatt a sugár bejuthat a belső fül folyadékterébe <sup>(38)</sup>. A lézer klinikai biztonságosságát Buchman és mtsai. vizsgálták meg, akik az argon lézerrel és a CO<sub>2</sub> lézerrel végzett stapedotomiák eredményeit 124 primer

stapedotomia kapcsán dokumentálták és hasonló csont-légrés záródást, valamint megegyező komplikáció arányt állapítottak meg mindkét lézerrel kapcsolatban <sup>(39)</sup>.

#### *1.8.1.2 A KTP lézer*

A Klinikánkon is alkalmazott kálium titanyl foszfát (KTP) lézer is a látható fény tartományába esik, hullámhossza 532 nm. Stapes műtétekre az 1980-as évek óta használják. A száloptika kézbe fogható lézerszondával alkalmazható. Az argon lézerhez hasonlóan a hemoglobin kiválóan abszorbeálja, tehát igen jó vérzéscsillapító, viszont a stapes talp környékén ez a lézertípus is óvatosan alkalmazandó. Előnye az argon lézerhez képest, hogy pulzáló üzemmódban is használható, időt hagyva a szövetek lehűlésére a lézer impulzusok között. Vincent és mtsai. 5 éves ciklusban végzett CO<sub>2</sub> és KTP lézer stapedotomiák eredményeit hasonlították össze, mindkét csoportban 431 stapedotomiát követően <sup>(40)</sup>. A CO<sub>2</sub> lézer esetében nem volt posztoperatív komplikáció, a KTP lézeres csoportban is mindössze 1 betegnél jelentkezett szenzorineurális halláscsökkenés a műtétet követően (0.3 %). Vincent és mtsai. a CO<sub>2</sub> esetében 3.1 dB, a KTP vonatkozásában 4.3 dB posztoperatív csont-légrést mértek <sup>(40)</sup>. A CO<sub>2</sub> lézerhez képest kevésbé jó vágó, viszont jobb koagulációs tulajdonságokkal rendelkezik. A KTP lézer a revíziós stapes műtétek esetében is jó eredménnyel alkalmazható. Stucken és mtsai. revíziós műtéteket követően a betegek 91.3%-ánál érték el 20 dB-en belüli posztoperatív csont-légrést és egy esetben sem észleltek szenzorineurális halláscsökkenést <sup>(41)</sup>.

#### *1.8.1.3 A CO<sub>2</sub> lézer*

A CO<sub>2</sub> lézer hullámhossza 9600 és 10600 nm között helyezkedik el, ennek köszönhetően vízben nagyfokban abszorbeálódik. A fokozott abszorpció miatt kevésbé penetrál a mélybe, bár ez nem jelenti a CO<sub>2</sub> mélyebb szövetekkel szembeni teljes veszélytelenségét, mert egyes szerzők a perilympha 8.8 °C-os hőemelkedését mérték a stapes talptól 2 mm-re <sup>(42)</sup>. A CO<sub>2</sub> lézer alkalmazhatóságát Lesinski és Palmer bizonyították a stapes sebészeten, méréseik szerint a lézer rövid idejű alkalmazásával (0.1 sec) a hőemelkedés mindössze 0.3 °C -ot ért el a stapes talp-perilympha határon, és 0.5 °C-ot emelkedett nyitott vestibulum esetén (2 W, 0.1 sec impulzus) <sup>(43)</sup>. Más szerzők szerint ez a hőemelkedés is elnyelődik a labirintus folyadék állományában, mielőtt elérné a vestibularis membránt <sup>(44)</sup>. A CO<sub>2</sub> lézer láthatatlansága miatt azonban jelzőfényre van szükség, ami magában hordozza a pontatlan kalibráció veszélyét. A kezdetben több, mint 1 mm átmérőjű hélium-neon jelző lézer megnehezítette a precíz célzást a stapes talpon, de az újabb mikromanipulátorok segítségével az utóbbi években sikerült az átmérőt csökkenteni 250 mm-es fókusztávolság mellett 300 nm-re <sup>(45)</sup>. A rozetta képzéshez

alkalmazott többszörös lézer lövés helyett ma már inkább az egy lövéses technika került előtérbe („one-shot laser technique”) a következményes belső fül károsodás, és a halláscsökkenés elkerülése céljából <sup>(46)</sup>. Az egy lövéses alkalmazásnál 1-20 W-os teljesítményt és 0.03-0.05 másodpercig tartó impulzusokat javasolnak <sup>(47)</sup>. A manapság már elérhető flexibilis lézerszonda segítségével napjainkban már könnyebb és biztonságosabb a manipuláció a CO<sub>2</sub> lézerrel, mint korábban, és egyes szerzők jobb eredményeket értek el vele, mint a KTP lézer stapedotomiát követően <sup>(44)</sup>.

#### *1.8.1.4 A dióda lézer*

A dióda lézer két félvezetőből álló elektronikus lézer 805-980 nm közötti hullámhosszal. Az abszorpciója a hemoglobin és a víz abszorpciós maximumai közé esik, és érdekessége, hogy relatíve kisméretű és hordozható készülék. Poe humán sziklacsontokon végzett vizsgálatai alapján a dióda lézer alkalmazása során a vestibulum hőmérséklete átlagosan 3.25 °C –kal nőtt, és a hőemelkedés a stapes talp környékén történő manipuláció során sem haladta meg a 4.3 °C-ot <sup>(48)</sup>. Navarrete és mtsai. 6 fős beteganyagban vizsgálták a dióda lézer stapes sebészeti alkalmazhatóságát és nem észleltek sem posztoperatív szenzorineurális halláscsökkenést, sem más komplikációt 10 nappal a műtétet követően <sup>(49)</sup>. Gerard és mtsai. 147 dióda lézer stapedotomia kapcsán közölték eredményeiket, melyek alapján a betegek 60%-ánál 10 dB-en belüli, 86%-ánál pedig 20 dB-n belüli csont-légrést értek el, azonban 3 betegnél posztoperatív szövődmény jelentkezett <sup>(50)</sup>.

A thullium, az erbium yttrium-alumínium-gránát (YAG) lézerek a stapes sebészetben soha nem váltak népszerű eszközökké, egyrészt a velük nyert kevés tapasztalat, másrészt az akusztikus traumát okozó hatásmechanizmusuk miatt <sup>(51)</sup>.

### **1.9 A stapes protézisek**

Shea először a stapes formájú teflon protézist alkalmazta, majd áttért a polietilén anyagú, csővecske formájú protézis használatára. Schuknecht rozsdamentes acél drótot fejlesztett ki, melynek egyik végét pásztorbot alakúra hajlította és ráakasztotta az incusra <sup>(52)</sup>. Goodhill 1960-ban többféle polietilén protézist alakított ki <sup>(53)</sup>. Shea 1962-ben visszatért a teflonhoz, és egy 0.6 mm-es átmérőjű fluoroplasztik hurok protézist alkotott <sup>(54)</sup>. A szintén Shea nevéhez fűződő teflon-cup protézist 1964-ben mutatták be, amit a protézis hurka segítségével az incusra rögzítettek. Az incus nekrozis esetére Shea kifejlesztett a kalapács markolatára helyezhető protézist, amivel áthidalta az incus hiányát. Causse és Cawthorne a Shea-féle teflon protézist alapul véve változó szárátmérőjű protéziseket fejlesztettek ki <sup>(55)</sup>. De La Cruz a piszton behelyezését elősegítendő, rövidített szárú platina-fluoroplasztik piszton tervezett,

Fisch pedig platina-fluoroplasztik anyagú pisztont fejlesztett ki <sup>(7)</sup>. Az arany bevezetésére 1992-ben került sor, mellyel Pusalkar és Steinbach ugyan jó halláseredményt értek el, de a néhány esetben indukált granuloma képződés miatt az arany alapanyagú pisztonokat kivonták a forgalomból <sup>(56)</sup>. A kis súlyú és merev titán pisztonok megjelenésére 1999-ben került sor. Á Wengen 2003-ban mutatta be a ruhacsipesz alakú, saját fejlesztésű titán stapes protézisét, aminek az incusra rögzülő feji része nem formált teljes kör alakot, ezzel csökkentve az incus hosszú szár nekrozisának veszélyét <sup>(57)</sup>. A protézis másik előnye a manuális rászorítás szükségtelensége volt, hiszen a ruhacsipesz alakú fej rugalmasan rögzült a hosszú száron. A nitinol anyagú pisztonokat SMart piszton protézis néven mutatta be Knox 2005-ben <sup>(58)</sup>. A nitinol anyagú hurok nyitott állapotban kerül forgalomba, de hő hatására záródik. Tervezésekor a záródást úgy kalibrálták, hogy az incus hosszú szárának megfelelő alakú legyen. A 45 °C-os hő közlése történhet lézerrel, vagy bipoláris csipesszel is. A SMart pisztonnal rövidebb műtéti időtartam alatt érhetőek elhasonló eredmények, mint a platina-fluoroplasztik pisztonnal. Az á Wengen pisztonhoz hasonló, de a csíptetéshez kisebb energiát igénylő Soft Clip piszton 2007-ben jelent meg <sup>(59)</sup>. Néhány évvel később mutatták be a NiTiBOND pisztont, ami a SMart Nitinol pisztonhoz hasonlóan hőmemóriával rendelkező nitinol fejrészrel rendelkezik <sup>(60)</sup>. A NiTiBOND margaréta alakú feji része hő hatására záródik, viszont a záródás az incus hosszú szárán nem körkörös, hanem a kontakt pontoknak megfelelő, tovább csökkentve az incus nekrozis esélyét. A legújabb Nitiflex protézis fejrésze a Soft Cliphez hasonló alakú, de nitinol anyagának köszönhetően rugalmasabb, és rögzítéséhez nincs szükség hő közlésre. A Nitiflex pisztonnal kapcsolatban irodalmi adatok egyelőre nem ismertek.

## 2 Célkitűzések

1. A hőmemóriás pisztoncsalád legújabb generációjú tagjával, a NiTiBOND pisztonnal elért rövidtávú halláseredmények demonstrálása és a protézis jellemzőinek bemutatása
2. A NiTiBOND protézis és a korábbi generációjú hőmemóriás SMart Nitinol protézissel elért halláseredmények összehasonlítása
3. Különleges stapes sebészeti esetek, mint az arteria stapedia persistens, obliteratív otosclerosis, bilaterális stapes fixáció, kevert típusú halláscsökkenést okozó otosclerosis, a stapes talp fölé nyúló nervus facialis, valamint a „loose wire” szindróma műtéti megoldásainak bemutatása, illetve a sikeres ellátáshoz szükséges feltételek felvázolása
4. A sziklacsont CBCT diagnosztikai szerepének bemutatása otosclerosisban
5. A HRCT szerepének felvázolása a különböző stapes fixációk preoperatív kiértékelésében és a betegség kiterjedésének meghatározásában

### 3 Rövidtávú halláseredmények retrospektív összehasonlítása NiTiBOND illetve Nitinol stapes protézissel végzett stapidotomiákat követően

#### 3.1 Bevezetés

A hőmemóriás nitinol (nikkel-titánium ötvözet) anyagú protézisek megjelenésével a pisztonok incusra való kézi rászorítása elkerülhetővé vált <sup>(61)</sup>. A hőmemóriának köszönhetően a lézer- vagy egyéb hő biztosítására alkalmas eszköz- hatására a protézisek felveszik az előre meghatározott alakjukat <sup>(60)</sup>. A SMart Nitinol és a NiTiBOND pisztonok az incus hosszú szárra rögzülő fejrészük alakjában különböznek egymástól (1. ábra). A SMart Nitinol piszton feje pásztorbot alakú, míg a NiTiBOND protézisé zárt állapotban margarétára hasonlít, amiből eredően az incus hosszú szárát különböző arányokban fedik. A zárt állapotú Nitinol piszton közel kétharmadát, a NiTiBOND pedig mindössze 25-30%-át fedti az incus hosszú szár területének. Vizsgálatunk célja a SMart Nitinol és NiTiBOND pisztonokkal elért 3 hónapos posztoperatív halláseredmények összehasonlítása volt.



1. ábra: A SMart Nitinol piszton (A), A NiTiBOND piszton (B)

#### 3.2 Beteganyag és módszer

2012 szeptember és 2014 szeptember között 31 esetben végeztünk stapidotomiát NiTiBOND pisztonnal, a SMart Nitinol pisztonnal pedig 2006 március és 2012 december között 39 esetben történt műtét. A pisztonok mérete mindegyik esetben 4.5 x 0.6 mm volt. A NiTiBOND csoport 20 nőből és 11 férfiből állt, a SMart Nitinol csoportot pedig 28 nő és 11 férfi alkotta. A NiTiBOND csoportban az átlagéletkor 43.8 év (22-61 év), a SMart Nitinol csoportban pedig 46.9 év (28-83 év) volt. A NiTiBOND csoportot 25 egyoldali és 3 bilaterális eset alkotta, a SMart Nitinol csoportban pedig 31 egyoldali és 4 kétoldali eset fordult elő. Mindegyik stapidotomiát ugyanaz az operatőr végezte (G.I.). A kétoldali formákat külön

esetekként kezeltük. A beválasztási kritériumok közé tartozott az ép dobhártya mellett észlelt Rinne hangvilla (1014 Hz) negativitás, az As típusú tympanogram, a hiányzó stapedius reflex, valamint az érintett oldali vesztibularis kiváltott myogén potenciál hiánya (VEMP). A VEMP vizsgálattal a felső ívjáratihangvesztés szindrómát zártuk ki, ami hasonló audiológiai eredménnyel jár, viszont a VEMP az érintett oldalon kiváltható. A revíziós eseteket és a krónikus fülbetegséggel küzdő betegeket kizártuk a vizsgálatból. A két csoportban mért 3 hónapos posztoperatív halláseredményeket hasonlítottuk össze.

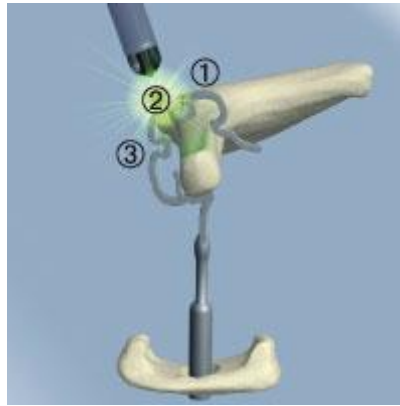
### 3.2.1 Az audiológiai eredmények meghatározása

A csont- és légvezetési küszöbök a nemzetközileg elfogadott 500 Hz – 3 kHz frekvencia tartományban mért dB értékek átlagában adtuk meg. A csont-légrés a lég- és csontvezetés értékeinek különbségéből adódott az 500 Hz – 3 kHz frekvencia tartományban. Az cochleáris traumára a műtét előtt, és azután a 1, 2 és 4 kHz frekvenciákon mért csontvezetési küszöbök átlagaiból következettünk, szignifikáns traumának a legalább 15 dB-es küszöbeltérést tekintettük. A 4 kHz-en mért pre-, és posztoperatív légvezetési küszöbértékek eltérései alapján szintén a cochleáris traumára következettünk. A túlzáródást az 500 Hz – 3 kHz-en mért csontvezetési küszöbök adták meg a műtét utáni és azelőtti átlagértékek különbségeként.

### 3.2.2 Műtéti technika

A KTP lézerrel asszisztált stapedotomia Klinikánk gyakorlatában endaurális metszéssel kezdődik. A tympanomeatalis lebeny felemelését követően feltárjuk a dobüreget, majd a stapes és a malleus fixáltságát finom hajlított operáló tű hozzáérintésével ellenőrizzük. Az incudostapedialis ízületet szétválasztjuk, majd ollóval átvágjuk a musculus stapedius inát. A stapes hátsó, vagy szükség esetén mindkét szárát KTP lézerrel vaporizáljuk (1 – 2 W, 100 ms), majd eltávolítjuk a szuperstruktúrát. A stapes talpat rozettaszerűen vékonyítjuk (KTP lézer, 1 W, 100 ms, a lézerszál átmérője 0.2 mm). Az így elvékonyított talpon a stapedotomiát 0.6 mm-es microfűrővel végezzük. Az ovális ablak és az incus hosszú szár közti távolságnak megfelelő méretű NiTiBOND, SMart Nitinol vagy Nitiflex pisztont helyezünk be. A piszton fejrészének az incus hosszú szárra való rászorítása, a NiTiBOND és a SMart Nitinol pisztonok esetében lézer segítségével történik (2. ábra), ami a hőmemóriás effektus aktiválásán alapul (1 W, 100 ms, 3 lövés).





**2. ábra: A NiTiBOND piszton rögzítése lézerrel a 3 érintkezési ponton**

A Nitiflex piszton ruhacsipesz alakú fejrésze a nitinol alapanyagának köszönhetően rugalmasan rögzíthető az incus hosszú szárára, lézeres rögzítés nem szükséges. A rászorulást követően a hallócsontláncolat együttes mozgásáról finom hajlított operáló tűvel győződünk meg, valamint figyeljük a kerek ablakon jelentkező fényreflexet. A piszton rögzítettségét is a finom piszkával ellenőrizzük. A tympanomeatalis lebenyt visszafektetjük, sebzárást végzünk, és hallójárati tampont helyezünk be. A posztoperatív 2 – 3. napon a betegeket emittáljuk. A tampon eltávolítása a műtétet követően az 5., a varratszedés pedig a 10. posztoperatív napon történik.

A statisztikai elemzéshez a Mann-Whitney U tesztet és a Wilcoxon tesztet alkalmaztuk, a szignifikancia szintet  $p < 0.05$  mellett határoztuk meg.

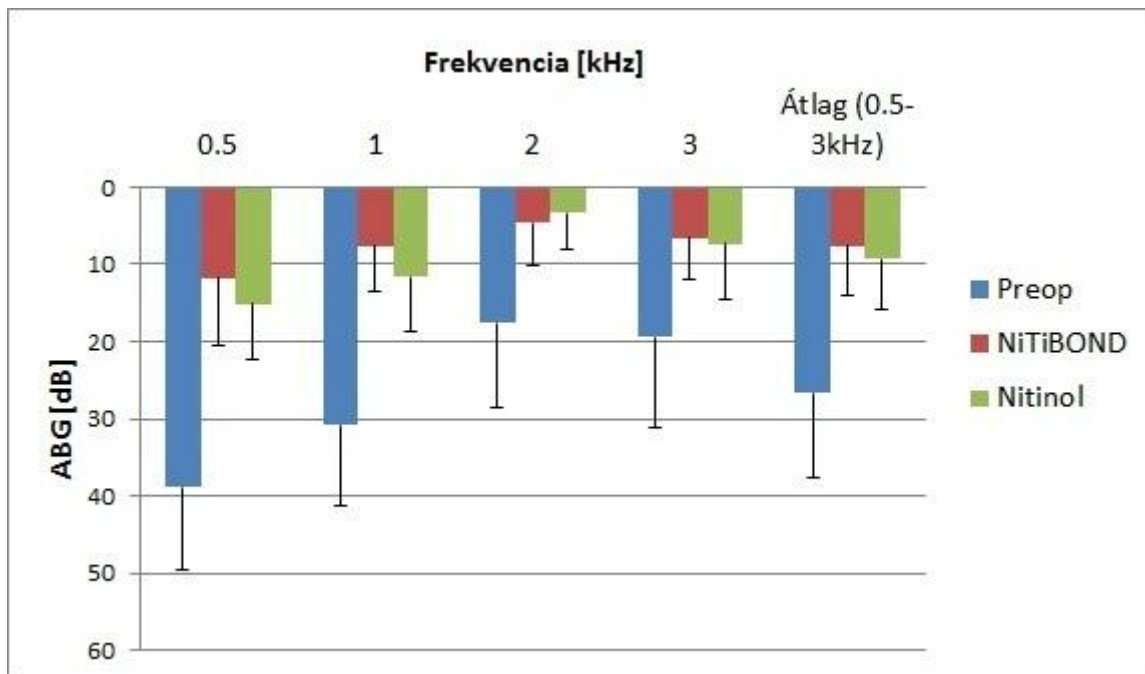
### 3.3 Eredmények

A 3 hónapos követési idő után a NiTiBOND csoportban a betegek 77%-ánál, a Smart Nitinol csoportban pedig 59%-nál értünk el 10 dB-nél kisebb posztoperatív csont-légrést ( $p=0.10$ ), a különbség közöttük nem volt szignifikáns. Mindegyik betegnél 20 dB-nél kisebb csont-légrést mértünk (1. táblázat).

**1. táblázat: A csont-légrés (ABG) záródásának aránya a két csoportban 3 hónappal a műtétet követően**

ABG	NiTiBOND (n=31)	Nitinol (n=39)
≤10 dB	77%	59%
≤20 dB	100%	100%

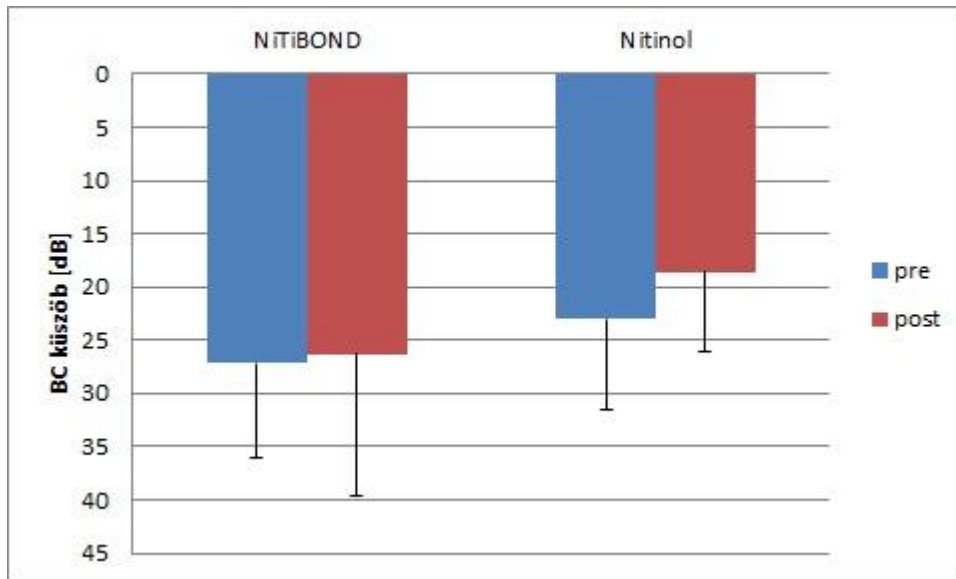
A NiTiBOND csoportban az átlagos preoperatív csont-légrés 24.6 dB (SD 7.2) volt, ami a műtét után 3 hónappal 7.6 dB-re javult (SD 4.7,  $p < 0.001$ ). A preoperatív csont-légrés a SMart Nitinol csoportban 28.2 dB (SD 10.1) volt, és átlagosan 9.3 dB lett a 3 hónapos posztoperatív mérések során (SD 4.1,  $p < 0.001$ , 3. ábra).



**3. ábra: Preoperatív (Preop) és posztoperatív csont-légrés átlagértékek (ABG) a NiTiBOND és a SMart Nitinol (Nitinol) csoportban 3 hónappal a műtétek után. A sávvezetések 1 SD-t jelölnek.**

A preoperatív 4 frekvencián mért (0.5-1-2-3 kHz) csontvezetési küszöb a NiTiBOND csoportban 26.1 dB (SD 7.2) volt, a SMart Nitinol csoportban pedig átlagosan 22.6 dB-t (SD 7) mértünk. A posztoperatív mérések alapján a 4 frekvencián mért (0.5-1-2-3 kHz) csontvezetési küszöb 24.7 dB (SD 12.7) volt a NiTiBOND, és 16.6 dB (SD 5.8) a SMart Nitinol csoportban. A túlzáródás mértéke 1.4 dB volt a NiTiBOND ( $p=0.12$ ), és 6 dB ( $p < 0.001$ ) a SMart Nitinol csoportban. A műtét előtti légvezetési küszöb 50.7 dB (SD 8.9) volt a NiTiBOND és 50.9 dB (SD 14.4) a SMart Nitinol csoportban, műtét után pedig átlagosan 32.3 dB-t (SD 15.6) mértünk a NiTiBOND és 25.9 dB-t (SD 6.2) a SMart Nitinol csoportban ( $p < 0.001$ ). A műtét után 3 frekvencián mért (1, 2 és 4 kHz) csontvezetési küszöb 26.3 dB (SD 13.2) volt a NiTiBOND csoportban, preoperatív pedig átlagosan 27.1 dB-t (SD 8.8) mértünk ( $p=0.20$ ). A SMart Nitinol csoportban a műtét utáni átlagos 3 frekvenciás

csontvezetési küszöb 18.5 dB (SD 7.4) volt, műtét előtt pedig 22.9 dB-t (SD 8.5) mértünk ( $p < 0.001$ , 4. ábra).



**4. ábra: A preoperatív (pre) és posztoperatív (post) 3 frekvencián (1, 2 és 4 kHz) mért csontvezetési küszöbértékek (BC) a NiTiBOND és a SMart Nitinol (Nitinol) csoportban 3 hónappal a műtétet követően. A sávozások 1 SD-t jelölnek.**

A 4 kHz-en mért légvezetési küszöb 43.8 dB volt a műtét után, és 51.6 dB a műtét előtt a NiTiBOND csoportban ( $p=0.007$ ), a SMart Nitinol csoportban pedig 36.4 dB posztoperatív és 49.1 dB preoperatív értékeket mértünk ( $p < 0.001$ , 2. táblázat). Az átlagos pre- ( $p=0.17$ ), és posztoperatív ( $p=0.059$ ) csont-légköz értékek vonatkozásában nem volt szignifikáns különbség a két csoport között. Az átlagos pre- ( $p=0.008$ ) és posztoperatív ( $p=0.002$ ) 4 frekvenciás (0.5-1-2-3 kHz) csontvezetési küszöbértékek vonatkozásában szignifikáns különbségeket mértünk a két csoport között.

**2. táblázat: A NiTiBOND és a SMart Nitinol (Nitinol) csoport preoperatív (Preop.) és posztoperatív (Postop.) halláseredményeinek összehasonlítása.**

Változók	NiTiBOND		p	Nitinol		p
	Preop.	Postop.		Preop.	Postop.	
Átlag ABG, dB (SD)	24.6 (7.2)	7.6 (4.7)	p <0.001	28.2 (10.1)	9.3 (4.1)	p <0.001
Átlag BC, dB (SD)	26.1 (7.2)	24.7 (12.7)	p=0.12	22.6 (7)	16.6 (5.8)	p <0.001
Átlag AC, dB (SD)	50.7 (8.9)	32.3 (15.6)	p <0.001	50.9 (14.4)	25.9 (6.2)	p <0.001
Átlag BC (1,2 és 4 kHz), dB (SD)	27.1 (8.8)	26.3 (13.2)	p=0.20	22.9 (8.5)	18.5 (7.4)	p <0.001
AC 4 kHz-en, dB (SD)	51.6 (18.5)	43.8 (22.1)	p=0.007	49.1 (21)	36.4 (15)	p <0.001

A 4 frekvencián mért pre- (p=0.60), és posztoperatív (p=0.13) légvezetési küszöbértékekkel kapcsolatban nem volt szignifikáns különbség a két csoport között. A pre- (p=0.009), és a posztoperatív (p=0.006) 3 frekvencián mért (1, 2 és 4 kHz) csontvezetési küszöbök vonatkozásában szignifikáns különbség adódott a két csoport között. A 4 kHz-en mért műtét előtti (p=0.33), és műtét utáni (p=0.18) légvezetési küszöbértékek kapcsán nem volt szignifikáns különbség a két csoport között (3. táblázat). A betegek életkora vonatkozásában sem volt szignifikáns különbség a két csoport között (p=0.58). Műtét alatti szövődés nem fordult elő egyik csoportban sem, és nem észleltünk szignifikáns halláscsökkenést vagy nervus facialis parézist sem a műtétek után közvetlenül. Késői típusú facialis bénulás azonban két esetben fordult elő, mindkét beteg eseménytelen KTP lézer stapedotomián esett át. A betegek három hetes antivirális és szteroid kezelést követően tünetmentessé váltak.

**3. táblázat: A két csoport preoperatív (Preop.) és 3 hónapos posztoperatív (Postop.) halláseredményeinek összehasonlítása**

Változók	Preop.		p	Postop.		p
	NiTiBOND	Nitinol		NiTiBOND	Nitinol	
Átlag ABG, dB (SD)	24.6 (7.2)	28.2 (10.1)	p=0.17	7.6 (4.7)	9.3 (4.1)	p=0.059
Átlag BC, dB (SD)	26.1 (7.2)	22.6 (7)	p=0.008	24.7 (12.7)	16.6 (5.8)	p=0.002
Átlag AC, dB (SD)	50.7 (8.9)	50.9 (14.4)	p=0.60	32.3 (15.6)	25.9 (6.2)	p=0.13
Átlag BC (1,2 és 4 kHz), dB (SD)	27.1 (8.8)	22.9 (8.5)	p=0.009	26.3 (13.2)	18.5 (7.4)	p=0.006
AC 4 kHz-en, dB (SD)	51.6 (18.5)	49.1 (21)	p=0.33	43.8 (22.1)	36.4 (15)	p=0.18

### 3.4 Megbeszélés

Vizsgálatainkban a NiTiBOND és SMart Nitinol pisztonokkal végzett stapedotomiákat követően elért 3 hónapos posztoperatív halláseredményeket hasonlítottuk össze. A protézisek stabilitásának megítéléséhez azonban nagyobb beteganyag és hosszabb követési idő szükséges. A stapes műtétek kimenetele az alapvetően az operatőr tapasztalatától függ, és független attól, hogy stapedectomy, vagy stapedotomia történt<sup>(62)</sup>. A stapedotomiát követően jobb halláseredmények érhetők el a magas frekvenciák hangátvitelét illetően és kevesebb posztoperatív szenzorineurális komplikációval kell számolni a stapedectomyhoz képest<sup>(63,64)</sup>. A pre-, és posztoperatív csont-légrés értékeit illetően nem találtunk szignifikáns eltérést a két csoport között, ami összhangban volt elvárásainkkal. Az elért átlagos posztoperatív csont-légrés értékek hasonlóak a Huber és mtsai. részéről közölt adatokkal, akik a NiTiBOND esetében 8.1 dB, a Nitinol esetében pedig 9.9 dB posztoperatív csont-légrést dokumentáltak<sup>(60)</sup>. A 3 frekvencia (1, 2 és 4 kHz) átlagában mért posztoperatív csontvezetési küszöbértékek nem utaltak szignifikáns cochlearis traumára sem a NiTiBOND, sem a SMart Nitinol csoportban. Szignifikáns túlzáródást mértünk a SMart Nitinol csoportban, azonban a NiTiBOND pisztonnal operált betegeknél a túlzáródás nem volt jelentős. Az eltérés hátterében egyfelől a kiindulási csontvezetési értékek különbözőségét, a kis betegszámot, másfelől a standard deviációk különbségeit valószínűsítjük. A 3 hónapos posztoperatív

hallásvizsgálaton egyik betegnél sem mértünk 20 dB-nél nagyobb csont-légrést, ami a NiTiBOND rövidtávú megbízhatósága mellett szól és az incus erózió gyanúja sem merült fel. Korábban a Nitinol pisztonnal kapcsolatban további hallásjavulásról számoltunk be a lézer stapedotomia utáni középtávú halláseredményeinkről szóló tanulmányunkban <sup>(61)</sup>. Halláseredményeink más szerzők adataival összevethetők <sup>(65,66)</sup>. Hosszabb követési idő után a NiTiBOND pisztonnal kapcsolatban is hasonló hallásjavulásra számítunk. A NiTiBOND piszton közép-, és hosszú távú megbízhatóságát illetően további, nagyobb beteganyagban elvégzett vizsgálatokat is kilátásba helyeztünk, és a SMart Nitinol pisztonnal való későbbi összehasonlítását is tervezzük. A KTP lézerrel asszisztált stapedotomia esetén a lézert a lehető legrövidebb ideig kell alkalmazni, mert hőhatása miatt a stapes talpához képest mélyebb fekvő struktúrákat károsíthatja <sup>(67)</sup>. A KTP lézer sugara lézerszállal a lézerszondához közvetíthető, amivel a pontos célzás lehetővé válik. A stapedotomia előtt a lézert rozettát képeztünk a stapes talp hátsó részén a nyálkahártya vaporizálása, a fúrás elősegítése és a vérmentes környezet biztosítása érdekében <sup>(68)</sup>. Mindegyik betegünkön mikrofúróval végeztük a stapedotomiát, mert lényegesnek tartottuk a stapes talp teljes vastagságára kiterjedő azonos átmérő kialakítását azért, hogy a pistonok megfelelően illeszkedjenek. A 0.6 mm-es pisztonokat alkalmaztuk, de egyes szerzők a 0.4-0.8 mm-es pisztonokkal is jó eredményeket közöltek <sup>(69,70)</sup>. Néhány szerző az incus nekrozist a lézer gondatlan alkalmazásának tulajdonítja, szerintünk azonban a háttérben idegentest reakció áll <sup>(71-73)</sup>. A középtávú halláseredmények elemzése alapján a SMart Nitinol pisztonnal végzett KTP lézer stapedotomián átesett 44 betegünk között nem fordult elő incus nekrozis <sup>(61)</sup>. Noha a SMart Nitinol piszton pásztorbot alakjából adódóan az incus hosszú szárának 60%-át fedi, az incus nekrozis elméleti esélye továbbra is fennáll a mukoperioszteum elszorítása miatt. Azt feltételeztük, hogy a NiTiBOND piszton kisebb arányban fedve az incust a nekrozis esélyét csökkenti, ami egyes szerzők szerint a revíziós stapes műtétek 49%-át is alkothatja <sup>(74,75)</sup>. A protézisek rögzítése a legnehezebb feladat, mert alapvetően befolyásolja az audiológiai eredményeket, és potenciálisan magában foglalja a belső fül és az incudomalleoláris ízület károsodásának lehetőségét <sup>(60)</sup>. A NiTiBOND és a SMart Nitinol pisztonok pozícionálása között technikai különbség van. A NiTiBOND szélesebb feje könnyebb manipulációt tesz lehetővé, mert az incus hosszú szárára fektethető, amíg a piszton talpát a stapedotomiás nyílásba illesztjük. A NiTiBOND piszton rögzítésekor a lézert a margaréta alakú fej külső hurkaira irányítjuk, ami a SMart Nitinol piszton fejéhez képest perifériásabban helyezkedik el a hosszú szárához viszonyítva <sup>(60)</sup>. Mindegyik protézis MR kompatibilis, a Nitinol piszton pozíciója és konformációja nem változott meg 1,5 Tesla télerősség alkalmazása mellett sem

(<sup>58,71</sup>). A protézisek nikkeltartalma pedig nem hozzáférhető, mert az oxigén-titánium-oxid réteget képez a nikkeltitánium-ötvözet felületén (<sup>76,77</sup>). Mindkét csoportban 1-1 betegnél jelentkezett késői típusú facialis parézis, de néhány hét alatt mindketten tünetmentesen meggyógyultak. Az aktuális közlemények a látens vírusok reaktiválódását teszik felelőssé a parézis hátterében (<sup>78,79</sup>). Mindkét beteg napi 5 x 200 mg acyclovir (Zovirax, Sanofi Aventis) tablettát szedett 2 hétig, és napi 60 mg kezdő dózisú per os methylprednizolon (Medrol, Pfizer) adásában részesült 3 hét alatt fokozatosan leépülő dózisban (<sup>80</sup>).

### 3.5 Konklúzió

A lézertechnika és a NiTiBOND piszton együttes alkalmazása megbízható, és kitűnő rövidtávú halláseredményekkel kecsegtető stapes sebészeti módszernek ígérkezik. Vizsgálatunkban a NiTiBOND protézis könnyebb intraoperatív kezelhetőséggel eredményezett hasonló csont-légrés záródást, mint a SMart Nitinol piszton. A NiTiBOND piszton margaréta alakú feje miatt tovább csökkenhet az incus nekrózis esélye, mert a nyálkahártyát kisebb felületen fedi, és a rögzítéséhez alkalmazott lézer energiája pedig perifériásabban összpontosul az incus hosszú szárához képest, mint a SMart Nitinol piszton esetében.

## 4 Különleges stapes sebészeti megoldások

### 4.1 Bevezetés

A mai értelemben vett modern stapedectomia 1956-ban történt bevezetése óta több, mint fél évszázad telt el <sup>(27)</sup>. Az elmúlt évtizedekben a stapes fixáció megoldását illetően a minimálisan invazív technikák kerültek előtérbe, s napjainkban egyre több adat utal arra, hogy stapedotomia alkalmazásával a stapedectomiához képest jobb posztoperatív hallás és beszédértés érhető el <sup>(81)</sup>. A lézer bevezetése tovább finomította a stapedotomia technikáját, alkalmazása vérmentes dobüregi környezetet eredményezett, csökkent a cochlearis trauma esélye, csökkent a posztoperatív vertigo mértéke és rövidebbé vált a hospitalizáció. Az elmúlt évtizedekben a hallócsontláncolat rekonstrukciójára alkalmazott protézisek is jelentős strukturális fejlődésen mentek keresztül. Megjelentek a hőmemóriás nitinol (nikkel-titánium ötvözet) alapanyagú pisztonok, melyeknek az incusra rögzülő része a lézer hatására a hosszú szárra szorul, így elkerülhetővé vált a kézi rászorítás <sup>(61)</sup>. Klinikánkon 2006 óta alkalmazunk nitinol anyagú pisztonokat, a kezdetben használt pásztorbot alakú SMart Nitinol pisztont (Gyrus ENT, Germany) a margaréta alakú NiTiBOND piszton (Kurz, Germany) váltotta fel, de előbbi sem szorult ki teljesen a gyakorlatból (1. ábra).

A legújabb fejlesztésű Nitiflex piszton incusra rögzülő része is nitinol alapanyagú, alakja pedig egy ruhacsipeszre emlékeztet. Rögzítéséhez nincs szükség lézer használatára, mert a nitinol rugalmas viselkedését kihasználva „rácsíptethető” az incus hosszú szárára és olcsóbb, mint a NiTiBOND piszton (5. ábra). A lézer stapedotomia alkalmazásával a különleges stapes sebészeti esetek is megoldhatónak bizonyultak, például az obliteratív otosclerosis, a kevert halláscsökkenést és pulzáló tinnitust okozó arteria stapedia persistens, vagy a stapes talp fölé boltosuló nervus facialis mellett észlelt stapes fixáció. Válogatott esetekben ugyancsak lehetővé vált a jó eredménnyel, szimultán végezhető bilaterális stapedotomia műtéte <sup>(82-86)</sup>. A kevert típusú, közepesen súlyos fokú halláscsökkenéssel jellemezhető, a cochleát is érintő előrehaladott otoscleroticus stapes fixáció is jó hallás eredménnyel kezelhető napjainkban a Vibrant Soundbridge (VSB) aktív középfül implantátum incusra történő felhelyezésével, melyet a stapedotomiával egy ülésben végezhetünk el <sup>(87,88)</sup>.





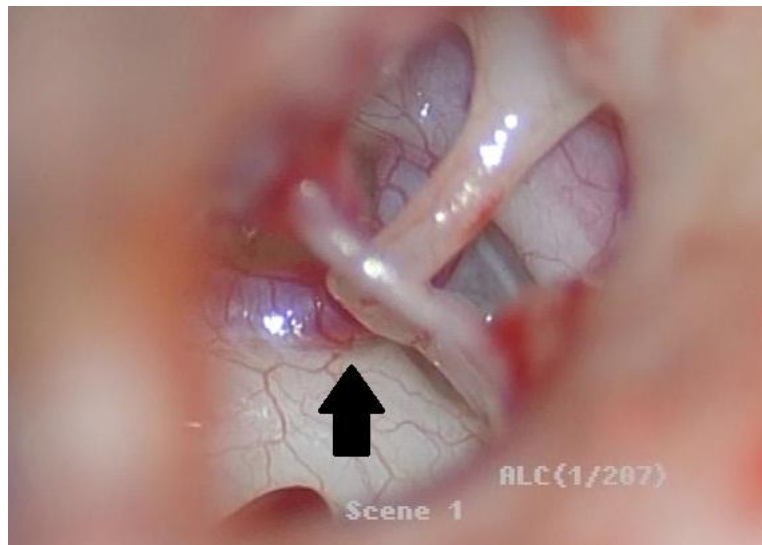
**5. ábra: A Nitiflex piszton**

A stapedotomia számos előnyös jellemzője mellett azonban előfordulhat, hogy nem sikerül a piszton megfelelő rögzítése az incus hosszú szárán, és kialakul a torz és fluktuáló hallással jellemezhető „loose wire” szindróma <sup>(89)</sup>. Az értekezésben az előbb felsorolt különleges eseteket, a szimultán végzett bilaterális stapedotomiát, a kevert típusú halláscsökkenéssel járó otosclerosis sebészi megoldását valamint a „loose wire” szindróma korrigálását is bemutatjuk saját eseteink kapcsán. Az audiológiai eredményeket a korábban ismertetett módon határoztuk meg (3.2 fejezet).

## 4.2 Beteganyag és módszer

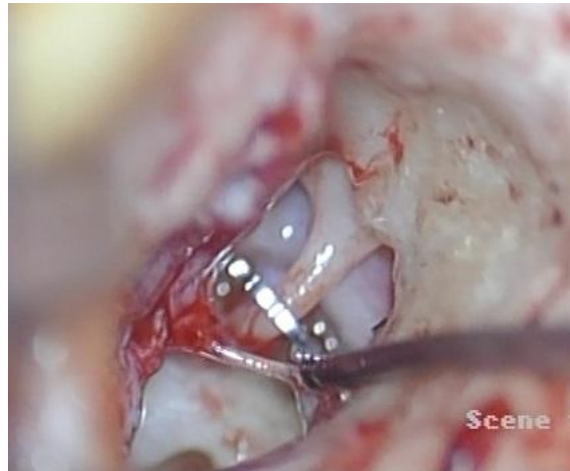
**4.2.1 Esetismertetés 1: szédülést és fülzúgást okozó arteria stapedia persistens ellátása**  
M. J. 35 éves nőbetegünk évek óta tartó bal oldali, progresszív, súlyos fokúvá váló kevert típusú halláscsökkenés, bal oldali pulzus szinkron tinnitus, bal oldali fejfájás és szédülés miatt kereste fel Klinikánkat 2012-ben. Kivizsgálása során ép dobhártyák és légtartó dobüregek mellett a Weber hangvillát balra lateralizálta, a Rinne vizsgálat negatív volt ezen az oldalon, a stapedius reflexet nem lehetett kiváltani. A csont-légrést a nemzetközileg elfogadott módon nem tudtuk megadni, mert 3000 Hz-en a beteg nem jelzett csontvezetési küszöböt. A

légvezetési küszöb átlag 96.25 dB volt. Jobb oldalon 17.5 dB átlagos légvezetési, 16.5 dB átlagos csontvezetési küszöböt mértünk. A rezonancia frekvencia baloldalon 1000 Hz, jobb oldalon 500 Hz volt és A típusú tympanogramokat regisztráltunk. A stapedius reflex ipsi-, és kontralateralis irányból is kiváltható volt az 500 és 1000 Hz-es frekvenciákon, magasabb frekvenciákon és jobb oldalon viszont a reflexet kiváltani nem lehetett. Kivizsgálását követően 2012 júniusában bal oldali exploratív tympanotomiát végeztünk, mely során a stapes talp felett keresztülfutó perzisztáló arteria stapediát észleltünk (6. ábra).



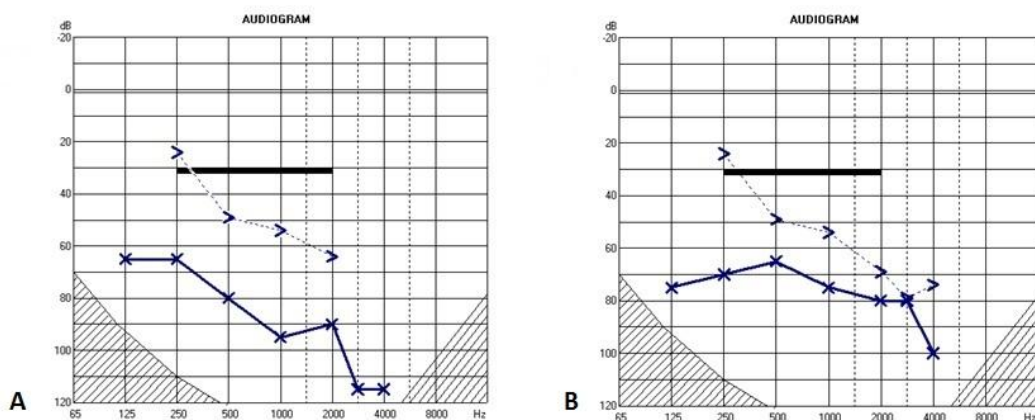
**6. ábra: A stapes talpon keresztülfutó arteria stapedia persistens (fekete nyíl)**

A lelet miatt idegsebészeti konzíliumot kértünk, ezt követően a páciens angiográfián esett át. A Seldinger módszerrel végzett bal oldali carotis és vertebralis érrendszer angiográfiája során a hallójárat projekciójában kis angiómát mutattak ki, melynek felmerült a pulzációs fülzúgást kiváltó szerepe. Az angiómát ellátó artériát folyékony polimerrel elzárták. A páciens fejfájása megszűnt, azonban a szédülés és a pulzáló fülzúgás továbbra is fennállt. A nem szűnő panaszok miatt 2013 októberében ismételt angiográfiát kértünk. A vizsgálat érmalformációt nem mutatott ki, azonban az érfestés csak a carotis externa ágrendszerére terjedt ki. A nem javuló szédülés és tinnitus miatt 2014 januárjában ismételten exploratív tympanotomiát végeztünk baloldalon, mely során továbbra is pulzáló arteria stapedia persistens-t észleltünk. Az anomális értől posterior irányba a stapes hátsó szárát KTP lézerrel (1W, 100 ms, lézerszál átmérő 0.2 mm) eltávolítottuk, majd tekintettel arra, hogy a stapes talp mobilis volt, a talp hátsó harmadát tüvel eltávolítottuk. A rendellenesen futó ér nem sérült. Az incus hosszú szára és a parciális stapedectomy nyílása közti távolságot 4.5 x 0.6 mm-es NiTiBOND hőmemóriás nitinol pisztonnal hidaltuk át (7. ábra). A műtétet a korábbtól eltérő operatőr végezte.



**7. ábra: Az incus hosszú szárára illesztett NiTiBOND piszton**

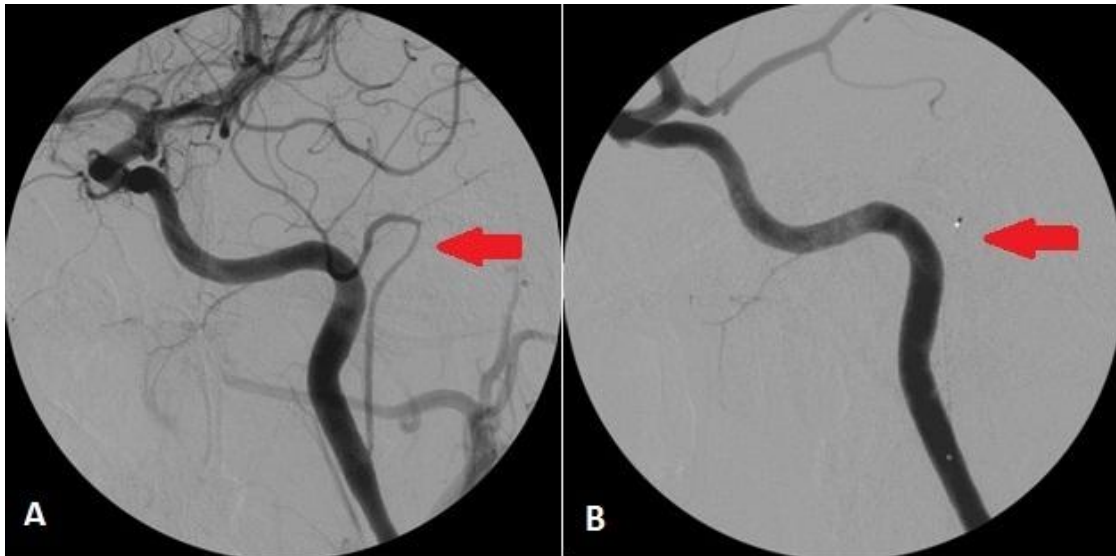
A beteg hallása javult, a műtétet követően 3 hónappal mért csont-légrés 11.25 dB, a légvezetési küszöb 75 dB, a csontvezetési küszöb 63.75 dB volt (8. ábra).



**8. ábra: A preoperatív audiogram arteria stapedia persistens esetében (A); A 3 hónapos posztoperatív audiogram a NiTiBOND pisztonnal való hallócsont láncolati rekonstrukciót követően (B)**

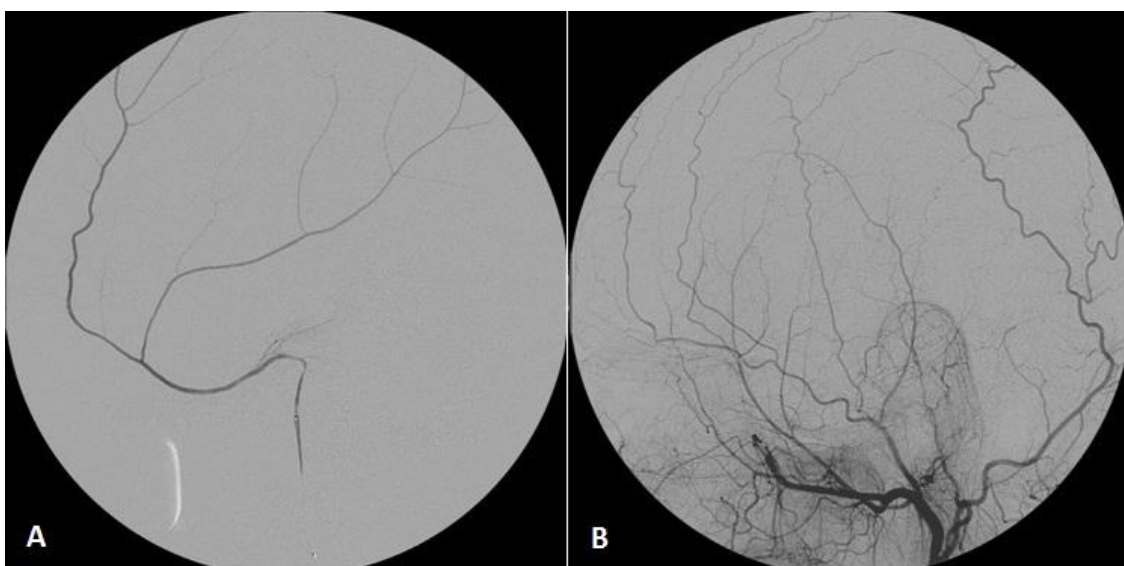
A páciens szédülése - melyet valószínűleg a stapes szárai között futó ér irritációja okozott - a műtétet követően megszűnt. A továbbra is fennálló pulzáló tinnitus miatt 2015 januárjában a teljes bal oldali carotis érrendszer és az arteria vertebralis angiográfiáját végezték el a Pécsi Idegsebészeti Klinikán. A vizsgálat során tágult bal oldali arteria meningea mediát találtak, ami az arteria carotis interna extracranialis szakaszából eredt, és a korábban behelyezett NiTiBOND piszton mellett a középfülön keresztül futott a kemény agyburokba. A látott arteria stapedia persistens az angiográfia alapján az arteria carotis internából eredő arteria

meningea media dobüregi szakasza volt. Endotrachealis narcosisban, transfemorális behatolásból Seldinger módszerrel az anomális meningealis ágat embolizálták (9. ábra).



**9. ábra: Az arteria stapedia persistens képező arteria meningea media az embolizáció előtt (angiogram, piros nyíl, baloldal) (A); Az embolizációt követően készült angiogram, melyen az arteria stapedia persistens képező arteria meningea media nem látható (piros nyíl) (B)**

A kemény agyburok keringését a kollaterális arteria maxillaris keringése biztosította (10. ábra). A beavatkozást követően szövődményt nem észleltek. A páciens pulzáló tinnitusa ezt követően megszűnt.



**10. ábra: Az arteria stapedia persistens adó arteria meningea media, és ellátási területe (baloldal) (A); Az arteria maxillárisból eredő kollaterális érhálózat ellátási területe (baloldal, angiogram) (B)**

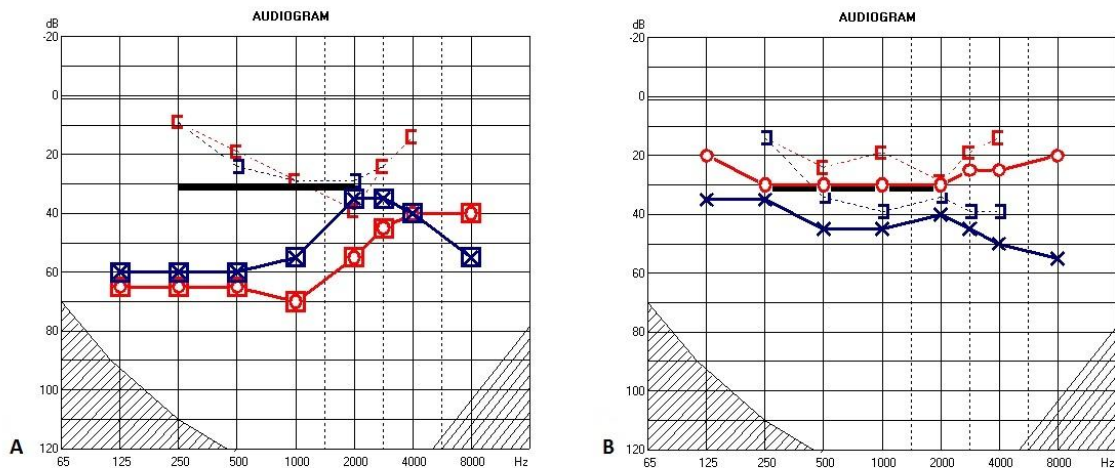
**4.2.2 Esetismertetés 2: obliteratív otosclerosis**

T. G. 45 éves férfi betegünk 2011 óta tartó kétoldali, fokozatos hallásromlás miatt kereste fel Klinikánkat. Kivizsgálása során ép dobhártyák és légtartó dobüreggek mellett a Weber hangvillát nem lateralizálta, a Rinne vizsgálat 1000 Hz-en mindkét oldalon negatív volt. A csont-légrés 30 dB volt jobb oldalon, baloldalon 18.75 dB. A légvezetési küszöb 46.25 dB, a csontvezetési küszöb 27.5 dB volt baloldalon, jobb oldalon a légvezetési küszöb 58.75 dB, a csontvezetési küszöb 28.75 dB volt, ezen az oldalon Carhart csipkét észleltünk. Stapedius reflexet nem regisztráltunk egyik oldalon sem. A rezonancia frekvencia jobb oldalon 850 Hz, baloldalon 400 Hz volt, és A típusú tympanogramokat regisztráltunk. Vizsgálatainkat követően 2013 szeptemberében bal oldali exploratív tympanotomiát végeztünk, mely során obliteratív otosclerosisra jellemző, kifejezetten vaskos, kemény stapes talpat észleltünk. A stapes talp hátsó részén KTP lézerrel (1W, 100 ms, lézerszál átmérő 0.2 mm) rozettaszerű vaporizációt végeztünk, majd 0.8 mm-es microfúróval vékonyítottuk a talpat, amit a talp vastagsága miatt KTP lézerrel váltva folytattunk, végül microfúróval képeztük a stapedotomiás nyílást. Az incus hosszú szárától a stapedotomiás nyílásba illesztett 4.75 x 0.6 mm-es NiTiBOND pisztonnal állítottuk helyre a hallócsontláncolat folytonosságát. A jobb oldali exploratív tympanotomiára 2014 márciusában került sor, akkor az ellenoldallal megegyező műtéti lelet miatt hasonló módon végeztük a stapedotomiát (11. ábra).



**11. ábra: Az obliteratív otosclerosisra jellemző vaskos stapes talpon képzett stapedotomiás nyílás (fekete nyíl, jobb oldal)**

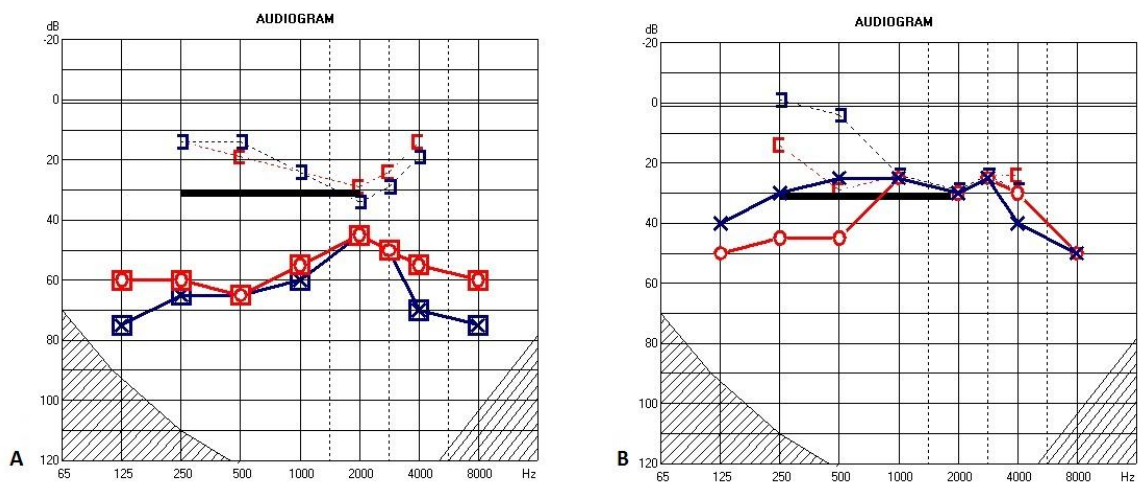
A műtétet követően a páciens hallása javult, a posztoperatív 14. napon készült audiogramon a csont-légrés jobb oldalon 5 dB, baloldalon 6.75 dB lett. A jobb oldali légvezetés átlaga 28.75, a csontvezetése 23.75 dB volt, baloldalon átlag 43.75 dB légvezetéses és 37.5 dB csontvezetéses küszöböt mértünk. Jobb oldalon a csont-légrés 25 dB- lel, baloldalon 12 dB-lel javult. Jobb oldalon 5 dB túlzáródást regisztráltunk. Szignifikáns cochleáris traumára utaló csontvezetéses küszöbváltozást nem észleltünk (12. ábra).



**12. ábra: Az obliteratív otosclerosis eset preoperatív audiogramja (A); A 2 hetes posztoperatív audiogram (B)**

#### 4.2.3 Esetismertetés 3: bilateralis stapidotomia

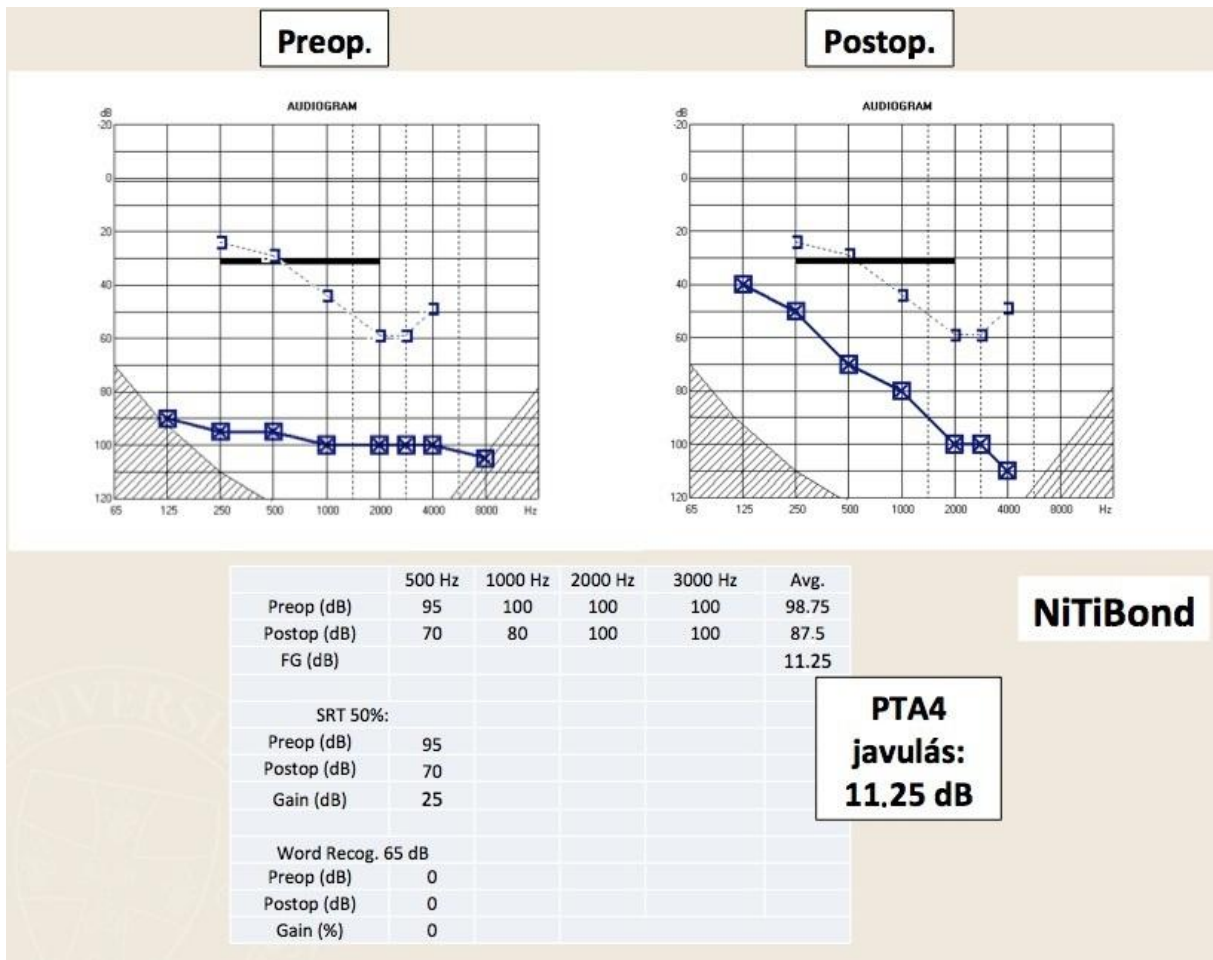
N. J. 60 éves nőbetegünket 2010 óta tartó fokozódó kétoldali vezetéses halláscsökkenés miatt vizsgáltuk. Ép dobhártyák és légtartó dobüreg mellett a Weber hangvillát nem lateralizálta, a Rinne vizsgálat mindkét oldalon negatív volt. Jobb oldalon a légvezetéses küszöb 53.75 dB, a csontvezetéses küszöb 25 dB volt, baloldalon a légvezetéses küszöb 55 dB, a csontvezetéses küszöb 26.25 dB volt. Mindkét oldalon jellegzetes Carhart csipkét észleltünk. A rezonancia frekvencia mindkét oldalon 650 Hz volt, és A típusú tympanogramokat regisztráltunk. Vestibuláris kiváltott myogén potenciált (VEMP) és stapedius reflexet nem lehetett kiváltani egyik oldalon sem. A műtét előtt 28.75 dB csont-légrést mértünk mindkét oldalon. A kétoldali szimultán exploratív tympanotomiára 2015 májusában került sor, mely során mindkét oldalon fixált stapeseket találtunk és szimultán bilaterális KTP lézer stapidotomiát végeztünk, a hallócsontláncolat folytonosságát NiTiBOND pisztonnal állítottuk helyre mindkét oldalon. A szövődménymentes műtéti megoldás után 1 hónappal készült audiogramon mindkét oldalon 5 dB csont-légrést értünk el, baloldalon 5 dB túlzáródást mértünk. A légvezetéses küszöb jobb oldalon 31.25 dB, baloldalon 26.25 dB volt, a csontvezetéses küszöb jobb oldalon 27.5 dB, baloldalon 21.25 dB volt. Szignifikáns cochleáris traumát nem észleltünk (13. ábra).



**13. ábra: A bilaterális stapedotomiát megelőzően készült audiogram (A); Az 1 hónapos posztoperatív audiogram (B)**

#### 4.2.4 Esetismertetés 4: „power stapes”

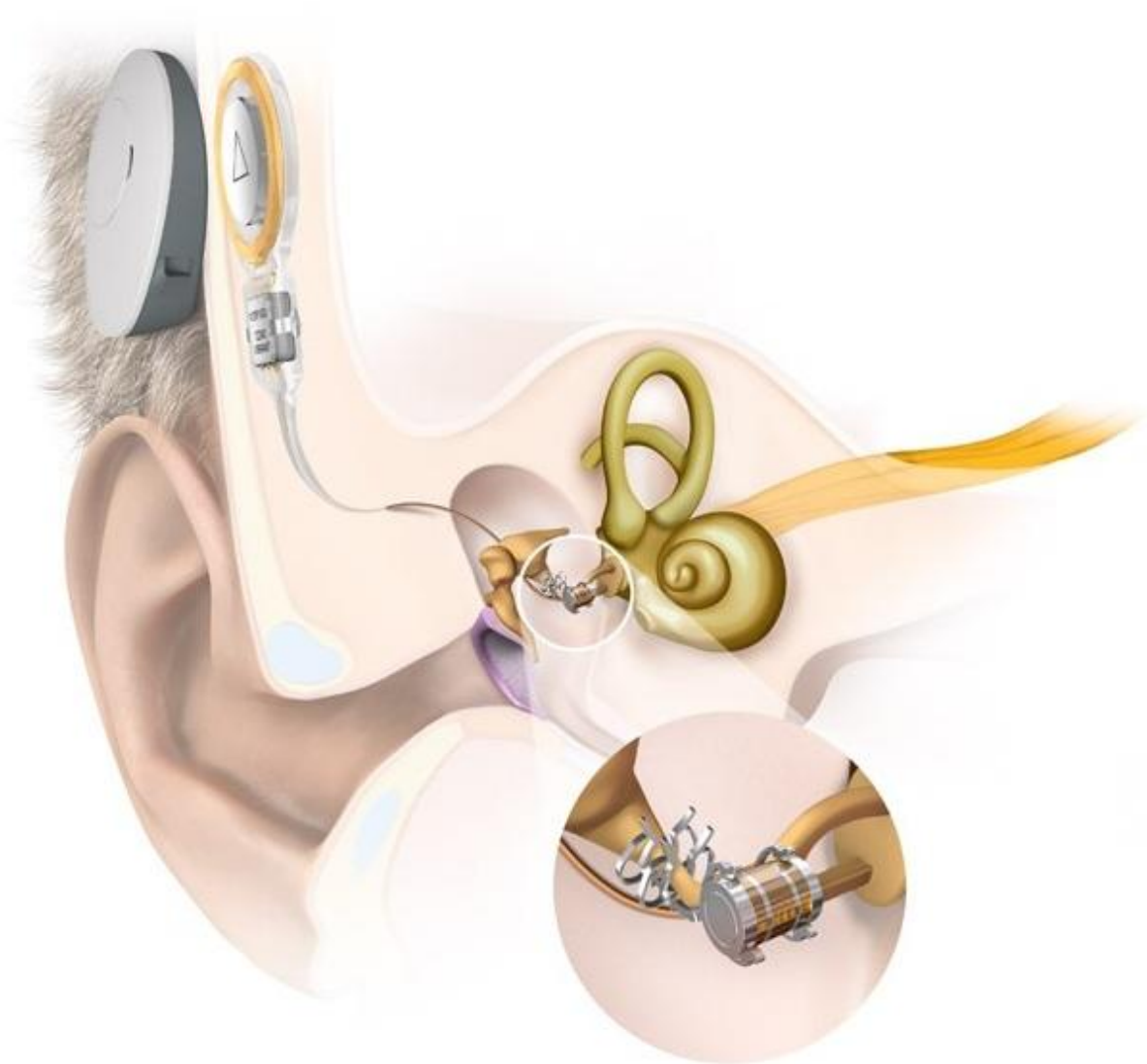
Sz. M. 35 éves nőbetegünk gyermekkora óta tartó fokozódó bal oldali halláscsökkenés miatt jelentkezett Klinikánkon 2014-ben. Ép dobhártyák és légtartó dobüreg mellett a Weber hangvillát balra lateralizálta, a Rinne vizsgálat jobb oldalon pozitív, baloldalon negatív volt. A tympanogramok A típusúak voltak, a stapedius reflex és a VEMP jobb oldalon kiváltható volt, baloldalon nem. Jobb oldalon 1050 Hz, baloldalon 1400 Hz rezonancia frekvenciát mértünk. Az audiogram jobb oldalon 30 dB-es légvezetésű, és 28.75 dB csontvezetésű átlagértéket igazolt, baloldalon átlag 98.75 dB-es légvezetésű küszöböt regisztráltunk. A csont-légrézés baloldalon 52.5 dB, a csontvezetésű küszöb 46.25 dB volt (14. ábra).



**14. ábra: A „power stapes” eset műtét előtti audiogramja (Preop.) és a műtétet követően 1 hónappal mért tisztahang küszöb Nitinol pisztonnal végzett hallócsont láncolati rekonstrukciót követően (kikapcsolt VSB-vel, Postop.)**

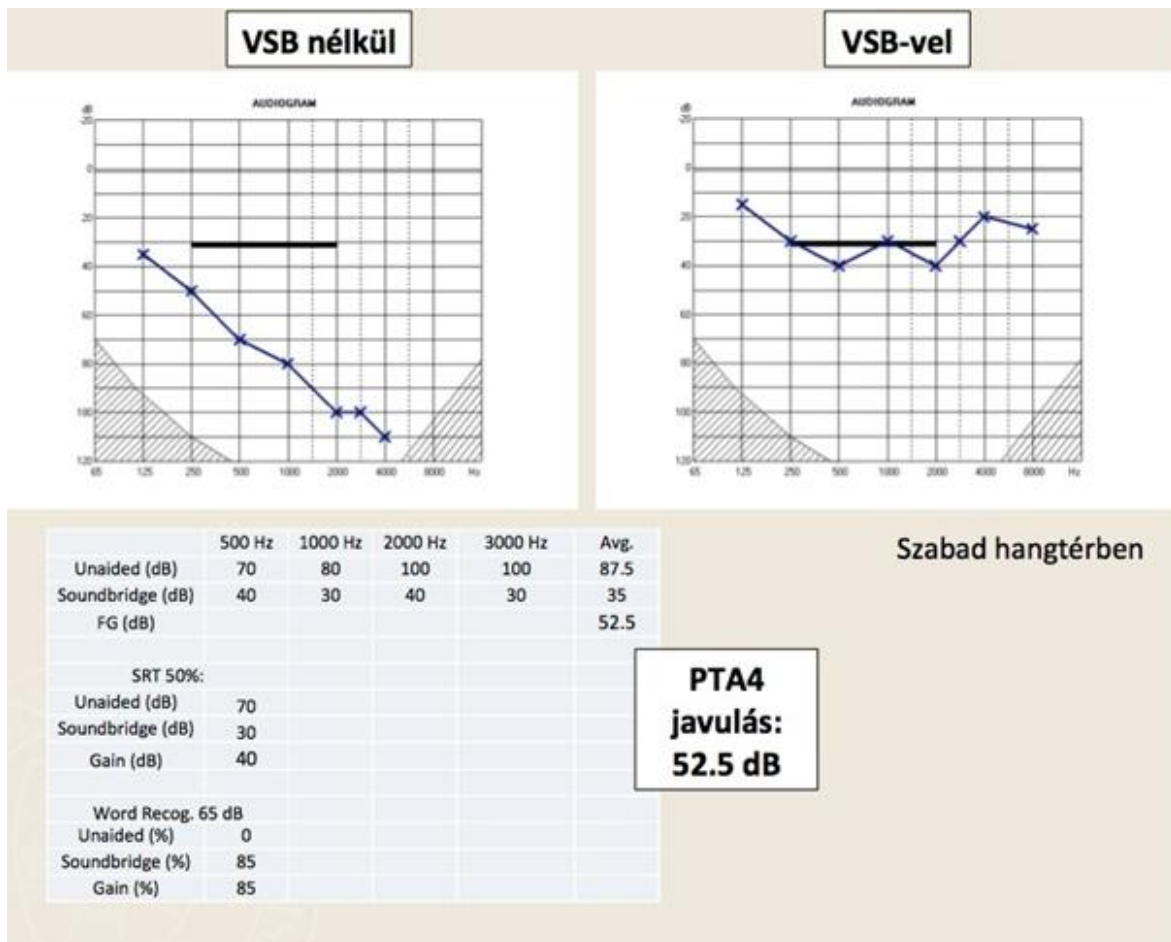
2014 szeptemberében kiterjesztett retroauricularis metszéből mastoidectomiát és posterior tympanotomiát végeztünk, mely során fixált stapest találtunk. A posterior tympanotomia nyílását feltágítottuk, majd a VSB aktív középfül implantátum elektródáján elhelyezkedő „floating mass transducer” (FMT) egységet a rögzítő karmaival az incus hosszú szárára rögzítettük. Ezt követően az incudostapedialis ízület oldását és a stapedius inának átvágását követően stapedotomiát végeztünk (15. ábra). A stapedotomiás nyílásba 4.5 x 0.6 mm-es SMart Nitinol piszton helyeztünk, melynek pásztorbot alakú feji végét KTP lézer segítségével az incusra rögzítettük. Az FMT incussal érintkező rögzítő karmaira a stabilitást fokozandó, ionomer cementes rögzítést is alkalmaztunk.





**15. ábra: A Vibrant Soundbridge aktív középfül implantátum az incus hosszú szára rögzített FMT-vel**

A műtétet követően szabad hangtérben mért átlagos légvezetési küszöb 87.5 dB volt készülék nélkül, és 35 dB bekapcsolt VSB mellett baloldalon, tehát VSB-vel 52.5 dB funkcionális erősítést értünk el, míg a stapedotomia 11.25 dB csont-légrés javulást eredményezett. A számteszt során (beszédküszöb audiometria) a beteg a számok felét bekapcsolt készülékkel 30 dB-en ismerte fel (speech reception test: SRT 50%), anélkül 70 dB-en. A szabad hangteres szóteszt (65 dB-el 1 m távolságból adott szavak: WRS – word reception score) során a készülék nélkül mért 0% után bekapcsolt VSB-vel a szavak 85%-át értette a beteg (14. ábra, 16. ábra).

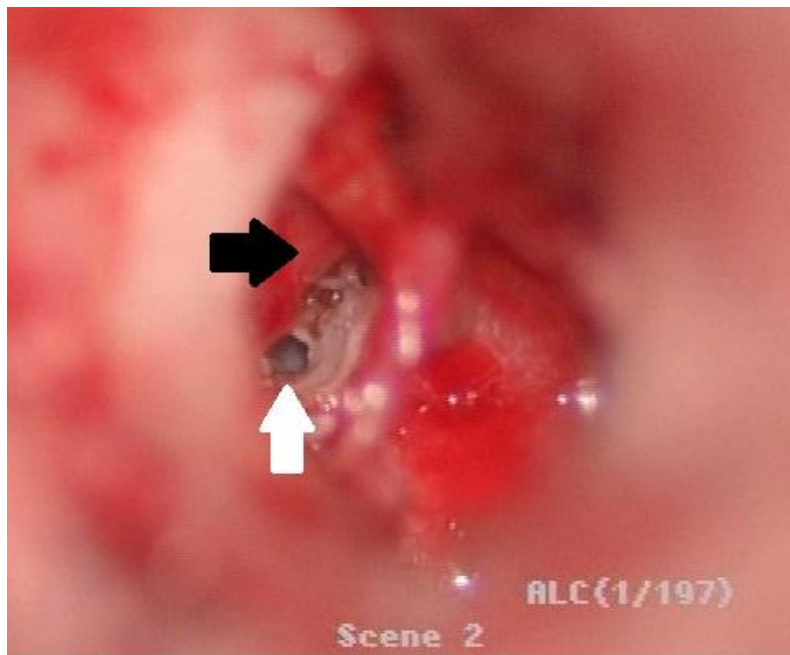


**16. ábra: A szabad hangtérben mért tiszthang küszöb VSB nélkül (A); A szabad hangtérben mért tiszthang küszöb bekapcsolt VSB-vel (B)**

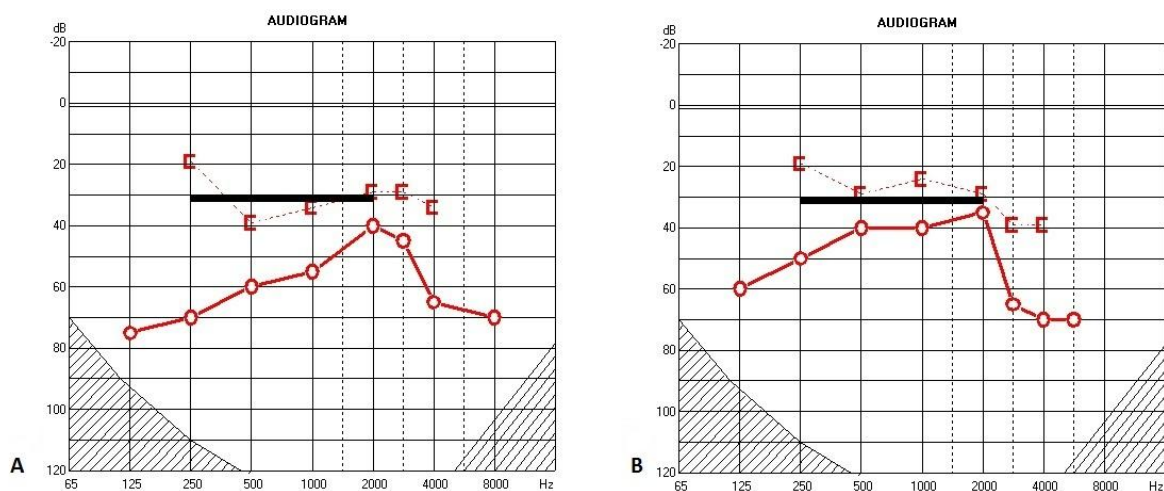
#### 4.2.5 Esetismertetés 5: a stapes talp fölé hajló nervus facialis

S.T. 27 éves férfi betegünk fél éve tartó jobb oldali halláscsökkenés és tinnitus miatt kereste fel Klinikánkat. Ép dobhártyák és légtartó dobüregek mellett a Weber hangvillát jobbra lateralizálta, a Rinne vizsgálat mindkét oldalon pozitív volt. Jobb oldalon 1200 Hz, baloldalon 1250 Hz rezonancia frekvenciát mértünk, a tympanogramok A típusúak voltak mindkét oldalon. A stapedius reflexet nem lehetett kiváltani egyik oldalon sem, a VEMP-et baloldalon kiváltottuk, jobb oldalon nem. Az audiogramon jobb oldalon átlag 50 dB légvezetési küszöböt, 16.25 dB csont-légrést és 33.75 dB csontvezetési küszöböt mértünk. Baloldalon 500-3000 Hz-ig ép hallást regisztráltunk. Az exploratív tympanotomiára 2015 júliusában került sor, mely során fixált stapest és a stapes talp hátsó felszínére boltosuló, csontos csatornában futó nervus facialis észleltünk. A szűk anatómiai viszonyok miatt a promontóriumnak a stapes talppal szomszédos szélét microfűrővel elfürtük, így jobb rálátást

kaptunk az ovális ablakra. A stapes szuperstruktúra eltávolítását követően a talp hátsó harmadán KTP lézerrel rozettaszerű vaporizációt végeztünk, majd microfúróval stapedotomiás nyílást készítettünk (17. ábra). A hallócsont láncolat folytonosságát Nitiflex pisztonnal állítottuk helyre. A műtétet követően 2 héttel készült audiogramon 13.75 dB csontlégrést, 45 dB-es átlagos légvezetési küszöböt és 31.75 dB átlagot csontvezetési küszöböt mértünk (18. ábra).



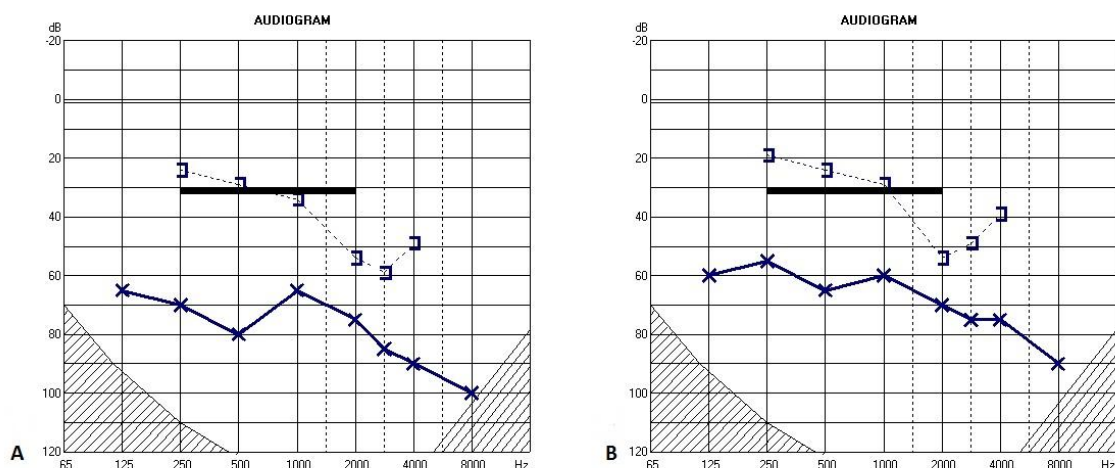
**17. ábra: A promontorium szélének elfúrásával készített stapedotomiás nyílás (fehér nyíl), az ovális ablakra boltosuló nervus facialis mellett (fekete nyíl)**



**18. ábra: A stapes talp fölé hajló nervus facialis esetén végzett stapedotomia preoperatív audiogramja (A); A műtét után 2 héttel készült audiogram (B)**

#### 4.2.6 Esetismertetés 6: „loose wire” szindróma

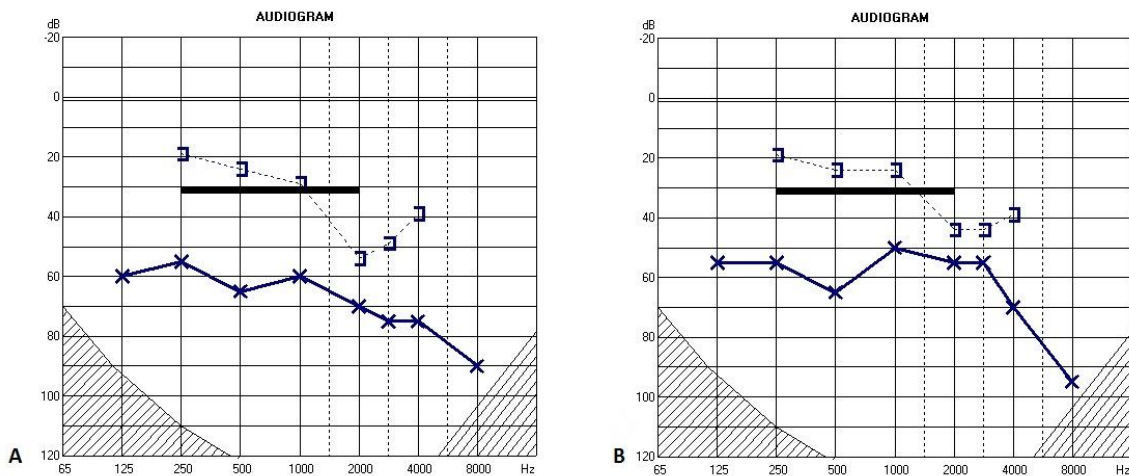
Sz.Gy. 54 éves nőbetegünk évtizedek óta fokozódó, ép dobhártyák mellett észlelt kétoldali vezetéssel halláscsökkenés miatt 2002-ben más intézetben jobb oldali stapedectomián esett át, melyet követően hallása nem javult. Bal oldali halláscsökkenése miatt 2015 februárjában kereste fel Klinikánkat. Kivizsgálása során ép dobhártyákat, légtartó dobüregeket észleltünk, baloldalon A típusú tympanogramot és 1300 Hz rezonancia frekvenciát mértünk, a stapedius reflexet és VEMP-et ezen az oldalon nem lehetett kiváltani. Baloldalon 76.25 dB átlagos légvezetési küszöböt, 45 dB átlagos csontvezetési küszöböt, és 31.5 dB csont-légrést mértünk. 2015 márciusában bal oldali KTP lézer stapedotomiát végeztünk, a hallócsont láncolat folytonosságát NiTiBOND pisztonnal állítottuk helyre. A műtétet követően a páciens hallása baloldalon nem javult, a társalgó beszédet viszont zavaróan torzul hallotta, és hallásélessége fluktuált. A bal oldali légvezetési küszöb 2 hónappal a műtét után 67.5 dB, a csontvezetési küszöb 40 dB, a csont-légrést 27.5 dB volt (19. ábra).



**19. ábra: A „loose wire” szindrómás eset 1. műtét előtti audiogramja (A); A műtét után 2 hónappal készült audiogram (B)**

Obszervációnk során a nem javuló panaszok miatt 2015 júliusában bal oldali revíziót végeztünk, mely során a NiTiBOND margaréta alakú feje és az incus hosszú szár között laza kapcsolatot észleltünk. A piszton titán szára a stapedotomiás nyílásba pontosan illeszkedett. KTP lézer alkalmazásával ismételtén rögzítettük a piszton fejét az incus hosszú szárán, valamint glass ionomer cementtel stabilizáltuk a kapcsolódási felszínt. A revíziós műtétet követően a páciens torz hangélményei megszűntek, hallása mérsékelten ugyan, de javult.

Audiogramon átlagosan 55.25 dB légvezetéses küszöb mellett 35 dB csontvezetéses küszöböt, és 21.25 dB csont-légrést mértünk baloldalon (20. ábra).



**20. ábra: A; A „loose wire” szindrómás eset reoperáció előtti audiogramja B; A reoperáció utáni 2 héttel készült audiogram**

### 4.3 Megbeszélés

A stapes fixáció műtéti megoldása céljából végzett exploratív tympanotomia során ritkán ugyan, de szokatlan anatómiai, illetve patológiai eltéréseket fedezhetünk fel, mint például a perzisztáló arteria stapedia, az obliteratív otosclerosis vagy a ptótikus, stapes talp fölé boltosuló nervus facialis. Az arteria stapedia persistens egy primitív arteria, ami összeköti az arteria carotis internát az arteria carotis externával, és az esetek döntő többségében a 3. foetális hónapban felszívódik<sup>(84)</sup>. Egy kadáver sziklacsont tanulmányban 1045 vizsgált csontból 5 esetben (0.48 %) észleltek perzisztáló artéria stapediát<sup>(90)</sup>. Az ér koagulációja egyes szerzők szerint veszélytelen, mások szerint viszont veszélyes lehet, mert agytörzsi ischaemiát és nervus faciális parézist is okozhat<sup>(91,92)</sup>. Az arteria stapedia megmaradása esetén ritkán helyettesítheti az arteria meningea mediát - mint ahogy betegünkönél is észleltük-, ami a dura mater jelentős ellátó artériája<sup>(93)</sup>. Esetünkben azonban az arteria maxillaris érdemi kollaterális érhálózattal járult hozzá a dura ellátásához. Az arteria stapedia dobüregi lefutását tekintve általában közelebb fekszik a stapes elülső szárához, lehetőséget adva az ovális ablak postero-inferior fenesztrációjához<sup>(94)</sup>. Esetünkben a stapes talpon elegendő hely állt rendelkezésre ahhoz, hogy a fenesztrációt követően pisztont helyezzünk be anélkül, hogy a protézis az érrel fizikai kontaktusba került volna. A NiTiBOND protézis behelyezésével az állandó szédülés megszűnt, a csont-légrést csökkent, a pulzáló tinnitust pedig a 3. alkalommal

végzett szuperszelektív arteria stapedia persistens embolizációja szüntette meg, szövődmény nélkül.

Az obliteratív otosclerosis előfordulása a különböző tanulmányok alapján változó, egy 293 stapes műtéten átesett betegekkel foglalkozó tanulmány szerint 4.7%, azonban más tanulmányokban a gyakoriság 1-33% között oszlott meg <sup>(82,95,96)</sup>. A betegség jellemzője a nagyfokban megvastagodott, az ovális ablakot kitöltő stapes talp, megnehezítve a talp és az ovális ablak határának meghatározását, valamint a stapidotomiás nyílás készítését. Az obliteratív forma oka nem tisztázott. A sebészi megoldás prognózisa kevésbé jó a nem obliteratív esetekhez képest <sup>(82)</sup>. A kétoldali folyamatok gyakoriak, 30-50%-át is eléri az obliteratív eseteknek <sup>(82,95)</sup>. A Klinikánkon operált páciens is kétoldali folyamatban szenvedett, a stapes talp fenesztrációjához a szerzők a KTP lézer és a mikrofűrő váltakozó alkalmazását és a piszton átmérőjéhez képest szélesebb stapidotomiás nyílás (0.8 mm) készítését tartották célravezetőnek. A szélesebb nyílás a későbbi újracsontosodást késleltetheti <sup>(82)</sup>. Betegünknel sikerült a csont-légrést 10 dB alá szorítani mindkét oldalon, szenzorneurális halláscsökkenést pedig nem észleltünk.

Az otosclerosis az esetek 60 – 70 %-ában kétoldali vezetékes, ritkán kevert halláscsökkenéssel járó betegség <sup>(97)</sup>. Az egy ülésben végzett sikeres kétoldali stapes műtét a beteg számára binaurális hallást, a hanglokalizálás képességét és rövidebb posztoperatív lábadozási időt jelenthet <sup>(98)</sup>. Néhány szerző azonban óvatosságra int a kétoldali műtét esetén potenciálisan kialakuló kétoldali súlyos percepciós halláscsökkenés és vesztibuláris diszfunkció miatt <sup>(99)</sup>. A szignifikáns percepciós halláscsökkenés kockázata bilaterális stapes műtétnél más szerzők szerint viszont nem nagyobb az egyoldalihoz képest <sup>(100,101)</sup>. Mann és mtsai. 1229 stapes műtétet követően 20 esetben észleltek súlyos unilaterális percepciós halláscsökkenést. A 20 esetből 7 bilaterális stapes műtéten esett át, de kétoldali halláscsökkenés nem fordult elő <sup>(102)</sup>. A bilaterális szimultán végzett műtétet Kujala és mtsai. primer esetben és anatómiai variációk hiánya esetén javasolják <sup>(86)</sup>. A Klinikánkon bilaterális szimultán stapes műtéten átesett beteg is első műtétre jelentkezett, a dobüregék feltárásakor a megszokottól el nem térő dobüregi anatómiát észleltünk, emiatt egy ülésben végzett kétoldali stapidotomia mellett döntöttünk. A műtét sikeres volt, <10 dB csont-légrést értünk el mindkét oldalon, percepciós halláscsökkenés nem alakult ki. Ezt a műtéti megoldást eddig összesen 3 esetben alkalmaztuk, mind a 6 fülön jelentős hallásjavulás elérésével.

Az előrehaladott, közepes, vagy súlyos fokú, kevert típusú halláscsökkenést okozó otosclerosis rehabilitációja összetett feladatot jelent. A csont-légrés zárására alkalmas modern pisztonok mellett a korszerű, aktív középfül implantátumok szimultán alkalmazásával jelentős funkcionális erősítés érhető el kevert típusú közepes, vagy súlyos halláscsökkenés esetén. Az aktív középfül implantátum helyett ilyenkor természetesen a hallásjavító készülék is alternatíva lehet. A Klinikánkon alkalmazott aktív középfül implantátum a Vibrant Soundbridge, ami két részből áll. A külső egység mikrofonból, erősítőből és jeladóból tevődik össze, a belső egység az indukciós tekercset, az elektródát és az FMT-t foglalja magában (13. ábra). Az eszköz az akusztikai energiát elektromos energiává alakítja át első lépésben, majd az FMT egységen keresztül mechanikai energiává transzformálja és megrezegteti a hallócsont láncolatot. Az előrehaladott otosclerosis okozta kevert halláscsökkenés esetén a stapidotomia a csont-légrés zárásában játszik szerepet, a VSB pedig a funkcionális erősítéssel a csontvezetési küszöbön javít <sup>(103)</sup>. Betegünknel az FMT-t az incus hosszú szárára rögzítettük, azonban a számos fülműtéten átesett pácienseknél („roncsfül”), vagy hiányzó hallócsont láncolat esetén lehetőség van az FMT-t egy illesztő fémapplikátorral a kerek ablakra helyezni <sup>(104)</sup>. Ilyenkor az FMT csontvezetési implantátumnak fogható fel. Betegünknek siketiséggel határos halláscsökkenése volt bal fülén a műtét előtt, a stapidotomia és a VSB implantáció után viszont használható hallásra tett szert, hiszen 85%-os beszédértést produkált 65 dB-en.

A számos nervus facialis érintő anomália közül a leggyakoribb a Fallop csatorna csontos dehiscenciája, ami az összes anomália 55%-át teszi ki <sup>(105)</sup>. A ptózis oka Durcan és mtsai. szerint a Reichert porc rendellenességében keresendő <sup>(106)</sup>. A Fallop csatorna egy részét a Reichert porc képezi, melynek fejletlensége esetén a csontos falon dehiscencia keletkezik és az ideg inferior és anterior irányba helyeződhet. A további transzpozíciót a stapes megléte határozza meg. Amennyiben az oticus capsulából kialakuló stapes talp nem nő össze a Reichert porc alkotta szuperstruktúrával, akkor a nervus facialis az ovális ablak szintjében, vagy alatta fejlődhet ki <sup>(94,107)</sup>. A sebészi ellátás módja az ideg pozíciójától függ. Az ovális ablakot teljesen el nem fedő nervus facialis mellett lehetőség lehet a stapes talp fenesztrációjára az ideg transzpozíciójával, vagy anélkül is, cochleostoma képzésével <sup>(94)</sup>. Esetünkben a promontórium ovális ablakkal szomszédos poszterior régiójának elfúrása mellett döntöttünk a jobb hozzáférhetőség érdekében (15. ábra). A képzett stapidotomiás nyílás mérete alkalmas volt a Nitiflex piszton befogadására, a protézis feji vége jól illeszkedett az incus hosszú szárára, a rekonstruált hallócsontláncolattal pedig együtt mozgott.

A páciens ép arcideg funkció mellett kismértékű hallásjavulásról számolt be, a műtétet követően 2 héttel készült audiogramon átlagosan 2.5 dB-es csont-légrézés javulást regisztráltunk.

A stapes sebészetben használt pisztonokkal szemben alapvető elvárás, hogy a protézis rögzülése stabil és tartós legyen, ellenkező esetben a laza kapcsolat torz hangélményeket, fluktuáló hallásélességet eredményezhet <sup>(89)</sup>. A nem javuló hallás, a Valsalva manőverre változó hallásélesség és torz hangélmények esetén fel kell merülnie a „loose wire” szindróma lehetőségének. Betegünknel az obszerváció során nem javuló panaszok miatt reoperációt végeztünk, és a laza piszton-incus kapcsolatot KTP lézerrel és ionomer cementtel megerősítettük. A hallás mérsékelten javult, a torz hangélmények és a fluktuáló hallás azonban megszűnt. A mérsékelt hallásjavulás oka valószínűleg az első operátor által képzett szűk stapidotomiás nyílás volt. A nem kielégítő halláseredmény miatt a későbbiekben modern csontvezetési implantátum mérlegelése szóba jöhet (BAHA, Bonebridge).

#### 4.4 Konklúzió

A különleges és sebészi kihívást jelentő stapes sebészeti szituációk a mai modern, de költséges műszerparkkal és kellő gyakorlattal megoldhatónak látszanak. Eseteink mindegyikéhez precíz kézidarabbal irányítható KTP lézert alkalmaztunk, mellyel jó eredményeket értünk el, szövődmény nélkül. Amíg a stapes sebészeti beavatkozások többsége elvégezhető lézer és mikrofűrő alkalmazása nélkül, addig a szerzők szerint a különleges stapes sebészeti esetek sikeres kimenetelének záloga a stapes sebészetben elért fokozott jártasság, és a modern technikai háttér, ami precíz kézidarabbal ellátott lézert, mikrofűrőt és valamely nitinol anyagú pisztont is magába foglal.



## 5 A cone-beam CT diagnosztikus értéke a szövettanilag igazolt otosclerosis eseteiben

### 5.1 Bevezetés

Az otosclerosis a humán oticus capsulát érintő megbetegedés, amit kórosan megnövekedett csontújdonképződés jellemez (<sup>108</sup>). A kóros csontképződés vezetékes- és szenzorieurális halláscsökkenést okozhat a stapes talp fixáltsága és a pericochleáris csontfelszívódás eredményeként (<sup>108,109</sup>). Az életminőséget jelentősen rontó kétoldali érintettséggel gyakran találkozunk. A feneztrális otosclerosist a fissula ante fenestram területén megjelenő otoscleroticus góccok okozzák. A fissula ante fenestram egy kötőszövetes állomány az oticus capsula enchondrális rétegében, az ovális ablak és a processus cochleariformis között (<sup>110</sup>). A retrofeneztrális otosclerosis gyakran szenzorieurális halláscsökkenést eredményez, amelynek hátterében a modiolus és a pericochleáris csontállomány alakváltozása áll a ligamentum spirale csökkent elaszticitását okozva (<sup>108-111</sup>). Számos gyulladáskeltő citokin (TNF-alfa, TGF-béta, RANK, RANKL, BMP) szerepe is felmerül az otosclerosist kísérő szenzorieurális halláscsökkenéssel kapcsolatban (<sup>111</sup>).

A kaukázusi rasszban a klinikai otosclerosis prevalenciája 0.3-0.4% (<sup>108</sup>). A szövettani otosclerosis azonban klinikai tünetek nélkül lényegesen gyakoribb, az autopsziák 8-11 %-ánál észlelték (<sup>112</sup>). Az otosclerosis a vezetékes halláscsökkenéssel kísért stapes fixációk kétharmadát teszi ki (<sup>113</sup>). A stapes fixáció klinikai diagnózisát a progresszív halláscsökkenés, az ép dobhártyakép, a negatív Rinne teszt, a vezetékes-, vagy kevert halláscsökkenés, az As-típusú tympanogram és az emelkedett rezonancia frekvencia (>1100 Hz) támasztják alá (<sup>108,111,112</sup>). Az otosclerosis diagnózisa az eltávolított stapes talp szövettani vizsgálatán alapul (<sup>113,114</sup>). A modern képalkotó eljárások új megvilágításba helyezik a sziklacsont csontos zavarainak preoperatív diagnosztikáját (<sup>115-118</sup>). Az otosclerosis-szerű hipodenz fókuszok preoperatív kimutatása nagy klinikai jelentőséggel bír, hiszen a halláscsökkenés súlyosságával és progressziójával összhangban lehet (<sup>119-121</sup>).

A CBCT egy viszonylag új módszer, amit fogászati területeken (endodontológia, orthodontológia) széles körben alkalmaznak (<sup>122,123</sup>). A nagyobb felbontású és pontosabb technikák és az új analizáló szoftverek érkezésével a CBCT diagnosztikai képessége folyamatosan fejlődik (<sup>122,123</sup>). A vizsgálat során a kúp alakú röntgen sugárforrással ellátott

vizsgáló egység (szkenner) és a detektor a páciens feje körül való forgásával akár 1200-1800 különböző leképezés is készülhet <sup>(123)</sup>. Speciális szoftver segítségével a gyűjtött adatokból digitális térfogatszámítás történik, amelyből 3 dimenziós voxelek rekonstrálhatók (szagittális, axiális, koronális síkok) <sup>(123)</sup>. A CBCT sugárterhelése a sziklacsontról vizsgálat kapcsán a HRCT töredéke, és a vizsgálat, valamint a rekonstrukció időtartama is szignifikánsan rövidebb, mint a HRCT esetében <sup>(116,117,123)</sup>.

Jelenleg az oticus capsulát illetően nincs széles körben elfogadott osztályozási rendszer az otosclerosis súlyosságára és kiterjedésére vonatkozóan <sup>(115,124)</sup>. A létező osztályozási módszerek pedig a HRCT leleteihez igazodnak <sup>(125-127)</sup>. Valvassori olyan osztályozást ajánl, ami cochlearis otosclerosis esetén a hipodenz góccok méretén és elhelyezkedésén alapul <sup>(128)</sup>. Shin és mtsai. az otoscleroticus góccok elhelyezkedésére alapozzák osztályozási rendszerüket, megkülönböztetve a feneztrális és pericochlearis típust <sup>(120)</sup>. Kiyomizu és mtsai. a léziókat 5 csoportba osztották a feneztrális érintettség súlyossága szerint <sup>(129)</sup>. Rotteveel és mtsai. új kifejezéseket vezettek be, mint a „kettős gyűrű effektus” („double-ring effect”), „szűkült cochlearis kanyarulat” („narrowed cochlear turn”) és az „aberráns csatornák” („aberrant channels”) <sup>(125)</sup>. Marshall és mtsai., valamint Lee és mtsai. a cochlearis implantációhoz ajánlanak klinikailag értékes osztályozási rendszert otosclerosis esetén, együtt értékelve a feneztrális és a cochlearis típust <sup>(126,127)</sup>.

A stapes ankylosis miatt operált betegek CBCT leletei, és a posztoperatív kórszövettani vizsgálatok eredményei közötti összefüggést vizsgálva a CBCT preoperatív diagnosztikai értékét kívántuk megítélni.

## 5.2 Beteganyag és módszer

### 5.2.1 Beteganyag

Ebben a tanulmányban 102 sziklacsontról készült CBCT felvétel. A vizsgálat indikációja minden esetben ép dobhártya mellett észlelt vezetésszerű, vagy kevert típusú halláscsökkenés volt. Harminckét beteg (64 fül) került a tanulmányba stapes fixáció miatt, akiknél egyoldali stapedectomiát végeztünk. Az eltávolított stapes talpakat kórszövettani vizsgálatra küldtük. A vizsgálati csoportot 24 nőbeteg és 8 férfi beteg alkotta (nő/férfi arány 3:1). A páciensek átlagéletkora 32.57 év (26-53 év) volt. A stapes fixáció diagnózisát a klinikai, audiológiai, tympanometriai és a CBCT vizsgálatok leletei adták meg. A műtéti indikáció a tisztahang audiogramon 1000 Hz-en mért 30 dB-es csont-lég közön, és a negatív Rinne teszten (1024

Hz) alapult az érintett oldalon. A műtét előtti tympanometria As típusú tympanogramot mutatott 41 fül esetében (64.06%) és A típust 23 esetben (35.94%). Az operált fülek alkotta csoportban (n=32) 27 fül (84.37%) mutatott As tympanogramot, az ellenoldali csoportban pedig (n=32) 14 esetben mértünk As tympanogramot (43.75%). Multifrekvenciás tympanometria minden betegnél készült, a stapedectomia csoportban 27 fül esetén mértünk 1100 Hz, vagy magasabb rezonancia frekvenciát (84.37%) és 15 (46.87%) fül esetén az ellenoldali csoportban. Klinikailag 15 betegnél (46.87%) diagnosztizáltunk kétoldali stapes fixációt, azonban csak egyoldali stapesek kerültek kórszövettani vizsgálatra, mert a vizsgálat időtartama alatt csak egyoldali stapedectomiát végeztünk. A részben eltávolított stapes talpakat nem vizsgáltuk meg, mert a léziókat tartalmazó elülső és hátsó pólusok az ovális ablakban marad(hat)tak. A fragmentált, de a beágyazás során rekonstruálható stapes talpakat viszont nem zártuk ki a vizsgálatból. A vizsgálati anyagokat 2012 márciusa és 2013 májusa között gyűjtöttük össze. Minden beteg írásos beleegyezését adta vizsgálatunkhoz. Az Magyar Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága jóváhagyta tanulmányunkat. A vizsgálatok a Helsinki Nyilatkozatnak megfelelően történtek.

### 5.2.2 A CBCT vizsgálat és a képanyag áttekintése

A sziklacsontról készült CBCT felvételek sokszeteles CBCT-vel készültek 0.4 mm-es szeletvastagsággal, axiális, szagittális és koronális leképezéssel. Minden vizsgálat kontrasztanyag adása nélkül történt, és a teljes sziklacsontot magában foglalta. A Magyar Radiológus Társaság minősített neuroradiológusa 6 év szakirányú gyakorlattal, és a Radiológus Társaság bizonyítványával rendelkezett. Az utolsó szerző (K.T.) átnézte a teljes képanyagot (64 képanyag) és minden pontban egyetértett (100%) a neuroradiológussal. A CBCT-k értékelése a Marshall-féle osztályozási rendszer alapján történt: 0. grádus: nincs hipodenz lézióra utaló jel az oticus capsulában; 1. grádus: csak fenesztrális lézió és/vagy megvastagodott stapes talp; 2a grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea bazális kanyarulatának hipodenz léziójával; 2b grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea apikális kanyarulatának hipodenz léziójával; 2c grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea bazális és apikális kanyarulatának hipodenz léziójával; 3. grádus: diffúz, vagy konfluáló érintettség a teljes oticus capsulára terjedően <sup>(126)</sup>.

### 5.2.3 Hisztopatológiai vizsgálatok

A 32 eltávolított stapest 10%-os (m/v) pufferelt formaldehidben fixáltuk, majd 0.02% (m/v) Na-azid tartalmú, 0.5 M Na-EDTA-ban (nátrium etilén-diamino-tetraacetát) dekalcináltuk (72

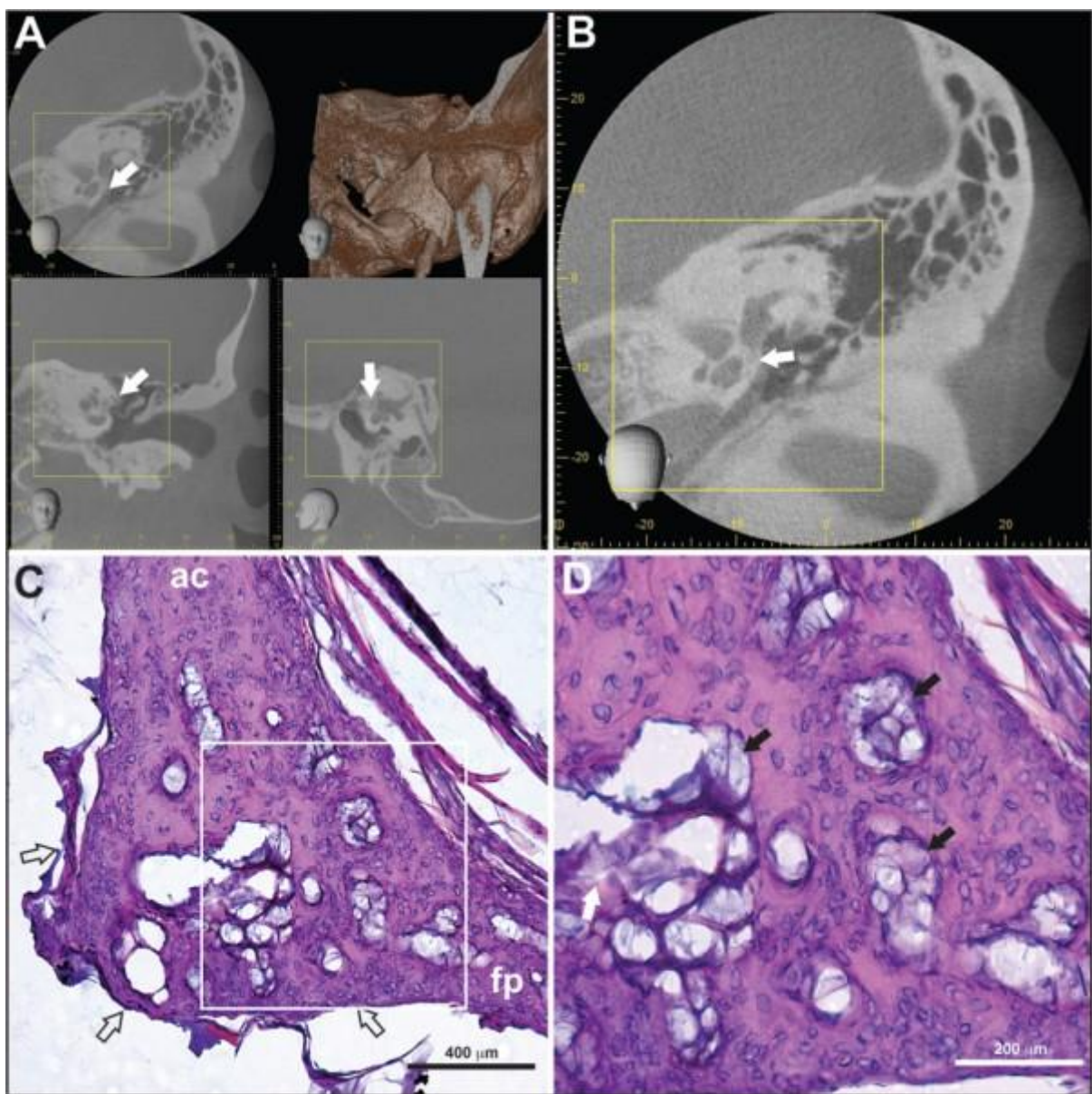
óra, 4 °C). A mintákat ezt követően 15%-os (m/v) tisztított zselatinba ágyasztuk (24 óra, 56 °C) és 4%-os (m/v) paraformaldehidben refixáltuk (24 óra, 20 °C). A zselatin blokkokat 20%-os (m/v) szacharóz oldatban fagyvédetté tettük, majd 10 µm vastagságú szeletekre metszettük –25 °C-on (MNT-200, Slee, Mainz, Németország). A metszeteket 0.03% Na-azidot tartalmazó 0.1 M PBS-ben (foszfáttal pufferezt fiziológiás sóoldat) tároltuk 4 °C-on. A metszeteket haematoxillin-eozinnal (HE) festettük meg. Fontos megjegyezni, hogy az otosclerosis multifokális betegség, tehát a stapedialis otosclerosis hisztopatológiai aktivitása nincs teljes összefüggésben a betegség klinikai aktivitásával. A következő hisztopatológiai kritérium rendszert alkalmazták az otosclerosis diagnózisához: 1) az aktív otosclerosist széles pszeudovaszkuláris terek, és az azokat kitöltő torz, felszaporodott multinukleáris osteoclastok jellemzik. A cement vonalak átszőtt hálózatot mutatnak; 2) inaktív otosclerosis esetén üres, vagy eltömődött vaszkuláris terek láthatók reszorpciós lacunákkal és csökkent számú osteoclasttal (üres halo sejt). A cement vonalak lamellákba rendeződnek. A metszetek áttekintését Cs. P. végezte, a CBCT leletek ismerete nélkül. A statisztikai kiértékelés a Mann–Whitney U teszt szerint történt 95%-os konfidencia intervallummal (SPSS 9.0).

### 5.3 Eredmények

A stapedectomy során eltávolított fixált stapeseket (n=32) haematoxillin-eozinnal festettük. A hisztopatológiai leleteket a preoperatív CBCT képekkel és az audiometriai leletekkel vetettük össze (4–5. táblázat). Mindegyik stapes talp esetében az otosclerosis hisztológiai diagnózisát állítottuk fel (21–22. ábra). Az otoscleroticus stapes talpak mindegyikében egygócú léziót találtunk. A minták között 21 esetben zajlott aktív otosclerosis, 11 esetben a betegség inaktív volt (21-22. ábra). Az otoscleroticus góc elhelyezkedése változott a 32 fül esetén, az elülső pólust 28 esetben érintette a góc, az ovális ablak obliterációját pedig 4 esetben okozta a megbetegedés. A további vizsgálatok során a füleket 3 csoportra osztottuk: 1) aktív otosclerosis (n=21); 2) inaktív otosclerosis (n=11); 3) ellenoldali fülek (n=32) kórszövettani lelet nélkül.

A preoperatív audiometriai vizsgálatokkal a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon átlagosan 22.4 dB csont-légrést, és 7.3 dB csontvezetési küszöböt mértünk az összes otoscleroticus eset átlagában (4. táblázat). A kórszövettani vizsgálattal igazolt aktív otosclerosis eseteket tekintve a preoperatív csont-légrést 17.9 dB-nek, a csontvezetési küszöb 6.8 dB-nek adódott a 0.5-1-2 kHz átlagában. Ezzel szemben, az inaktív otosclerosis átlagosan 36.1 dB csont-légréssel járt preoperatív, a csontvezetési küszöb pedig 8.5 dB volt a 0.5-1-2 kHz

frekvenciák átlagában (4. táblázat). Az eredményeket tekintve mind a szövettanilag aktív, mind az inaktív otosclerosis tisztán vezetési halláscsökkenést okozott (4. táblázat). Az ellenoldali fülek csoportjában (n=32) az audiológiai vizsgálatok 15 esetben igazoltak vezetési halláscsökkenést (5. táblázat). A csont-légrézés 1000 Hz-en 13 esetben haladta meg a 20 dB-t (5. táblázat). Az audiológiai eredményeket figyelembe véve 15 esetben állapítottunk meg kétoldali otosclerosist (46.87%). Szignifikáns összefüggést találtunk az otosclerosis hisztopatológiai aktivitása és a 0.5-1-2 kHz-en mért preoperatív csont-légrések átlagértékei között ( $p < 0.05$ , Mann–Whitney U teszt). Ezzel ellentétben a két hisztopatológiai csoport csontvezetési küszöbértékei között nem találtunk szignifikáns kapcsolatot.



21. ábra: CBCT képek szövettanilag aktív otosclerosisban (bal fül). A cone-beam computer tomogramok axiális, koronális és szagittális rekonstrukciói. A fehér nyilak a

stapes fülke elülső részén levő hipodenz léziót mutatják. A sárga téglalapok az értékelendő területet jelzik (region of interest). A jobb felső inzert kép a 3 dimenziós rekonstrukciót mutatja (A). Egyetlen 1. grádusú góc a stapes talp elülső pólusában (axiális rekonstrukció, fehér nyíl) (B). Aktív otoscleroticus góc a stapes talp elülső pólusában (HE). A fehér nyilak a destruált hyalin porcréteget mutatják a stapes talp vesztibuláris felszínén. Rövidítések: ac: anterior crus; fp: stapes talp. (C) Az előző metszet nagyobb nagyítással. Az aktív otosclerosist hipercelluláris osteoid állomány jellemzi hyalinnal kitöltött nagy kiterjedésű pseudovasculáris terekkel (fekete nyilak). Egy multinucleáris osteoclast is látható (fehér nyíl) (D).

A CBCT a 32 otoscleroticus esetből 21-nél jelzett otosclerosisra típusos eltérést, szenzitivitása tehát 65.62% volt (4. táblázat). Az aktív otosclerosis csoportban (n=21) a szenzitivitás 100%-ra emelkedett, azonban az inaktív esetekben (n=11) az érzékenység 0%-ra csökkent (4. táblázat).

#### 4. táblázat A preoperatív CBCT leletek otosclerosis esetén, összevetve az audiológiai eredményekkel

Az ankyloticus stapes talpak szövettana (n=32)	Temporális csont CBCT <sup>1</sup> (n=32)			Szenzitivitás <sup>2</sup> (%)	Specifitás <sup>3</sup> (%)	ABG <sup>4</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	BC <sup>5</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	
	Stapes fülke	Kerek ablak	Pericochlearis (retrofeneztrális)					Negatív leletek <sup>7</sup>
<b>Otosclerosis (n=32, 100%)</b>	21	0	0	11	65.62	100	22.4	7.3
Aktív (n=21, 65.6%)	21	0	0	0	100	100	17.9	6.8
Inaktív (n=11, 34.4%)	0	0	0	11	0	0	36.1	8.5

<sup>1</sup>Cone-beam computer tomográfia

<sup>2</sup>A CBCT szenzitivitása az otosclerosis szövettani diagnózisához viszonyítva

<sup>3</sup>A CBCT specifitása az otosclerosis szövettani diagnózisához viszonyítva

<sup>4</sup>Csont-légrés (ABG) átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>5</sup>Csontvezetéses (BC) küszöb átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>6</sup>Az oticus capsulában észlelt hipodenzitás

<sup>7</sup>Nincs, illetve nem észlelhető hipodenzitás az oticus capsulában

Az ellenoldali csoportban (n=32) a CBCT 18 (56.25%) esetben volt pozitív, azonban a szövettani lelet hiányában a szenzitivitásról nyilatkozni nem tudtunk (5. táblázat).

A CBCT leleteire alapozva az otosclerosis kétoldali volt 18 esetben (56.25%), tehát többször, mint amit a preoperatív audiológiai vizsgálattal felfedtünk (46.87%). A Marshall-féle osztályozási rendszert alapul véve a nem operált fülek vonatkozásában 0. és 1. grádusú eltéréseket találtunk, amelyek közül a fülek 43.7%-ban nem volt nyilvánvaló eltérés (5.

táblázat). Az aktív otosclerosis esetében mindegyik fülnél (100%) 1. grádusú eltéréseket találtunk (21. ábra, 5. táblázat). Az inaktív otosclerosis kapcsán mindegyik fül (100%) a 0. grádusú osztályba esett (22. ábra, 5. táblázat). Statisztikailag szignifikáns és inverz összefüggést találtunk a CBCT-n látható otosclerosis fokozatok és a preoperatív csontlégérések között ( $p < 0.001$ , Mann–Whitney U teszt) (5. táblázat). Az ellenoldali fülek csoportjában ezt a megállapítást nem tudtuk bizonyítani (5. táblázat). A CBCT-n látott eltérések nem mutattak szignifikáns kapcsolatot a preoperatív csontvezetési átlagértékekkel a különböző hisztopatológiai aktivitású otosclerosis eseteiben (5. táblázat).

**5. táblázat Preoperatív CBCT grádusok szövettanilag igazolt otosclerosis esetén és az ellenoldali fülekben, összehasonlítva az audiológiai leletekkel**

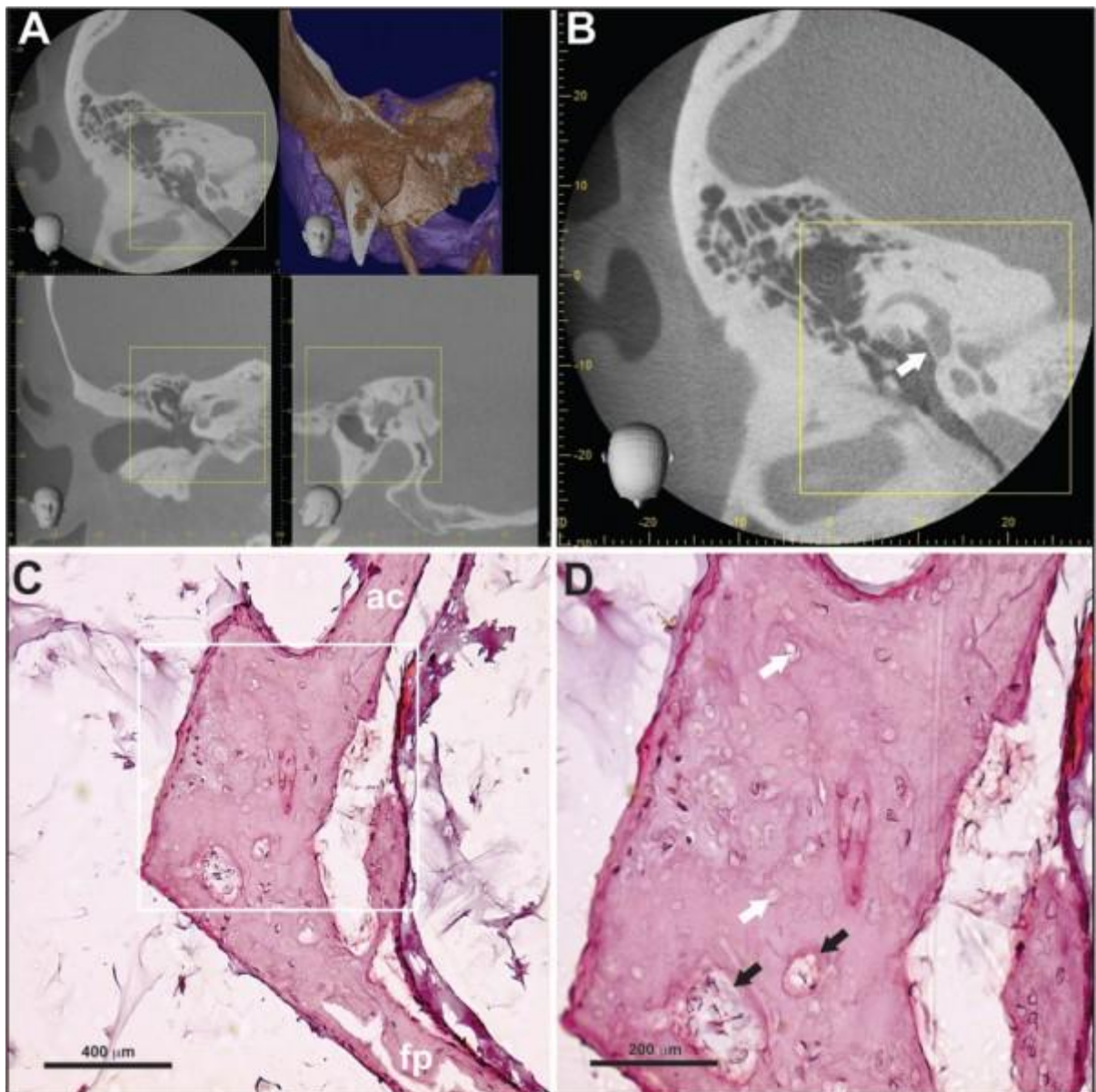
	CBCT grádusok <sup>1</sup>					
	0	1	2a	2b	2c	3
<b>Aktív otosclerosis (n=21)</b>	0	21	0	0	0	0
ABG (0.5-1-2 kHz) <sup>2</sup>	n.a.	17.9 dB	n.a. <sup>4</sup>	n.a.	n.a.	n.a.
BC (0.5-1-2 kHz) <sup>3</sup>	n.a.	6.8 dB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Inaktív otosclerosis (n=11)</b>	11	0	0	0	0	0
ABG (0.5-1-2 kHz)	36.1 dB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
BC (0.5-1-2 kHz)	8.5 dB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
<b>Ellenoldali fülek (n=32)</b>	14	18	0	0	0	0
ABG (0.5-1-2 kHz)	12.4 dB	15.8 dB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
BC (0.5-1-2 kHz)	5.1 dB	5.7 dB	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

<sup>1</sup> A Marshall-féle HRCT osztályozási rendszer: 0. grádus: negatív lelet; 1. grádus: szoliter elülső pólust érintő góc, vagy megvastagodott stapes talp; 2a grádus: hipodenz góc a bazális cochlearis régióban; 2b grádus: hipodenz góc a középső/apikális cochlearis régióban; 2c grádus: hipodenz fókusz mind a bazális, mind az apikális cochlearis régióban; 3. grádus: a cochlea diffúz érintettsége.

<sup>2</sup> Csont-légkőz (ABG) átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>3</sup> Csontvezetési (BC) küszöb átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>4</sup> Nincs adat



**22. ábra** CBCT kép szövettanilag inaktív otosclerosisban (jobb fül). Axiális, koronális és szagittális rekonstrukciójú CBCT felvételek (A). 0. grádusú otosclerosis az ovális ablak fülkájében hipodenz lézió nélkül (axiális rekonstrukció, fehér nyíl) (B). Inaktív otoscleroticus góc a stapes talp elülső pólusán (fp) (HE). Éles határ látható az inaktív otoscleroticus lézió és a stapes elülső szára között (ac) (C). Az előző metszet nagyobb nagyítással. Az inaktív otosclerosist obliterált pseudovaszkuláris terek jellemzik (fekete nyilak). Az eozinofil osteoid állományt számtalan üres apoptotikus sejt tölti ki (fehér nyilak) (D).



## 5.4 Megbeszélés

Vizsgálatunkban összefüggéseket mutattunk be a CBCT leletek és a preoperatív audiológiai eredmények között szövettanilag igazolt otosclerosis eseteiben. Tanulmányunk gyenge pontja az alacsony esetszám, amit a jövőben növelni kell a pontosabb statisztikai összefüggések elérésére. Vizsgálatunk mégis átfogó képalkotó és szövettani tanulmány, ami képes megbecsülni a CBCT érzékenységét otosclerosisban. A HRCT szenzitivitását stapes fixáció esetén 70.5-84.5%-ra teszik (<sup>121,124</sup>). A specificitási szint azonban nem elérhető a hisztopatológiai vizsgálatok hiányában (<sup>121,124</sup>). Redfors és mtsai. a CBCT 85%-os szenzitivitásáról számoltak be pácienseiknél, akiknél klinikai otosclerosist diagnosztizáltak (<sup>130</sup>). Megfigyeléseinkre alapozva, a CBCT 65.62%-os érzékenységet mutatott szövettanilag igazolt otosclerosis kapcsán, ami alacsonyabb más beszámolókhöz képest (<sup>124</sup>).

Anyagunkban a CBCT a tisztahang audiometriához képest magasabb érzékenységet mutatott a tünetmentes otoscleroticus góc kimutatására, hiszen a képalkotó vizsgálat a bilaterális otosclerosist 56,25%-ban fedte fel, a tisztahang audiometria alapján, azonban csak 46,87%-ban merült fel a megbetegedés kétoldali formája. Statisztikailag szignifikáns összefüggéseket találtunk az ABG átlagértékei és a CBCT-n látható eltérések között. Az összefüggés inverz: a pozitív CBCT lelet a hisztológiailag aktív-, kisebb ABG-vel járó otosclerosist jellemezte, miközben a nagyobb csont-légrést eredményező szövettanilag inaktív otosclerosis negatív CBCT eredménnyel járt. Ezeket a megfigyeléseket az ellenoldali csoportban nem tudtuk megerősíteni. Számos tanulmány talált szignifikáns összefüggést a HRCT-n látható eltérés foka és a preoperatív csont-légrést nagysága között (<sup>119,121,131</sup>). Más szerzők a HRCT-n látható cochlearis otosclerosis súlyossága és a szenzorineurális halláscsökkenés foka között mutattak ki összefüggést (<sup>120,124</sup>). Előrehaladott cochlearis otosclerosisban szóba jöhet a cochlearis implantáció (<sup>126</sup>). Megjegyzendő, hogy ebben az esetben a nervus facialis nemkívánatos ingerlése nagyobb eséllyel fordul elő (<sup>126,127</sup>). Az otoscleroticus fókuszok elhelyezkedése és mérete kapcsán kevésbé jósolható meg a szenzorineurális halláscsökkenés, mint az endosteum, vagy a csiga falának érintettsége alapján (<sup>124,126,127</sup>). E jelenség tehát megmagyarázza a halláscsökkenéssel nem járó, úgynevezett „szövettani otosclerosis” jelenségét (<sup>112,114</sup>). Eredményeink alapján, a CBCT-n látható eltérések nem mutattak szignifikáns összefüggést a csontvezetési küszöb átlagértékeivel a szövettani aktivitástól függetlenül. Vizsgálatunkban a CBCT nem mutatta ki az inaktív otoscleroticus eseteket,

szignifikánsan eltérve az aktív esetekre vonatkozó érzékenységtől és más szerzők publikált adataitól (<sup>124,130</sup>). Az inaktív otosclerosist hipocellularitás, obliterált pszeudovaszkuláris terek és sűrűn elhelyezkedő lamelláris osteoid alapállomány jellemzi (<sup>109,114</sup>). Tekintettel arra, hogy a CBCT magasabb szenzitivitással mutatja ki a spongiotikus csontléziókat, a sclerotikus eltérések prevalenciája magasabb lehet (<sup>122,123,130</sup>). A betegség multifokális jellegéből adódóan azonban ez a jelenség elméletileg nem gátja az otosclerosis diagnózis felállításának, mert az aktív és inaktív fókuszok egyidejűleg állnak fenn (<sup>108,115,116</sup>). A talp elülső részét érintő inaktív otoscleroticus góc esetén viszont a CBCT komoly differenciáldiagnosztikai problémát okozhat (<sup>123,124,130,132</sup>). A képkötés során szövettani vizsgálatok hiányában, az inaktív otosclerosis és a nem otoscleroticus stapes fixációk differenciáldiagnosztikai nehézséget jelenthetnek (<sup>113,114,124</sup>). Az audiológiai vizsgálat azonban segíthet az elkülönítésben, mert a nem otoscleroticus léziók általában nem járnak szenzorineurális halláscsökkenéssel (<sup>115</sup>). Lagleyre és mtsai. szerint úszó talp, vagy talptörés többször fordult elő olyan esetekben, amikor a CBCT negatív, vagy kérdéses volt (<sup>118</sup>). Eredményeink alapján a pericochleáris otoscleroticus léziók kimutatására a CBCT alacsony szenzitivitással rendelkezik, azonban szenzorineurális halláscsökkenés hiányában ez statisztikailag torzító adat is lehet, hiszen a halláseredmények alapján cochlearis otosclerosis nem fordult elő betegeink között.

A bizonytalanság tisztázására nagyobb beteganyagon végzett vizsgálatok szükségesek. Ahogy korábbi eredményeink alátámasztják, a preoperatív CBCT vizsgálat értékes képkötő eljárás a stapesműtétek tervezéséhez (<sup>124</sup>). A CBCT segít a súlyos komplikációk és a felesleges műtétek elkerülésében, hiszen számos közép-, és belsőfülbetegség elkülönítésének eszköze lehet; mint a megnagyobbodott aqueductus vestibuli, dehiscens facialis csatorna, felső félkörös ívjáratihidat dehiscencia, kerek ablak obliteráció, arteria stapedia persistens vagy a malleus fej fixáció (<sup>116,132</sup>).

## 5.5 Konklúzió

A sziklacsont CBCT hasznos képkötő módszer a hisztológiailag aktív fenesztrális otosclerosis műtét előtti értékelésében. Az érzékenysége azonban messze alulmarad a hisztológiai analízis eredményeitől; bár folyamatos a javulás a nagyobb felbontású technikák és az egyre jobb analizáló szoftverek érkezésével. A CBCT-nek a hallásküszöbhez való viszonya kérdéses, függ a hisztopatológiai aktivitástól, az osztályozási rendszertől és a betegek számától egyaránt. A CBCT kritikus szemmel nézve tehát megbízható képkötő eszköz az otosclerosis preoperatív diagnosztikájában, de további vizsgálatok szükségesek a pontos diagnosztikai értékének megállapításához.

## 6 A HRCT és a CBCT preoperatív diagnosztikai értékeinek összehasonlítása szövettanilag igazolt otosclerosis esetén

### 6.1 Bevezetés

Napjainkban az otosclerosis diagnózisa továbbra is a stapes talpak szövettani vizsgálatán alapul<sup>(113,114)</sup>. A legtöbb fülsebész azonban stapedotomiát, vagy parciális stapedectomiát végez, ezáltal a szövettani diagnózis lehetősége elvész<sup>(113)</sup>. A betegség kezdeti fázisában néha a stapes talpat nem érinti a spongiosis, ami téves diagnózishoz vezethet. Az utóbbi években megnőtt a képalkotó vizsgálatok iránti érdeklődés az ép dobhártya mellett észlelt vezetési halláscsökkenések preoperatív diagnosztikájában. E jelenségnek két oka van; a preoperatív képalkotásnak köszönhetően elkerülhető a „vakon” operálás (exploratív tympanotomia), illetve a betegek információ igénye is nőtt a betegségeiket illetően.

A CBCT-n látott kóros elváltozások a sebészi ellátás sikerének prognosztikai faktoraként szolgálhatnak a lézió elhelyezkedésére és kiterjedésére vonatkozó információi miatt<sup>(124,129,131)</sup>. Jelenleg az első választandó képalkotó eljárás a HRCT az ép dobhártya mellett észlelt, a sziklacsontot érintő vezetési vagy kevert halláscsökkenést okozó strukturális elváltozások igazolására<sup>(118,124,132)</sup>. Az újabb generációs HRCT 0.1-0.3 mm-es felbontásra képes, emiatt alkalmas az oticus capsula finom szerkezeti elváltozásainak kimutatására, fontos diagnosztikai eszközt jelentve a különböző közép-, és belsőfül betegségek elkülönítésében<sup>(132)</sup>. A HRCT 70.5–84.2%-os szenzitivással mutatja ki az oticus capsula otosclerosisra jellemző hipodenz elváltozásait<sup>(118,121,124)</sup>. A szövettanilag igazolt stapedialis otosclerosis esetében a HRCT specificitása 100% a betegség aktivitásától függetlenül<sup>(124)</sup>.

A CBCT sugárterhelése sziklacsont-vizsgálat kapcsán a HRCT 1-10%-a<sup>(116,117,123)</sup>. A vizsgálat (20–40 másodperc) és a rekonstrukció (2 perc) időtartama pedig szignifikánsan rövidebb, mint a HRCT esetében<sup>(117,123)</sup>. Az irodalomban mindössze két közlemény foglalkozik a CBCT preoperatív szerepével az otosclerosis diagnosztikájában<sup>(130,133)</sup>. Redfors és mtsai. prospektív tanulmányban foglalták össze a CBCT és a HRCT diagnosztikai értékét olyan betegek esetében, akik stapedectomián estek át 30 évvel azelőtt. A szerzők szerint a CBCT értékes képalkotó módszer az otosclerosisra jellemző hipodenz léziók kimutatására az oticus capsulában, és sok szempontból egyenértékű a HRCT-vel<sup>(130)</sup>.

Tanulmányunkban a CBCT, a HRCT és a posztoperatív szövettani leletek közötti összefüggéseket vizsgáltuk meg szövettanilag igazolt otosclerosis esetén annak érdekében, hogy felmérjük a CBCT és a HRCT preoperatív diagnosztikai értékeit.

## 6.2 Beteganyag és módszer

### 6.2.1 Beteganyag

Ebben a tanulmányban 131 sziklacscontról készült CBCT és HRCT felvétel. A vizsgálat indikációja minden esetben ép dobhártyalelet mellett észlelt vezetésses-, vagy kevert típusú halláscsökkenés volt. A vizsgálatunkba bekerült 43 betegnél (86 fül) végeztünk egyoldali stapedectomiát. Az eltávolított stapes talpakat kórszövettani vizsgálatra küldtük. A vizsgálati csoportot 29 nőbeteg és 14 férfi beteg alkotta (nő/férfi arány: 2.07). A betegek átlagéletkora 36.11 év volt (16-59 év). A stapes fixáció diagnózisa a klinikai, audiológiai, tympanometriai, a CBCT és a HRCT vizsgálatok leletein alapult. A műtéti indikációt az érintett oldalon a tisztahang audiogramonmért 30 dB-es csont-légrés (1000 Hz) és a negatív Rinne hangvilla teszt (1024 Hz) alapján állítottuk fel az. A műtét előtti tympanogram 59 fül esetében As típusú volt (68.6%), A típust 27 esetben (31.39%) mértünk. Az operált fülek között (n=43) 40 fül (93.02%) mutatott As tympanogramot, az ellenoldalon (n=43) pedig 19 fülnél (44.18%) regisztráltunk As tympanogramot. Minden betegnél készült multifrekvenciás tympanometria, mellyel a műtétes csoportban 41 fül esetén mértünk 1100 Hz, vagy ennél magasabb rezonancia frekvenciát (95.34 %), az ellenoldalon pedig 21 fülnél (48.83%) volt hasonló mérési eredmény. Klinikailag 25 betegnél (n=25, 58.14%) diagnosztizáltunk kétoldali stapes fixációt, azonban csak egyoldali stapesek kerültek kórszövettani vizsgálatra, mert a vizsgálat időtartama alatt csak egyoldali stapedectomiát végeztünk. A részben eltávolított stapes talpakat nem vizsgáltuk meg, mert a léziókat tartalmazó elülső és hátsó pólusok az ovális ablakban maradhettek. A fragmentált, de a beágyazás során rekonstruálható stapes talpakat nem zártuk ki a vizsgálatból. A statisztikai hiba elkerülésére vizsgálatunkban kizárólag a szövettanilag igazolt otoscleroticus stapesek vettük bele. A nem otoscleroticus stapes fixációkat és a stapes talpat nem érintő ligamentum okozta fixációkat kizártuk. Minden beteg írásos beleegyezését adta vizsgálatunkhoz. Szövettani szempontból nem hoztunk létre negatív kontroll csoportot. A specificitásra vonatkozó adatokhoz életkor és nem szempontjából párosított pácienseket választottunk, akik fogászati beavatkozás céljából estek át CBCT vizsgálaton, de fülészeti problémával nem rendelkeztek (n=36, átlagéletkor: 40.8 év, SD 6.7

év, 21 nő, 15 férfi). A HRCT vizsgálatok kontrolljához idiopáthiás, hirtelen halláscsökkenés miatt vizsgált betegeket választottunk (n=27, átlagéletkor 36.4 év, SD 8.9 év, 14 nő, 13 férfi), mert ilyen eltérést ritkán okoz a cochlearis otosclerosis. Ebben a betegcsoportban a hirtelen halláscsökkenés vizsgálatainkat követően is idiopáthiás maradt. Az Magyar Egészségügyi Tudományos Tanács Tudományos és Kutatásetikai Bizottsága jóváhagyta tanulmányunkat. A vizsgálatok a Helsinkai Nyilatkozatnak megfelelően történtek.

### 6.2.2 A CBCT és a HRCT vizsgálat, a képanyag áttekintése

A sziklacsontokról készült CBCT felvételek sokszelű CBCT-vel készültek 0.4 mm-es szeletvastagsággal, axiális, szagittális és koronális leképezéssel. Minden vizsgálat kontrasztanyag adása nélkül történt, és a teljes sziklacsontot magában foglalta (<sup>133</sup>). A HRCT vizsgálatokat 16 szeletes szkennelvel végeztük 0.625 mm-es szeletvastagsággal, axiális és koronális leképezéssel. Az eszköz és a hozzá optimalizált szoftverek révén értük el az említett felbontást. Minden vizsgálat kontrasztanyag adása nélkül történt, és a teljes sziklacsontot magában foglalta (<sup>124</sup>). A CBCT és a HRCT vizsgálatok között eltelt idő 3 és 47 nap között változott. A vizsgálatunkban részt vevő neuroradiológusok (n=3) rendelkeztek a Magyar Radiológusok Társaságának (MRT) tanúsítványával diagnosztikus radiológiában és 4 éves neuroradiológiai képzésen vettek részt (<sup>124</sup>). A neuroradiológusok nem ismerték a betegek kórtörténetét, és szövettani leleteit. Az utolsó szerző (K.T.) átnézte a teljes képanyagot (86-86 képanyag) és véleménye a HRCT képek kapcsán 84 esetben egyezett (97.67%), a CBCT anyag vonatkozásában pedig mind a 86 esetben megegyezett (100%) a neuroradiológusokéval. A CBCT-k és a HRCT-k értékelése a módosított Marshall-féle osztályozási rendszer alapján történt: 0. grádus: nincs hipodenz lézióra utaló jel az oticus capsulában, 1. grádus: csak fenesztrális lézió és/vagy megvastagodott stapes talp, 2a grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea bazális kanyarulatának hipodenz léziójával, 2b grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea apikális kanyarulatának hipodenz léziójával, 2c grádus: meglévő, vagy hiányzó fenesztrális lézió a cochlea bazális és apikális kanyarulatának hipodenz léziójával, 3. grádus: diffúz, vagy konfluáló érintettség a teljes oticus capsulára terjedően (<sup>124,125</sup>). Módosításunk a következő: a 0 grádus negatív lelet, az 1. grádus fenesztrális lézió, a 2a, b, c és 3. grádusok retrofenesztrális vagy fenesztrális-retrofenesztrális léziók.

A hisztopatológiai feldolgozást a korábban ismertetett módon végeztük (5.2.3 fejezet). P.R. és B.L. értékelték a kórszövettani metszeteket a CBCT és a HRCT leletek ismerete nélkül. A

statisztikai kiértékelés a Mann–Whitney U teszt szerint történt 95%-os konfidencia intervallummal (SPSS 9.0).

### 6.3 Eredmények

A stapedectomy során eltávolított fixált stapeseket (n=43) haematoxillin-eozinnal festettük (<sup>124,133</sup>). A hisztopatológiai leleteket összevetettük a preoperatív CBCT és HRCT képekkel és az audiometriai leletekkel (6-7. táblázat). Mindegyik stapes talp esetében felállítható volt az otosclerosis hisztológiai diagnózisa. (23-25. ábra). Az otoscleroticus stapes talpak mindegyikében egygócú léziót találtunk, köztük 31 esetben zajlott aktív otosclerosis, 12 esetben a betegség inaktívnak bizonyult (23-25. ábra). Az otoscleroticus góc elhelyezkedése változó volt a 43 fül esetén, az elülső pólust 37 esetben érintette a góc, bipoláris elváltozást 3 stapes talpnál észleltünk, az ovális ablak obliterációját pedig 3 esetben okozta a megbetegedés. A további vizsgálatok során a füleket 3 csoportra osztottuk: 1) aktív otosclerosis (n = 31); 2) inaktív otosclerosis (n=12); 3) ellenoldali fülek (n=43) kórszövetteni lelet nélkül.

**6. táblázat: A preoperatív CBCT leletek otosclerosis esetén, összevetve az audiológiai eredményekkel**

Az ankyloticus stapes talpak szövettana (n=43)	Temporális csont CBCT <sup>1</sup> (n=43)			Szenzitivitás <sup>2</sup> (%)	Specifitás <sup>3</sup> (%)	ABG <sup>4</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	BC <sup>5</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	
	Stapes fülke	Kerek ablak	Pericochlearis (retrofenesztrális)					Negatív leletek <sup>7</sup>
<b>Otosclerosis (n=43, 100%)</b>	31	0	0	12	61.37	100	21.2	6.8
Aktív (n=31, 72%)	31	0	0	0	100	100	16.2	5.3
Inaktív (n=12, 28%)	0	0	0	12	0	100	35.3	9.7

<sup>1</sup>Cone-beam computer tomográfia

<sup>2</sup>A CBCT szenzitivitása az otosclerosis szövettani diagnózisához viszonyítva

<sup>3</sup>A CBCT specifitása a fogászati indikációval készült CBCT-vel összevetve

<sup>4</sup>Csont-léggöz (ABG) átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>5</sup>Csontvezetési (BC) küszöb átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>6</sup>Az oticus capsulában észlelt hipodenzitás

<sup>7</sup>Nincs, illetve nem észlelhető hipodenzitás az oticus capsulában

A összes otoscleroticus esetet tekintve (n=43) a preoperatív audiometriai vizsgálatokkal a 0.5-1-2 kHz frekvenciák átlagában 21.2 dB csont-légrést, és 6.8 dB csontvezetési küszöböt mértünk átlagosan (6-7. táblázat). A kórszövetteni vizsgálattal igazolt aktív otosclerosis eseteket tekintve a preoperatív csont-légrés 16.2 dB-nek, a csontvezetési küszöb 5.3 dB-nek adódott a 0.5-1-2 kHz frekvenciák átlagában (6-7. táblázat). Ezzel szemben az inaktív

otosclerosis esetekben preoperatív átlagosan 35.3 dB csont-légrést mértünk, a csontvezetési küszöb pedig 9.7 dB volt a 0.5-1-2 kHz frekvenciák átlagában (6-7. táblázat). Az eredményeket tekintve a szövettanilag aktív otosclerosis tisztán vezetési halláscsökkenést okozott, a szövettanilag inaktív otosclerosis viszont kevert típusú halláscsökkenést eredményezett 8 esetben (n=8, 66.6 %, 6-7. táblázat). Az ellenoldali fülek között (n=43) az audiológiai vizsgálatok 26 esetben igazoltak vezetési halláscsökkenést (8. táblázat). Ezeknél az eseteknél a csont-légrés 19 esetben haladta meg a 20 dB-t 1000 Hz-en (8. táblázat).

Az audiológiai eredményeket figyelembe véve 25 esetben állapítottunk meg kétoldali otosclerosist (58.14%). Szignifikáns összefüggést találtunk az otosclerosis hisztopatológiai aktivitása és a 0,5-1-2 kHz-en mért preoperatív csont-léggözök átlagértékei között (p <0.05, Mann–Whitney U-teszt). Ezzel ellentétben a csontvezetési küszöbértékek vonatkozásában az otosclerosis két hisztopatológiai csoportja között nem találtunk szignifikáns összefüggést (6-7. táblázat) <sup>(124,133)</sup>.

**7. táblázat: A preoperatív HRCT leletek otosclerosis esetén, összevetve az audiológiai eredményekkel**

Az ankyloticus stapes talpak szövettana (n=43)	Temporális csont HRCT <sup>1</sup> (n=43)			Szenzitivitás <sup>2</sup> (%)	Specifitás <sup>3</sup> (%)	ABG <sup>4</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	BC <sup>5</sup> (0.5-1-2 kHz, dB)	
	Stapes fülke	Kerek ablak	Pericochlearis (retrofeneztrális)					Negatív leletek <sup>7</sup>
<b>Otosclerosis (n=43, 100 %)</b>	31	2	13	3	76.29	100	21.2	6.8
Aktív (n=31, 72%)	31	1	9	0	100	100	16.2	5.3
Inaktív (n=12, 28%)	7	1	4	3	59.3	100	35.3	9.7

<sup>1</sup>Cone-beam computed tomography

<sup>2</sup>A HRCT szenzitivitása az otosclerosis szövettani diagnózisához viszonyítva

<sup>3</sup>A HRCT specifitása a fogászati indikációval készült HRCT-kel összevetve

<sup>4</sup>Csont-léggöz (ABG) átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>5</sup>Csontvezetési (BC) küszöb átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

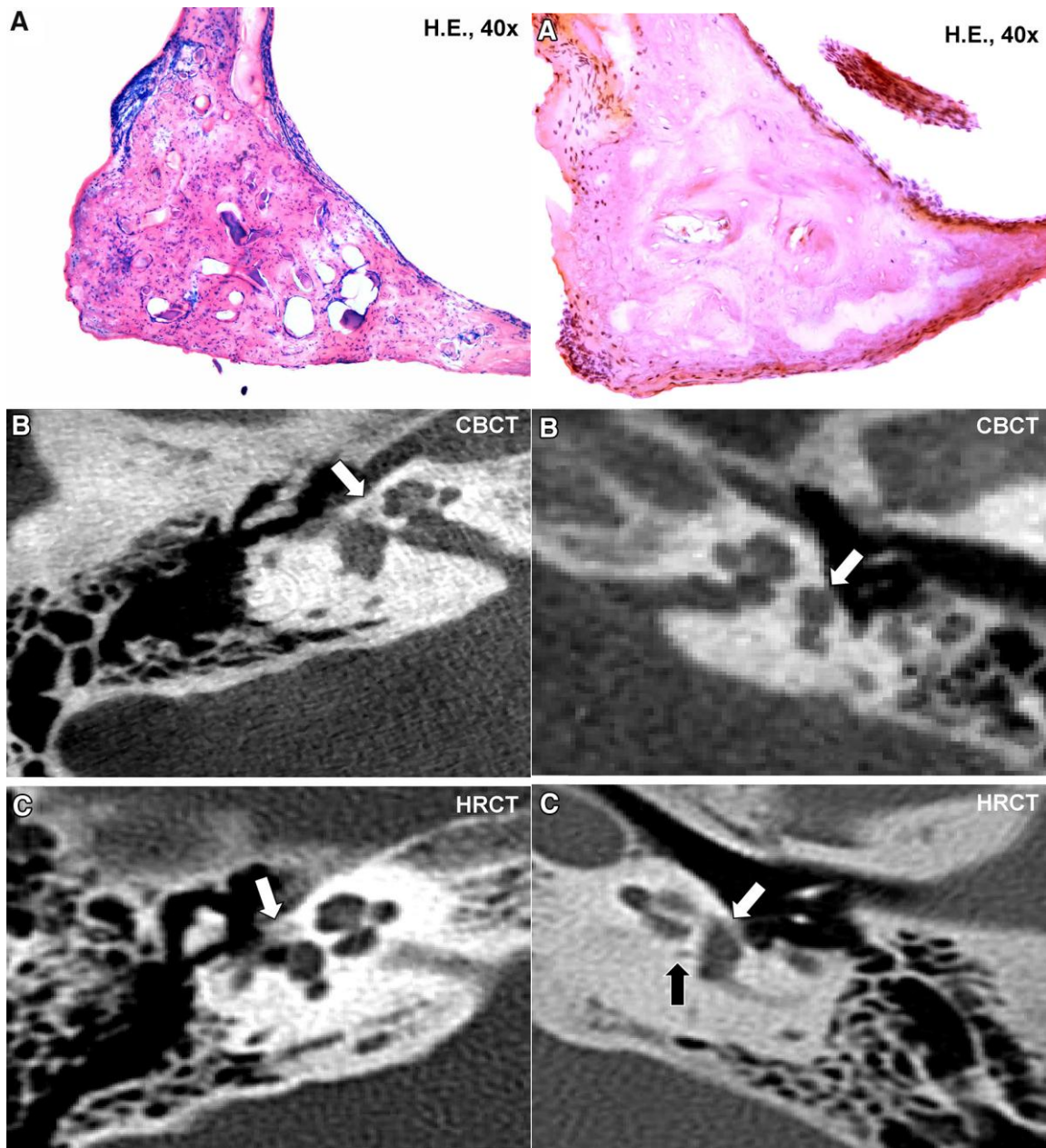
<sup>6</sup>Az oticus capsulában észlelt hipodenzitás

<sup>7</sup>Nincs, illetve nem észlelhető hipodenzitás az oticus capsulában

A CBCT a 43 otoscleroticus esetből 31-nél jelzett otosclerosisra típusos eltérést, szenzitivitása tehát 61.37 % volt (6. táblázat). Az aktív otosclerosis csoportban (n=31) a szenzitivitás 100%-ra emelkedett, azonban az inaktív esetekben (n=12) az érzékenység 0%-ra csökkent (6. táblázat). Az ellenoldali fülek csoportjában (n=43) a CBCT 21 esetben volt pozitív (48.83%),

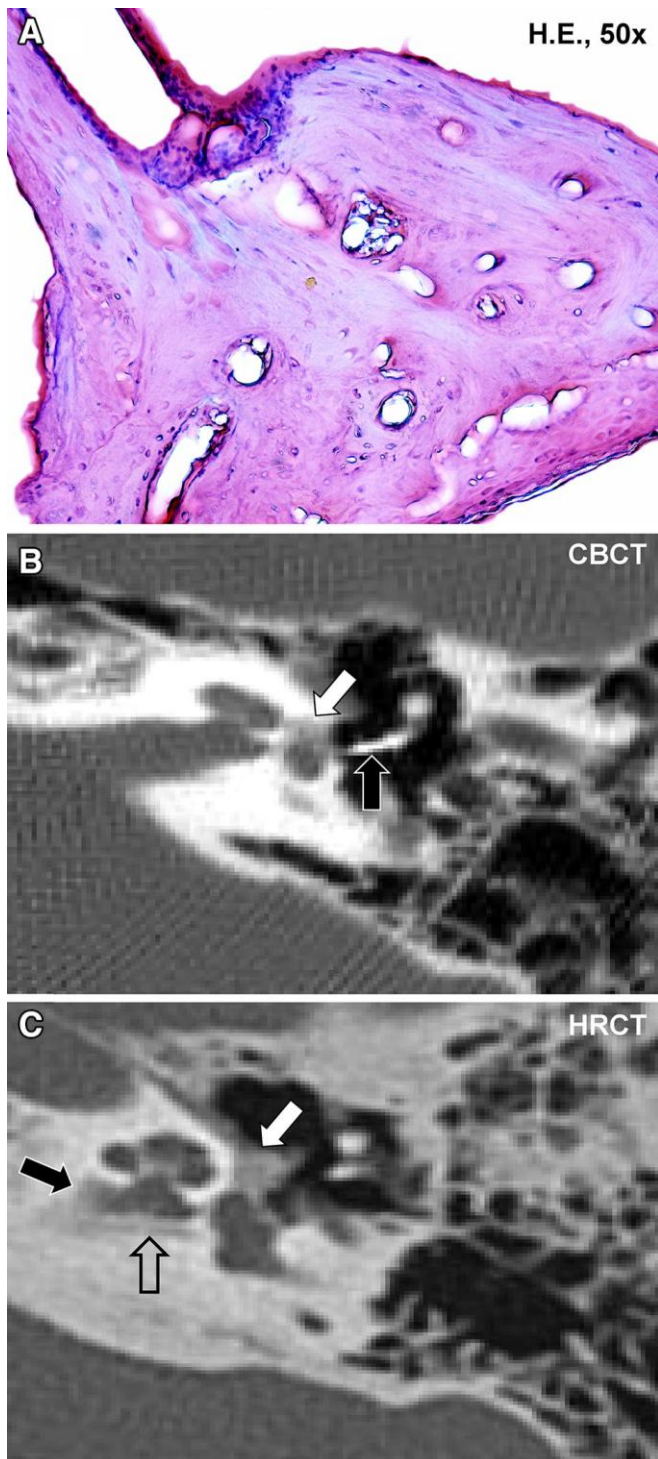
azonban a szövettani lelet hiányában a szenzitivitásról nyilatkozni nem tudtunk (8. táblázat). A preoperatív audiológiai vizsgálat becslése alapján 25 esetben (58.14%) számítottunk kétoldali otosclerosisra, a CBCT leleteire alapozva viszont 21 fülnél (48.83%) zajlott kétoldali betegség. A különbség statisztikailag nem szignifikáns. A Marshall-féle osztályozási rendszert alapul véve a nem operált fülek vonatkozásában 0. és 1. grádusú (negatív, vagy feneztrális) eltéréseket találtunk, amelyek közül a fülek 51.16%-ában nem volt nyilvánvaló eltérés (8. táblázat). Az aktív otosclerosis esetében mindegyik fülnél (100%) 1. grádusú eltéréseket észleltünk (8. táblázat).





23. ábra Szövettanilag aktív otosclerosis (bal fül). Hipervascularisált otoscleroticus fókusz, a stapes talp elülső pólusán pseudovascularis terekkel. (HE) (A). CBCT axiális rekonstrukciója. A fehér nyíl az ovális ablak elülső részénél levő hipodenz régióra mutat (B). A HRCT kép a stapes talp elülső pólus-át érintő egyetlen otoscleroticus gócot mutat (fehér nyíl) (C).

24. ábra Szövettanilag inaktív otosclerosis (jobb fül). Inaktív otoscleroticus lézió a stapes talp elülső pólusánál (HE). Az otoscleroticus fókusz szinte sejtmentes és eozinfil festődést mutat, a cement vonalak szabálytalanok (A). Axiálisan rekonstruált CBCT kép. A fehér nyíl a látszólag normális küllemű stapes talpat mutatja (B). A HRCT viszont hipodenz és megvastagodott stapes talpat ábrázol (fehér nyíl). Emellett egy pericochlearis hipodenz lézió is látható, ami otoscleroticus gócnak tekintendő (feket nyíl) (C).



25. ábra Mérsékelt aktivitású, szövettanilag igazolt otosclerosis (jobb fül). Otoscleroticus fókusz a stapes talp anterior pólusánál (HE). A pseudovascularis terek részben obliteráltak, számos sejtmag nélküli apoptotikus sejt látható (A). Axiálisan rekonstruált CBCT kép. A fehér nyíl a stapes talp elülső pólusánál levő nagy hipodenz régióra mutat, ami a fissula ante fenestram-ot magában foglalja. A fekete nyíl a szabálytalanul megvastagodott stapes hátsó szárra mutat (B). A HRCT kép korrelál a CBCT képpel, mert az otoscleroticus elülső hipodenz fókusz jól kivehető. Azonban 2 retrofenesztrális lézió- egy hipodenz fókusz (feket nyíl), és egy aberráns csatorna (üres nyíl) is látható (C).

Az inaktív otosclerosis kapcsán mindegyik fül (100%) a 0. grádusú osztályba esett (24. ábra, 6. táblázat). Korábbi vizsgálatunkhoz hasonlóan statisztikailag szignifikáns és inverz összefüggést találtunk a CBCT-n látható otosclerosis grádusai és a preoperatív csont-légrések között ( $p < 0.001$ , Mann–Whitney U-teszt) (6. táblázat) (<sup>133</sup>). Az ellenoldali csoportjában ezt a megállapítást nem tudtuk bizonyítani (8. táblázat) (<sup>133</sup>). A CBCT-n látott eltérések nem mutattak szignifikáns összefüggést a preoperatív csontvezetési átlagértékekkel a különböző hisztopatológiai aktivitású otosclerosis eseteiben (6. táblázat) (<sup>133</sup>). Érdekes módon a HRCT és a CBCT leletei több szempontból is eltértek egymástól (6-7. táblázat). A HRCT a 43 otoscleroticus esetből 40-nél jelzett otosclerosisra típusos eltérést, szenzitivitása tehát 76.29% volt (7. táblázat). Az aktív otosclerosis csoportban ( $n=31$ ) szenzitivitása 100%-ra emelkedett, azonban az inaktív esetekben ( $n=12$ ) az érzékenység 59.3%-ra csökkent (24. ábra 7. táblázat). Az ellenoldali fülek csoportjában ( $n=43$ ) a HRCT 24 esetben volt pozitív (55.81%). A preoperatív audiológiai vizsgálat alapján 25 esetben (58.14%) zajlott kétoldali otosclerosisra, a HRCT leleteire alapozva viszont 24 fülnél (55.81%) volt kétoldali a betegség. A Marshall-féle osztályozási rendszert alapul véve a nem operált fülek vonatkozásában 0. és 2c. közötti grádusú eltéréseket találtunk, amelyek közül a fülek 44.18%-ban nem volt nyilvánvaló eltérés (grade 0, 8. táblázat). Az aktív otosclerosis esetében a fülek 83.87%-ánál észleltünk fenesztrális eltéréseket (1. grádus) (23. ábra, 7. táblázat). Az inaktív otosclerosis kapcsán a fülek 25%-a esett a 0. grádusú (negatív) osztályba (24. ábra, 7. táblázat). Statisztikailag szignifikáns összefüggést találtunk a HRCT alapján felállított grádusok és a csont-légrések ( $p < 0.05$ ), valamint a csontvezetési átlagok között ( $p < 0.001$ ) a kontralaterális fülek csoportjában (8. táblázat). A HRCT grádusai szintén szignifikáns összefüggést mutattak a csontvezetési átlagértékek ( $p < 0.001$ ) és a csont-légrések ( $p < 0.001$ ) között az aktív és az inaktív alcsoportokat összehasonlítva (7. táblázat).

**8. táblázat: A preoperatív, valamint ellenoldali cone-beam (CBCT) és nagy felbontású HRCT leletei otosclerosis esetén, összevetve az audiológiai eredményekkel**

	CBCT grádusok <sup>1</sup>		HRCT grádusok <sup>1</sup>	
	Feneztrális	Retrofeneztrális	Feneztrális	Retrofeneztrális
<b>Aktív otosclerosis (n=31)</b>	31	0	31	15
ABG (0.5-1-2 kHz, dB) <sup>2</sup>	16.2	n.a. <sup>4</sup>	14.2	18.1
BC (0.5-1-2 kHz, dB) <sup>3</sup>	5.3	n.a.	4.1	7.9
<b>Inaktív otosclerosis (n=12)</b>	0	0	7	5
ABG (0.5-1-2 kHz, dB)	35.3	n.a.	28.7	45.9
BC (0.5-1-2 kHz, dB)	9.7	n.a.	7.3	16.1
<b>Ellenoldali fülek (n=43)</b>	21	0	21	3
ABG (0.5-1-2 kHz, dB)	10.1	n.a.	10.1	15.3
BC (0.5-1-2 kHz, dB)	4.6	n.a.	4.6	8.2

<sup>1</sup> CBCT és HRCT grádusok: a: nincs jele fokális hipodenzitásnak; b: feneztrális lézió: szoliter hipodenz lézió, vagy megvastagodott stapes talp; c: retrofeneztrális lézió: hipodenz fókusz a pericochleáris régióban vagy a kerek ablak fülkében, vagy diffúz cochlea érintettség

<sup>2</sup> Csont-légtűz (ABG) átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>3</sup> Csontvezetési (BC) küszöb átlagok a 0.5-1-2 kHz frekvenciákon

<sup>4</sup> Nincs adat

## 6.4 Megbeszélés

Vizsgálatunkban összefüggéseket vázoltunk fel a CBCT leletek, a HRCT leletek és a preoperatív audiológiai eredmények között szövettanilag igazolt otosclerosis eseteiben. Tanulmányunk gyenge pontja az alacsony esetszám, amit a jövőben növelni kell a statisztikai torzítás elkerülésére. Nem tudtunk továbbá felállítani olyan kontroll csoportot, ahol negatív, vagy nem otoscleroticus hisztopatológiai lelet állt volna rendelkezésre. Azonban vizsgálatunk a kis esetszám ellenére is képes megbecsülni a CBCT, és a HRCT érzékenységét és specificitását a szövettanilag igazolt otosclerosisban. A HRCT szenzitivitását stapes fixáció esetén 70.5-84.5%-ra teszik, specificitását korábbi vizsgálatunk alapján 100%-ra becsüljük (<sup>121,124</sup>). A korábbi és az aktuális eredményeink alapján a CBCT 61.37 – 65.62%-os érzékenységet mutatott szövettanilag igazolt otosclerosis kapcsán, ami alacsonyabb korábbi eredményekhez képest (<sup>124,133</sup>).

A HRCT 76.29%-os szenzitivitást mutatott anyagunkban, ami a CBCT érzékenységéhez képest magasabb érték. A CBCT a tisztahang audiometriához képest is alacsonyabb szenzitivitással rendelkezett a tünetmentes otoscleroticus góc kimutatására, hiszen a képalkotó vizsgálat a bilaterális otosclerosist 48.83%-ban fedte fel, a tisztahang audiometria alapján pedig 58.14%-ban merült fel a megbetegedés kétoldali formája. A HRCT az audiológiai leletekkel összhangban vetette fel a bilaterális otosclerosis klinikai gyanúját. A korábbi

eredményeinkhez hasonlóan statisztikailag szignifikáns összefüggéseket találtunk az csont-légrés átlagértékei és a CBCT alapján felállított grádusok között (<sup>133</sup>). Az összefüggés inverz: a pozitív CBCT lelet a hisztológiailag aktív-, kisebb csont-légréssel járó otosclerosist jellemezte, miközben a nagyobb csont-légrést eredményező szövettanilag inaktív otosclerosis negatív CBCT eredménnyel járt (<sup>133</sup>). A csontvezetési átlagok és a CBCT leletek között nem volt szignifikáns összefüggés függetlenül az otosclerosis aktivitásától. A HRCT grádusai (feneztrális vagy retrofeneztrális) viszont szignifikáns összefüggést mutattak a csont-légréssel és a csontvezetési küszöbértékekkel az otosclerosis aktivitásától függően, mind a szövettanilag igazolt otoscleroticus, mind az ellenoldali csoportban (8. táblázat). Inaktív otoscleroticus esetén a HRCT leletek alapján a halláscsökkenés szenzorineurális komponense szoros korrelációban állt az otosclerosis súlyosságával és kiterjedésével. A CBCT ilyen összefüggést nem tárt fel. Számos tanulmány talált szignifikáns összefüggést a HRCT grádusa és a preoperatív csont-légrés nagysága között (<sup>119,121,131</sup>). Más szerzők a HRCT-n látható cochlearis otosclerosis kiterjedése és a szenzorineurális halláscsökkenés foka között mutattak ki összefüggést (<sup>120,124</sup>). A CBCT alapján hasonló következtetést nem lehet levonni (<sup>130,133</sup>). A preoperatív audiometriának és a HRCT vizsgálatnak együtt klinikai relevanciája van, mert az előrehaladott otosclerosisban szenvedő betegeknek a preoperatív diagnosztika alapján inkább a cochlearis implantációt, vagy csontvezetési küszöbtől függően Baha, vagy Dacs beültetést javasolhatjuk a stapedectomia, vagy stapedotomia helyett (<sup>126</sup>). Megjegyzendő, hogy cochlearis implantáció esetében a nervus facialis ingerlése nagyobb eséllyel fordul elő (<sup>126,127</sup>). A szenzorineurális halláscsökkenés mértékét a cochlea endosteumának és falának érintettsége vetíti leginkább előre, ami HRCT segítségével jól látható (<sup>124,126,127</sup>). E jelenség tehát megmagyarázza a halláscsökkenéssel nem járó, „szövettani otosclerosis” fogalmát, mert a retrofeneztrális otoscleroticus gócok száma és elhelyezkedésük nem független prediktorai a szenzorineurális halláscsökkenés fokának (<sup>112,114</sup>). Eredményeink alapján, mint ahogy ezt már korábban is megállapítottuk, a CBCT-n látható eltérések nem mutattak szignifikáns összefüggést a csontvezetési küszöbök átlagértékeivel, tekintet nélkül a szövettani aktivitásra. A CBCT tehát alkalmatlannak látszik az otosclerosis kiterjedésének megállapítására, és a szenzorineurális halláscsökkenés progressziójának értékelésére.

Vizsgálatunkban a CBCT nem mutatta ki az inaktív otoscleroticus eseteket, szignifikánsan eltérve az aktív esetekre vonatkozó érzékenységtől és a HRCT szenzitivitásától (59.3 %) (<sup>124,130,133</sup>). Az inaktív otosclerosist sűrű, calcifikált osteoid alapállomány jellemzi (<sup>109,114</sup>). Tekintettel arra, hogy a HRCT magasabb szenzitivitással mutatja ki a spongiotikus csontléziókat, a scleroticus eltérések prevalenciája magasabb lehet (<sup>122,123,130,133</sup>).

A betegség multifokális jellegéből adódóan azonban ez a jelenség elméletileg nem gátja az otosclerosis diagnózis felállításának, mert az aktív és inaktív fókuszok egyidejűleg állnak fenn<sup>(108,115,116)</sup>. A CBCT ettől azonban nagyfokban eltér, mert az inaktív otosclerosis és a retrofeneztrális léziók szempontjából majdnem teljesen vak. Egy inaktív otoscleroticus góc esetén tehát a CBCT komoly diagnosztikai problémát okozhat<sup>(123,124,130,132,133)</sup>. Szöveti diagnózis hiányában az inaktív feneztrális otosclerosis, a retrofeneztrális otosclerosis és a nem otoscleroticus stapes fixációk differenciáldiagnosztikai nehézséget jelenthetnek a CBCT számára<sup>(113,114,124,133)</sup>. Az audiológiai vizsgálat azonban segíthet az elkülönítésben, mert a nem otoscleroticus léziók általában nem járnak szenzorineurális halláscsökkenéssel<sup>(115,124,133)</sup>. A korábbi közleményünkben a CBCT nagyon alacsony szenzitivitással rendelkezett a retrofeneztrális otosclerosis kimutatására, de a vizsgálatban részt vevő betegeknek nem volt jelentős szenzorineurális halláscsökkenése, emiatt arra következtettünk, hogy nincs cochleáris otosclerosisuk. Ez az állítást azonban módosítanunk kell, mert az aktuális vizsgálatban viszont több betegnek is jelentős szenzorineurális halláscsökkenést mértünk, de a CBCT nem mutatta ki a retrofeneztrális gócot. Ezzel ellentétben a HRCT képes volt felfedni 13 retrofeneztrális, és 2 kerek ablak környéki léziót is (7. táblázat). Megjegyzendő, hogy a mind a CBCT-vel, mind a HRCT-vel aránylag vastag képszeletek készültek, ami felbontási problémákhoz vezetve megmagyarázhatja a retrofeneztrális léziók láthatatlanságát. Eredményeink alapján a preoperatív elvégzett HRCT fontos szerepet tölthet be a stapes műtét megtervezésekor<sup>(124)</sup>. Segítségével felfedhető számos közép-, és belső fül eltérés, így elkerülhetők a súlyos komplikációk és a szükségtelen stapes műtétek is<sup>(116,124,132,133)</sup>.

Lényeges azonban, hogy Redfort és mtsai. a CBCT-vel tisztán rekonstruáltak 16 közép-, és belsőfül struktúrát a HRCT-hez képest eltérés nélkül<sup>(130)</sup>. Ezekre az eredményekre alapozva, a CBCT is lehet a választandó képalkotó módszer az ép dobhártya mellett észlelt vezetékes halláscsökkenéssel járó sziklacsont betegségekben<sup>(130)</sup>. Továbbá a CBCT olcsó, egyszerűen kivitelezhető, megbízható és gyors képalkotó módszer a HRCT-hez képest lényegesen kisebb sugárterheléssel<sup>(122,123,130,133)</sup>.

## 6.5 Konklúzió

Összefoglalva tehát, a sziklacsont HRCT vizsgálata a különböző stapes fixációk értékelésének hasznos preoperatív képalkotási eszköze és megbízható módszer a betegség kiterjedésének meghatározására. Érzékenysége jóval meghaladja a CBCT szenzitivitását a retrofeneztrális léziók és az inaktív otosclerosis kimutatásában. Mindezek tükrében elmondható, hogy a

HRCT a sziklacsont képalkotásának elsőként választandó módszere. A sziklacsont CBCT vizsgálata a szövettanilag aktív fenesztrális otosclerosis megbízható preoperatív képalkotási módszere. A teljes szenzitivitása azonban alulmarad a HRCT-hez és a szövettani vizsgálathoz képest; bár a fejlődése folyamatos a megújuló analízáló softverek megjelenésének köszönhetően. A CBCT és a hallásküszöb viszonya kérdéses, függ a hisztopatológiai aktivitástól, az osztályozási rendszertől, és a betegek számától egyaránt.

## 7 Irodalomjegyzék

1. Tange R. Some pioneers in early stapes surgery. *Science MED* 2014; 5:5-10.
2. Valsalva A. *Tractus de Avre Humana*. Bologna 1704.
3. Toynbee J. Anchylosis of the stapes to the fenestra ovalis. pp: 289-309 in: *The Disease of the Ear: Nature, Diagnoses and Treatment*. Philadelphia: Blanchard and Lea, 1860 1860.
4. Politzer A. Ueber Anchylose des Steigbügels mit dem ovalen Fenster. *Allg Wien Med Ztg* 1862; 7:220-221.
5. Schwartze H. Pathology der synostose des steigbügels. *Arch Für Orhenheilk* 1870; 5:257-271.
6. Politzer A. Ueber primäre Erkrankung der knöchernen Labyrinthkapsel. *Zeitschr Ohrenheil* 1893; 25:309-327.
7. Tange R. *The History of Otosclerosis Treatment*. Kugler Publications. Amsterdam 2014.
8. Kessel J. Über die Durchschneidung des Steigbügel Muskels beim Menschen und über die Extraction des Steigbügels resp. der Columella bei Thieren. *Arch Für Orhenheilk* 1876; 11:199-217.
9. Boucheron E. La mobilisation de l'etrier et son procede operatoire. *Union Med Can* 1888; 46:412-416.
10. Miot C. De la mobilisation de l'etrier. *Rev Laryngol d'Otol Rhinol* 1890; 10:113-130.
11. Floderus B. Bidrag till stigbygelankylosens operativa radikalbehandling. *Nord Med Ark* 1899; 32:1-17.
12. Wittmaack K. The pathogenesis of otosclerosis. *Archives of otolaryngology (Chicago, Ill : 1960)* 1931; 14:186-194.
13. Wittmaack K. Über die operative Behandlung der Otosklerose mit Duralüftung am Tegmen Tympani. *Klin Wschr* 1933; 12:658-662.
14. Rollin H. Bericht über die ersten zwanzig operierten Otosklerosefälle. *European Archives of Oto-RhinoLaryngology* 1933; 138:6-19.
15. Nassuphis V. Ergebnisse der otosklerose-operation. Duraluftung über dem Tegmen Tympani nach Wittmaack. *Acta oto-laryngologica* 1951; 39:217-221.
16. Bárány R. Worttabellen zur Hörprüfung. *Verh Dtsch Otol Ges* 1910; 19:110-113.
17. Holmgren G. Till otosclerosens kirurgiska behandling. *Nordiskt tidskrift Oto-Laryngol* 1917; 2:217.
18. Sourdille M. New Technique in the Surgical Treatment of Severe and Progressive Deafness from Otosclerosis. *Bulletin of the New York Academy of Medicine* 1937; 13:673-691.
19. Lempert J. Improvement in hearing in cases of otosclerosis: A new, one-stage surgical technic. *Arch Otolaryngol* 1938; 28:42-97.
20. Shambaugh GE, Jr. The fenestration operation for otosclerosis. *Journal of the American Medical Association* 1946; 130:999-1006.
21. Shambaugh G, Jr. Fenestration Operation for Otosclerosis: Experimental Investigations and Clinical Observations in 2,100 Operations over a Period of 10 years. *Acta oto-laryngologica* 1949; 79:1-101.



22. Rosen S. Palpation of stapes for fixation; preliminary procedure to determine fenestration suitability in otosclerosis. *AMA archives of otolaryngology* 1952; 56:610-615.
23. Zollner F. [Experiences with the Rosen technic of stapes mobilization]. *Zeitschrift fur Laryngologie, Rhinologie, Otologie und ihre Grenzgebiete* 1959; 38:410-421.
24. Fowler EP, Jr. Anterior crurotomy and mobilization of the ankylosed stapes foot-plate; introduction to a motion picture demonstration. *Acta oto-laryngologica* 1956; 46:319-322.
25. Holmgren L. Stapediolysis in otosclerosis; a physiological approach. *Acta oto-laryngologica* 1957; 48:219-233.
26. Jack F. Supplementary Report on a Case of double Stapedectomy Operated Upon Ten Years Ago. *Tr Am Otol Soc* 1902; 8:99.
27. Shea JJ, Jr. Fenestration of the oval window. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1958; 67:932-951.
28. Shea J, Sanabria, F, Smith, GDL. . Teflon piston operation for otosclerosis. *Archives of otolaryngology (Chicago, Ill : 1960)* 1962; 76:516-521.
29. Marquet J. "Stapedotomy" technique and results. *The American journal of otology* 1985; 6:63-67.
30. Perkins RC. Laser stapedotomy for otosclerosis. *The Laryngoscope* 1980; 90:228-240.
31. DiBartolomeo JR, Ellis M. The argon laser in otology. *The Laryngoscope* 1980; 90:1786-1796.
32. Palva T. Argon laser in otosclerosis surgery. *Acta oto-laryngologica* 1987; 104:153-157.
33. Lesinski SG, Stein JA. Stapedectomy revision with the CO2 laser. *The Laryngoscope* 1989; 99:13-19.
34. McGee TM. Lasers in otology. *Otolaryngologic clinics of North America* 1989; 22:233-238.
35. Gherini S, Horn KL, Causse JB, McArthur GR. Fiberoptic argon laser stapedotomy: is it safe? *The American journal of otology* 1993; 14:283-289.
36. Wiet RJ, Kubek DC, Lemberg P, Byskosh AT. A meta-analysis review of revision stapes surgery with argon laser: effectiveness and safety. *The American journal of otology* 1997; 18:166-171.
37. Frenz M. Physical characteristics of various lasers used in stapes surgery. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:237-249.
38. Vollrath M, Schreiner C. The effects of the argon laser on temperature within the cochlea. *Acta oto-laryngologica* 1982; 93:341-348.
39. Buchman CA, Fucci MJ, Roberson JB, Jr., De La Cruz A. Comparison of argon and CO2 laser stapedotomy in primary otosclerosis surgery. *American journal of otolaryngology* 2000; 21:227-230.
40. Vincent R, Bittermann AJ, Oates J, Sperling N, Grolman W. KTP versus CO2 laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis: results of a new comparative series with the otology-neurotology database. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2012; 33:928-933.
41. Stucken EZ, Brown KD, Selesnick SH. The use of KTP laser in revision stapedectomy. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2012; 33:1297-1299.
42. Marchese MR, Scorpecci A, Cianfrone F, Paludetti G. "One-shot" CO2 versus Er:YAG laser stapedotomy: is the outcome the same? *European archives of oto-rhino-*

- laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery 2011; 268:351-356.
43. Lesinski SG, Palmer A. CO2 laser for otosclerosis: safe energy parameters. *The Laryngoscope* 1989; 99:9-12.
  44. Vincent R, Grolman W, Oates J, Sperling N, Rovers M. A nonrandomized comparison of potassium titanyl phosphate and CO2 laser fiber stapedotomy for primary otosclerosis with the otology-neurotology database. *The Laryngoscope* 2010; 120:570-575.
  45. Lescanne E, Moriniere S, Gohler C, Manceau A, Beutter P, Robier A. Retrospective case study of carbon dioxide laser stapedotomy with lens-based and mirror-based micromanipulators. *The Journal of laryngology and otology* 2003; 117:256-260.
  46. Just T, Guder E, Pau HW. Effect of the stapedotomy technique on early post-operative hearing results--Preliminary results. *Auris, nasus, larynx* 2012; 39:383-386.
  47. Jovanovic S. Technical and clinical aspects of 'one-shot' CO(2) laser stapedotomy. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:255-266.
  48. Poe DS. Laser-assisted endoscopic stapedectomy: a prospective study. *The Laryngoscope* 2000; 110:1-37.
  49. Navarrete ML, Boemo R, Darwish M, Monzon J, Rojas P. [Pilot study on the diode laser in stapes surgery]. *Acta otorrinolaringologica espanola* 2010; 61:434-436.
  50. Gerard JM, Serry P, Gersdorff MC. Outcome and lack of prognostic factors in stapes surgery. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2008; 29:290-294.
  51. Young E, Mitchell-Innes A, Jindal M. Lasers in stapes surgery: a review. *The Journal of laryngology and otology* 2015; 129:627-633.
  52. Schuknecht HF, Oleksiuk S. The metal prosthesis for stapes ankylosis. *AMA archives of otolaryngology* 1960; 71:287-295.
  53. Goodhill V. Articulated polyethylene prosthesis with perichondral graft in stapedectomy. *Revue de laryngologie - otologie - rhinologie* 1961; 82:305-320.
  54. Shea JJ, Jr. The teflon piston operation for otosclerosis. *The Laryngoscope* 1963; 73:508-509.
  55. Causse J. [STAPEDECTOMY AND TEFLON-PISTON, TEFLON-INTERPOSITION, REPEATED FENESTRATIONS]. *Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico faciale : bulletin de la Societe d'oto-laryngologie des hopitaux de Paris* 1964; 81:19-44.
  56. Pusalkar A, Steinbach, E. . Gold implants in middle ear reconstructive surgery. In: Yanagihara N, Suzuki J, eds. *Transplants and Implants in Otology II*. Matsuyama, Japan 1992:111-113.
  57. Wengen DF. A new self-retaining titanium clip stapes prosthesis. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:184-189.
  58. Knox GW, Reitan H. Shape-memory stapes prosthesis for otosclerosis surgery. *The Laryngoscope* 2005; 115:1340-1346.
  59. Bast F, Schrom T. [First experiences with the new soft-clip piston as an alloplastic prosthesis during stapedotomy]. *Laryngo- rhino- otologie* 2009; 88:304-308.
  60. Huber AM, Schrepfer T, Eiber A. Clinical evaluation of the NiTiBOND stapes prosthesis, an optimized shape memory alloy design. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2012; 33:132-136.

61. Gerlinger I, Bako P, Piski Z et al. KTP laser stapedotomy with a self-crimping, thermal shape memory Nitinol piston: follow-up study reporting intermediate-term hearing. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 2014; 271:3171-3177.
62. Hughes GB. The learning curve in stapes surgery. *The Laryngoscope* 1991; 101:1280-1284.
63. Fisch U. Stapedotomy versus stapedectomy. *The American journal of otology* 1982; 4:112-117.
64. Spandow O, Soderberg O, Bohlin L. Long-term results in otosclerotic patients operated by stapedectomy or stapedotomy. *Scandinavian audiology* 2000; 29:186-190.
65. Babighian G, Fontana M, Caltran S, Ciccolella M, Amadori M, De Zen M. The heat-activated stapes prosthesis 'SMart' Piston: technique and preliminary results. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:190-196.
66. Hornung JA, Brase C, Bozzato A, Zenk J, Schick B, Iro H. Retrospective analysis of the results of implanting Nitinol pistons with heat-crimping piston loops in stapes surgery. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 2010; 267:27-34.
67. Lesinski SG, Palmer A. Lasers for otosclerosis: CO2 vs. Argon and KTP-532. *The Laryngoscope* 1989; 99:1-8.
68. Gerlinger I, Toth M, Bako P, Nemeth A, Pytel J. KTP-laser stapedotomy with a self-crimping, thermal shape memory Nitinol SMart piston: 1 year follow-up results: how we do it. *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery* 2008; 33:475-480.
69. Sennaroglu L, Unal OF, Sennaroglu G, Gursel B, Belgin E. Effect of teflon piston diameter on hearing result after stapedotomy. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2001; 124:279-281.
70. Mann W, Beck C. [Functional results of stapes surgery]. *Laryngologie, Rhinologie, Otologie* 1983; 62:387-390.
71. Brown KD, Gantz BJ. Hearing results after stapedotomy with a nitinol piston prosthesis. *Archives of otolaryngology--head & neck surgery* 2007; 133:758-762.
72. Gerlinger I, Toth M, Lujber L et al. Necrosis of the long process of the incus following stapes surgery: new anatomical observations. *The Laryngoscope* 2009; 119:721-726.
73. Sorom AJ, Driscoll CL, Beatty CW, Lundy L. Retrospective analysis of outcomes after stapedotomy with implantation of a self-crimping Nitinol stapes prosthesis. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2007; 137:65-69.
74. Babighian GG, Albu S. Failures in stapedotomy for otosclerosis. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 2009; 141:395-400.
75. Bakhos D, Lescanne E, Charretier C, Robier A. A review of 89 revision stapes surgeries for otosclerosis. *European annals of otorhinolaryngology, head and neck diseases* 2010; 127:177-182.

76. Es-Souni M, Es-Souni M, Fischer-Brandies H. Assessing the biocompatibility of NiTi shape memory alloys used for medical applications. *Analytical and bioanalytical chemistry* 2005; 381:557-567.
77. Shabalovskaya SA. Surface, corrosion and biocompatibility aspects of Nitinol as an implant material. *Bio-medical materials and engineering* 2002; 12:69-109.
78. Shea JJ, Jr., Ge X. Delayed facial palsy after stapedectomy. *Otology & neurotology* : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2001; 22:465-470.
79. Sugita T, Murakami S, Yanagihara N, Fujiwara Y, Hirata Y, Kurata T. Facial nerve paralysis induced by herpes simplex virus in mice: an animal model of acute and transient facial paralysis. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1995; 104:574-581.
80. Revesz P, Piski Z, Burian A, Harmat K, Gerlinger I. Delayed Facial Paralysis following Uneventful KTP Laser Stapedotomy: Two Case Reports and a Review of the Literature. *Case reports in medicine* 2014; 2014:971362.
81. Cremers CW, Beusen JM, Huygen PL. Hearing gain after stapedotomy, partial platinectomy, or total stapedectomy for otosclerosis. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1991; 100:959-961.
82. Ayache D, Sleiman J, Plouin-Gaudon I, Klap P, Elbaz P. Obliterative otosclerosis. *The Journal of laryngology and otology* 1999; 113:512-514.
83. Gierek T, Witkowska M, Zbrowska-Bielska D, Klimczak-Golab L. [Analysis of results of stapedotomy in patients with obliterative otosclerosis]. *Otolaryngologia polska The Polish otolaryngology* 2006; 60:377-383.
84. Sugimoto H, Ito M, Hatano M, Yoshizaki T. Persistent stapedia artery with stapes ankylosis. *Auris, nasus, larynx* 2014; 41:582-585.
85. Inagaki T, Kawano A, Ogawa Y et al. Stapes fixation accompanied with abnormal facial nerve pathway. *Auris, nasus, larynx* 2014; 41:313-316.
86. Kujala J, Aalto H, Ramsay H, Hirvonen TP. Simultaneous bilateral stapes surgery. *Acta oto-laryngologica* 2008; 128:347-351.
87. Dumon T. Vibrant soundbridge middle ear implant in otosclerosis: technique - indication. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:320-322.
88. Kontorinis G, Lenarz T, Mojallal H, Hinze AL, Schwab B. Power stapes: an alternative method for treating hearing loss in osteogenesis imperfecta? *Otology & neurotology* : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology 2011; 32:589-595.
89. McGee TM. The loose wire syndrome. *The Laryngoscope* 1981; 91:1478-1483.
90. Moreano EH, Paparella MM, Zelterman D, Goycoolea MV. Prevalence of facial canal dehiscence and of persistent stapedia artery in the human middle ear: a report of 1000 temporal bones. *The Laryngoscope* 1994; 104:309-320.
91. Hogg ID, Stephens CB, Arnold GE. Theoretical anomalies of the stapedia artery. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 1972; 81:860-870.
92. Hitier M, Zhang M, Labrousse M, Barbier C, Patron V, Moreau S. Persistent stapedia arteries in human: from phylogeny to surgical consequences. *Surgical and radiologic anatomy* : SRA 2013; 35:883-891.
93. Marion M, Hinojosa R, Khan AA. Persistence of the stapedia artery: a histopathologic study. *Otolaryngology--head and neck surgery* : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery 1985; 93:298-312.

94. Horn KL VA. Stapes surgery in the obscured oval window: management of the ptotic facial nerve and the persistent stapedial artery. *Otolaryngol Head and Neck Surg* 1998; 9:58-63.
95. Amedee RG, Lewis ML, Jr. Obliterative otosclerosis. *The Laryngoscope* 1987; 97:922-924.
96. Raman R, Mathew J, Idikula J. Obliterative otosclerosis. *The Journal of laryngology and otology* 1991; 105:899-900.
97. Menger DJ, Tange RA. The aetiology of otosclerosis: a review of the literature. *Clinical otolaryngology and allied sciences* 2003; 28:112-120.
98. de Bruijn AJ, Tange RA, Dreschler WA. Evaluation of second-ear stapedotomy with the Glasgow benefit plot. *ORL; journal for oto-rhino-laryngology and its related specialties* 1999; 61:92-97.
99. Ludman H, Grant H. The case against bilateral stapedectomy, and problems of post-operative follow-up--from the King's College Hospital series. *The Journal of laryngology and otology* 1973; 87:833-843.
100. Raut VV, Toner JG, Kerr AG, Stevenson M. Management of otosclerosis in the UK. *Clinical otolaryngology and allied sciences* 2002; 27:113-119.
101. Faye-Lund H, Stangeland N, Rohrt T. Long-term results of bilateral stapedectomy. *The Journal of laryngology and otology* 1984; 98:247-254.
102. Mann WJ, Amedee RG, Fuerst G, Tabb HG. Hearing loss as a complication of stapes surgery. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* 1996; 115:324-328.
103. Venail F, Lavieille JP, Meller R, Deveze A, Tardivet L, Magnan J. New perspectives for middle ear implants: first results in otosclerosis with mixed hearing loss. *The Laryngoscope* 2007; 117:552-555.
104. Luers JC, Huttenbrink KB, Zahnert T, Bornitz M, Beutner D. Vibroplasty for mixed and conductive hearing loss. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2013; 34:1005-1012.
105. Baxter A. Dehiscence of the Fallopian canal. An anatomical study. *The Journal of laryngology and otology* 1971; 85:587-594.
106. Durcan DJ, Shea JJ, Sleenckx JP. Bifurcation of the facial nerve. *Archives of otolaryngology (Chicago, Ill : 1960)* 1967; 86:619-631.
107. Bast TH AB. *The Temporal Bone and the Ear* Springfield IL, Charles C Thomas 1949.
108. Chole RA, McKenna M. Pathophysiology of otosclerosis. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2001; 22:249-257.
109. Parahy C, Linthicum FH, Jr. Otosclerosis and otospongiosis: clinical and histological comparisons. *The Laryngoscope* 1984; 94:508-512.
110. Swartz JD, Faerber EN, Wolfson RJ, Marlowe FI. Fenestral otosclerosis: significance of preoperative CT evaluation. *Radiology* 1984; 151:703-707.
111. Sziklai I, Batta TJ, Karosi T. Otosclerosis: an organ-specific inflammatory disease with sensorineural hearing loss. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 2009; 266:1711-1718.
112. Declau F, van Spaendonck M, Timmermans JP et al. Prevalence of histologic otosclerosis: an unbiased temporal bone study in Caucasians. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:6-16.

113. Karosi T, Csomor P, Petko Met al. Histopathology of nonotosclerotic stapes fixations. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2009; 30:1058-1066.
114. Iyer PV, Gristwood RE. Histopathology of the stapes in otosclerosis. *Pathology* 1984; 16:30-38.
115. Mafee MF, Henrikson GC, Deitch RLet al. Use of CT in stapedial otosclerosis. *Radiology* 1985; 156:709-714.
116. Shaffer KA, Haughton VM, Wilson CR. High resolution computed tomography of the temporal bone. *Radiology* 1980; 134:409-414.
117. Grayeli AB, Yrieix CS, Imauchi Y, Cyna-Gorse F, Ferrary E, Sterkers O. Temporal bone density measurements using CT in otosclerosis. *Acta oto-laryngologica* 2004; 124:1136-1140.
118. Lagleyre S, Sorrentino T, Calmels MNet al. Reliability of high-resolution CT scan in diagnosis of otosclerosis. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2009; 30:1152-1159.
119. Naumann IC, Porcellini B, Fisch U. Otosclerosis: incidence of positive findings on high-resolution computed tomography and their correlation to audiological test data. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 2005; 114:709-716.
120. Shin YJ, Fraysse B, Deguine O, Cognard C, Charlet JP, Sevely A. Sensorineural hearing loss and otosclerosis: a clinical and radiologic survey of 437 cases. *Acta oto-laryngologica* 2001; 121:200-204.
121. Marx M, Lagleyre S, Escude Bet al. Correlations between CT scan findings and hearing thresholds in otosclerosis. *Acta oto-laryngologica* 2011; 131:351-357.
122. Patel S, Dawood A, Ford TP, Whaites E. The potential applications of cone beam computed tomography in the management of endodontic problems. *International endodontic journal* 2007; 40:818-830.
123. Small BW. Cone beam computed tomography. *General dentistry* 2007; 55:179-181.
124. Karosi T, Csomor P, Sziklai I. The value of HRCT in stapes fixations corresponding to hearing thresholds and histologic findings. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2012; 33:1300-1307.
125. Rotteveel LJ, Proops DW, Ramsden RT, Saeed SR, van Olphen AF, Mylanus EA. Cochlear implantation in 53 patients with otosclerosis: demographics, computed tomographic scanning, surgery, and complications. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology* 2004; 25:943-952.
126. Marshall AH, Fanning N, Symons S, Shipp D, Chen JM, Nedzelski JM. Cochlear implantation in cochlear otosclerosis. *The Laryngoscope* 2005; 115:1728-1733.
127. Lee TC, Aviv RI, Chen JM, Nedzelski JM, Fox AJ, Symons SP. CT grading of otosclerosis. *AJNR American journal of neuroradiology* 2009; 30:1435-1439.
128. Valvassori GE. Imaging of otosclerosis. *Otolaryngologic clinics of North America* 1993; 26:359-371.
129. Kiyomizu K, Tono T, Yang D, Haruta A, Kodama T, Komune S. Correlation of CT analysis and audiometry in Japanese otosclerosis. *Auris, nasus, larynx* 2004; 31:125-129.
130. Redfors YD, Grondahl HG, Hellgren J, Lindfors N, Nilsson I, Moller C. Otosclerosis: anatomy and pathology in the temporal bone assessed by multi-slice and cone-beam CT. *Otology & neurotology : official publication of the American Otological Society,*

- American Neurotology Society [and] European Academy of Otolology and Neurotology 2012; 33:922-927.
131. Wycherly BJ, Berkowitz F, Noone AM, Kim HJ. Computed tomography and otosclerosis: a practical method to correlate the sites affected to hearing loss. *The Annals of otology, rhinology, and laryngology* 2010; 119:789-794.
  132. Merchant SN, Rosowski JJ, McKenna MJ. Superior semicircular canal dehiscence mimicking otosclerotic hearing loss. *Advances in oto-rhino-laryngology* 2007; 65:137-145.
  133. Liktó B, Revesz P, Csomó P, Gerlinger I, Sziklai I, Karosi T. Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed otosclerosis. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery* 2014; 271:2131-2138.

## 8 Ábrák forrása

1. ábra: <http://medical.olympusamerica.com/products/smart-360%C2%B0-pistons>  
<http://www.bess.de/otologie/mittelohrprothesen/stapesplastik.html>

2. ábra: [www.kurzmed.com](http://www.kurzmed.com)

5. ábra: <http://www.bess.de/otologie/mittelohrprothesen/stapesplastik.html>

15. ábra: <http://www.hearing.com/wp-hearing/middle-ear-implants/>



## 9 Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények

1. Révész P, Harmat K, Háromi I, Ráth G, Karosi T, Molnár K, Gerlinger I. Különleges stapes sebészeti megoldások – esetismertetések és irodalmi áttekintés. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2016; 62: 9-16.
2. Révész P, Szanyi I, Ráth G, Bocskai T, Lujber L, Piski Z, Karosi T, Gerlinger I. Comparison of hearing results following the use of NiTiBOND versus Nitinol prostheses in stapes surgery: a retrospective controlled study reporting short-term postoperative results. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016; 273:1131–6 **IF:1.545**
3. Liktör B, Révész P, Csomor P, Gerlinger I, Sziklai I, Karosi T. Diagnostic value of cone-beam CT in histologically confirmed otosclerosis. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014; 271 (8): 2131-8. **IF: 1.545**
4. Révész P, Liktör B, Liktör B, Sziklai I, Gerlinger I, Karosi T. Comparative analysis of preoperative diagnostic values of HRCT and CBCT in patients with histologically diagnosed otosclerotic stapes footplates. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2016; 273: 63-72. **IF:1.545**

## 10 Egyéb közlemények

1. Szabadi É, Török L, Révész P, Burián A, Gerlinger I, Lujber L. Dobhártyapótlás új lehetőségének bemutatása állatkísérletes modellen. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2010; 56 (3): 182.
2. Révész P, Burián A, Szabadi É, Bakó P, Gerlinger I, Pytel J, Lujber L. Subglotticus lokalizációjú rhabdomyosarcoma fiatal férfibetegünkénél. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2010; 56 (3): 178.
3. Révész P, Gerlinger I. A fiatalság és az mp3 lejátszók – fokozott kockázat, kevés óvintézkedés. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2011; 57 (3): 35–38.
4. Lujber L, Révész P. Childhood Laryngeal Rhabdomyosarcoma Causing Acute Airway Obstruction. *Otolaryngol Head Neck Surg* August 2011; 145 (2): 354-5.
5. Gerlinger, I., Révész, P., Piski, Z., Burián, A., Móricz, P.: Eseménytelen laser stapedotomiát követő késői nervus facialis paresis esetismertetés és irodalmi áttekintés *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2011; 57 (3): 133-7.
6. Piski, Z., Mózes, R., Burián, A., Révész, P., Gerlinger, I., Pytel, J.: Korral járó hallászavarok korai kimutatása. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2011; 57 (3): 138-44.
7. Juhász K, Gombos K, Szirmai M, Révész P, Magda I, Gocze K, Ember I. DMBA induces deregulation of miRNA expression of let-7, miR-21 and miR-146a in CBA/CA mice. *In Vivo* 2012; 26 (1):113-7.

8. Juhász K, Gombos K, Gocze K, Wolher V, Szirmai M, Révész P, Magda I, Sebestyén A, Ember I. Effect of N-methyl-N-nitrosourea on microRNA expression in CBA/Ca mice. *Journal of Environmental and Occupational Science* 2012; 1(2): 77-82.
9. Szanyi I, Ráth G, Móricz P, Somogyvári K, Révész P, Gerlinger I, Orsós Zs, Ember I, Kiss I. Effects of cytochrome P450 1A1 (CYP 1A1) and UGT-glucuronyltransferase 1A1 (UGT 1A1) allelic polymorphisms on the risk of development and the prognosis of head and neck tumors. *Eur J Cancer Prev* 2012; 21(6):560-8.
10. Móricz P, Somogyvári K, Burián A, Piski Z, Révész P, Gerlinger I. Hypertonicitás okozta aponia megoldása myotomiával hangprotézis beültetés után *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2013; 59(2): 45-6.
11. Juhász K, Gombos K, Szirmai M, Gócze K, Wolher V, Révész P, Magda I, Sebestyén A, Németh A, Ember I. Very early effect of DMBA and MNU on microRNA expression. *In Vivo* 2013; 27 (1):113-7.
12. Gobel G, Szanyi I, Révész P, Bauer M, Gerlinger I, Németh Á, Ember I, Gocze K, Gombos K. Expression of NFκB1, GADD45A and JNK1 in salivary gland carcinomas of different histotypes. *Cancer Genomics Proteomics* 2013; 10 (2):81-7.
13. Révész P, Szabadi É, Járai T, Tornóczky T, Gerlinger I, Lujber L. Chorda tympani neurinoma. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2013; 57 (4).
14. Ráth G, Katona G, Bakó P, Török L, Révész P, Tóth E, Gerlinger I. Application of ionomer cement onto the stapedial footplate: Impact on the perilymphatic aluminum level. *Laryngoscope* 2014; 124(2): 541-4.
15. Gerlinger I, Bakó P, Piski Z, Révész P, Ráth G, Karosi T, Lujber L. KTP laser stapedotomy with a self-crimping, thermal shape memory Nitinol piston: follow-up study reporting intermediate-term hearing. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2014; 271(12): 3171-7.
16. Orosz E, Gombos K, Révész P, Kiss I, Pytel J, Gerlinger I, Szanyi I. MicroRNA expression profiles in squamous cell carcinomas of the meso- and hypopharynx. *Orv Hetil* 2014; 155(27):1063-70.
17. Révész P, Piski Z, Burián A, Harmat K, Gerlinger I. Delayed Facial Paralysis following Uneventful KTP Laser Stapedotomy: Two Case Reports and a Review of the Literature. *Case Rep Med* 2014; 2014:971362. doi: 10.1155/2014/971362.
18. Szirmai M, Juhász K, Bertha A, Gombos K, Gócze K, Magda I, Révész P, I Ember. Potential chemopreventive effect of “Procont” on miRNA expression in CBA/Ca mice. *European Medical Health and Pharmaceutical Journal* 2012; 3: 24-28.
19. Szanyi I, Gerlinger I, Lujber L, Szabadi É, Burián A, Révész P, Ember I, Kiss I. Onkogén és tumorszuppresszor génexpresszió változások biológiai markerként való alkalmazása malignus fej-nyaki daganatokban. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 2011; 57 (2): 66-72.
20. Glavanits M, Millei L, Révész P. „Keep smiling” – fogpótlás, rekonstrukciós-, szépsészeti sebészet, arcátültetés. In: Révész Gy (szerk.) *Az emberi arc: Tanulmányok a pszichológia, orvostudomány, mesterséges intelligencia és a képzőművészet területeiről*. Pécs: Pro Pannonia Kiadó, 2010. P. 135-149.

## 11 Kongresszusi előadások jegyzéke

1. „Fiatalság és az mp3 lejátszók; fokozott kockázat, kevés óvintézkedés” című előadás - Audiológiai Sectio 47. Vándorgyűlése, 2010
2. „Fiatalság és az mp3 lejátszók; fokozott kockázat, kevés óvintézkedés” című előadás - Magyar Fonetikai, Foniátriai és Logopédiai Társaság és a Magyar Gyógyypedagógusok Egyesülete XXXVIII. Országos Szakmai Konferenciája, 2010
3. „Subglotticus botryoid rhabdomyosarcoma fiatal férfibetegünkénél” című előadás megtartása a Magyar Fül-Orr-Gége és Fej-Nyaksebész Orvosok Egyesülete 41. Kongresszusán, 2010
4. „Childhood laryngeal neoplasm causing acute airway obstruction” című angol nyelvű előadás a Weill Cornell Szemináriumon (Salzburg)
5. „Fülzúgás kezelése transcranialis mágneses stimulációval (rTMS-sel)” Audiológiai vándorgyűlés, 2011
6. „Fülzúgás kezelése transcranialis mágneses stimulációval (rTMS-sel)” A Magyar Tinnitus Egyesület és a Magyar Fül-,Orr-,Gégeorvosok Egyesülete továbbképző oktatási napja, 2011
7. „Acut felső légúti obstrukciót okozó subglotticus terime (esetismertetés)” Tanulságos esetek fóruma PTE-ÁOK, 2011
8. „Ménière betegség kezelése intratympanalisan adott gentamycin injekcióval; klinikánk kezdeti tapasztalatai” Audiológiai vándorgyűlés, 2012
9. „Acut felső légúti obstrukciót okozó subglotticus terime” Méhes Károly Genetikai Továbbképzési Napok, 2012
10. “Necrosis of the long process of the incus following stapes surgery – new anatomical observations” 10<sup>th</sup> Annual Middle East Update in Otolaryngology Head and Neck Surgery Conference (Dubai) 2013
11. „A fülkürt endoszkópos ballonkatéteres tágitása, a PTE KK Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika tapasztalatai”, Gyermek Fül-Orr-gégészeti Kongresszus, 2015
12. „A NiTiBOND versus Nitinol pisztonnal végzett lézer stapedotomia halláseredményeinek összehasonlítása: retrospektív, kontrollált tanulmány rövidtávú eredményekkel”, 52. Audiológiai Vándorgyűlés, 2015

## 12 Az értekezés alapjául szolgáló saját közlemények együttes impakt faktora

**4,635**

## 13 Az értekezés alapjául szolgáló közlő folyóiratok összesített impakt faktora

**4,635**

## 14 Új tudományos eredmények

1. A lézertechnikát és a NiTiBOND pisztont elsőként együttesen alkalmazva megbízható, és kitűnő rövidtávú halláseredményekkel kecsegtető stapes sebészeti módszert dolgoztunk ki.
2. Vizsgálatunkban a NiTiBOND protézis a könnyebb intraoperatív kezelhetőségével tűnt ki, alkalmazásával hasonló csont-légrézés záródást értünk el, mint a SMart Nitinol pisztonnal, de a NiTiBOND margaréta alakú feje miatt tovább csökkenhet az incus nekrozis esélye.
3. A különleges stapes sebészeti esetek megoldási módszereinek bemutatásával magyar szakirodalomban elsőként számoltunk „power stapes” műtét végzéséről, sikeres szimultán végzett bilaterális stapedotomiáról, a „loose wire” szindróma megoldásáról, a stapes talp fölé hajló nervus facialis esetén végzett stapedotomiáról.
4. A sziklacsont CBCT diagnosztikai szerepének bemutatásával új, és hasznos képalkotó módszert mutattunk be a hisztológiailag aktív fenesztrális otosclerosis műtét előtti értékelésében.
5. A HRCT sziklacsont képalkotásában betöltött diagnosztikai szerepének bemutatásával elsőként választandó képalkotó módszert mutattunk be, mellyel a különböző stapes fixációk preoperatív értékelése és a betegség kiterjedése jól demonstrálható.

## 15 Köszönetnyilvánítás

Köszönöm témavezetőimnek, Dr. Gerlinger Imre professzor úrnak és Dr. Karosi Tamás tanár úrnak a segítségét és ösztönzését a munkám elkészülése érdekében.

Köszönöm a családom és a párom támogatását, mellyel a biztos hátteret adták.

Köszönöm Dr. Csomor Péter munkáját a hisztológiai metszetek értékelésében.

Köszönöm Dr. Berényi Károlynak és Renaat Coopmannak a statisztikai kitértékelésben nyújtott segítségét.