

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Michaela Matějková

**Vestibulární funkce u pacientů po
kochleární implantaci**

diplomová práce

Praha 2022

Autor práce: Bc. Michaela Matějková

Vedoucí práce: doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Sára Koutná

Rok obhajoby: 2022

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

MATĚJKOVÁ, Michaela. Vestibulární funkce u pacientů po kochleární implantaci. Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2022, 81 s. Vedoucí diplomové práce doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

ABSTRAKT

Ztráta sluchu je nejčastějším smyslovým postižením. Více než 5 % světové populace trpí invalidizující ztrátou sluchu, která postihuje přibližně jednu třetinu osob starších 65 let. V těch případech, kdy naslouchadla nejsou dostatečným řešením těchto potíží, je standardním postupem léčby kochleární implantace. Ta, alespoň zčásti, nahrazuje funkci vláskových buněk, které již nejsou schopny stimulovat primární sluchové neurony. V souvislosti s kochleární implantací však existují obavy týkající se potenciálního rizika poškození funkce vestibulárního aparátu i vzniku či zhoršení nevestibulárních problémů jako je tinnitus, závrať a poruchy orofaciální oblasti.

Cíle: Teoretické shrnutí zásadních informací k vestibulárnímu systému a kochleární implantaci a hodnocení vestibulárních i nevestibulárních funkcí po kochleární implantaci a vlivu případných abnormit na kvalitu života pacientů.

Metodika: Do výzkumu bylo zařazeno 20 osob ve věku 28–64 let, které byly minimálně 6 měsíců po kochleární implantaci. Všechny tyto osoby absolvovaly vyšetření subjektivní zrakové vertikály, statickou posturografii a vyplnily pět dotazníků – *Dizziness Handicap Inventory*, *Tinnitus Handicap Inventory*, *Facial Disability Index*, *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression Inventory*. Celkové i dílčí výsledky z vyšetření statické posturografie byly porovnány s kontrolní skupinou zdravých jedinců a vyšetření subjektivní zrakové vertikály bylo hodnoceno vůči normativnímu údaji $\pm 2^\circ$. Dotazníky byly hodnoceny podle uvedených *cut-off* skóre a následně byly podrobeny korelační analýze.

Výsledky: Průměrná hodnota parametru *Sway Path Total* při podmínce paralelního stoje se zavřenými očima na měkké podložce byla pro skupinu po kochleární implantaci 1 782 mm, pro kontrolní skupinu zdravých jedinců 1 356 mm. Do normativních hodnot odchylky od subjektivní zrakové vertikály pro zdravé jedince se nevešlo 10 % probandů. U 20 % uživatelů kochleárního implantátu byl zjištěn mírně až středně

závažný tinnitus, u 20 % mírná deprese, u 14 % mírná až střední úzkost a u 7 % pacientů byla zjištěna středně závažná závrať. Byly zjištěny statisticky významné korelace mezi škálou *Dizziness Handicap Inventory* a škálami *Beck's Anxiety Inventory* (0,837; $p=0,01$) a *Beck's Depression Inventory* (0,666; $p=0,01$), mezi škálami *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Depression Inventory* (0,548; $p=0,05$) a mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou škály *Facial Disability Index* (-0,756; $p=0,01$).

Závěr: Ve statické posturografii nebyly objeveny statisticky významné odchylky funkce vnitřního ucha pacientů od zdravé populace. U 10 % probandů byla při vyšetření subjektivní zrakové vertikály nalezena abnormita funkce vnitřního ucha. U části pacientů byla přítomna porucha nevestibulárního charakteru ve smyslu tinnitu, závratí nebo poruchy orofaciálních funkcí mající vliv na kvalitu jejich života. Existuje významná korelace mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou škály *Facial Disability Index*, která naznačuje možnou souvislost mezi výskytem tinnitu a poruchami v orofaciální oblasti.

klíčová slova: vestibulární funkce, kochleární implantace, posturální stabilita, statická posturografie, subjektivní zraková vertikála, tinnitus, závrať, orofaciální funkce, úzkost, deprese, kvalita života

BIBLIOGRAPHICAL RECORD

MATĚJKOVÁ, Michaela. Vestibular Function in Cochlear Implant Patients. Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2022, 81 p. Supervisor doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

ABSTRACT

Hearing loss is the most common sensory impairment. More than 5 % of the world's population suffers from disabling hearing loss, which affects approximately one third of people over the age of 65. In those cases where hearing aids are not a sufficient solution to these difficulties, cochlear implantation is the standard treatment. It replaces, at least in part, the function of the hair cells that are no longer able to stimulate the primary auditory neurons. However, there are concerns about the potential risk of impaired vestibular function and the development or worsening of non-vestibular problems such as tinnitus, vertigo and orofacial disorders.

Aims: To provide a theoretical summary of fundamental information on the vestibular system and cochlear implantation and to assess vestibular and non-vestibular function after cochlear implantation and the impact of any abnormalities on patients' quality of life.

Methods: All of the participants underwent subjective visual vertical examination, platform posturography and completed five questionnaires – *Dizziness Handicap Inventory*, *Tinnitus Handicap Inventory*, *Facial Disability Index*, *Beck's Anxiety Inventory* and *Beck's Depression Inventory*. Overall and partial results from platform posturography examinations were compared with a control group of healthy individuals, and subjective visual vertical examination was assessed against a normative of $\pm 2^\circ$. The questionnaires were scored according to the cut-off scores indicated and were then subject to a correlation analysis.

Results: The normative values of deviation from the subjective visual vertical for healthy subjects were not met by 10 % of patients. Mild to moderate tinnitus, mild depression, mild to moderate anxiety, and moderate vertigo were found in 20 %, 14 %, and 7 % of cochlear implant users, respectively. Statistically significant correlations were found between *Dizziness Handicap Inventory* and *Beck's Anxiety Inventory* (0.837;

p=0.01) and *Beck's Depression Inventory* (0.666; p=0.01), between *Tinnitus Handicap Inventory* and *Beck's Depression Inventory* (0.548; p=0.05), and between *Tinnitus Handicap Inventory* and the functional component of the *Facial Disability Index* (-0.756; p=0.01).

Conclusion: Platform posturography did not reveal any statistically significant deviations in inner ear function in patients, compared to the general population. In 10 % of patients, an abnormality of inner ear function was found in the subjective visual vertical examination. Some patients had non-vestibular disorders such as tinnitus, dizziness or facial disability affecting their quality of life. There was a significant correlation between *Tinnitus Handicap Inventory* and the functional component of the *Facial Disability Index*, suggesting a possible correlation between the occurrence of tinnitus and facial disability.

key words: vestibular function, cochlear implantation, postural stability, platform posturography, subjective visual vertical, tinnitus, vertigo, orofacial function, anxiety, depression, quality of life

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením doc. PhDr. Ondřeje Čakrta, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 12. srpna 2022

Michaela Matějková

Děkuji doc. PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D., za vedení, trpělivost a cenné připomínky. Za čas a poskytnutí cenných rad děkuji rovněž Mgr. Sáře Koutné, jejímž postgraduálním výzkumným projektem bylo zaštitěno získávání dat pacientů ze statické posturografie a vyšetření subjektivní zrakové vertikály. Rodině a přátelům děkuji za podporu při psaní.

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	11
ÚVOD	12
1 VESTIBULÁRNÍ APARÁT A JEHO FUNKCE	13
1.1 Anatomie	13
1.2 Fyziologie a patofyziologie sluchu	14
1.3 Fyziologie a patofyziologie vestibulárních funkcí	18
2 KOCHLEÁRNÍ IMPLANTACE	21
2.1 Stručný vývoj	21
2.2 Kochleární implantace	23
3 PROBLÉMY SPOJENÉ S KOCHLEÁRNÍ IMPLANTACÍ	24
4 VLASTNÍ VÝZKUM	28
4.1 Výchozí předpoklady	29
4.2 Metodika	29
4.2.1 Charakteristika vyšetřovaného souboru	30
4.2.2 Statistická analýza	30
4.2.3 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály	31
4.2.4 Statická posturografie	32
4.2.5 Dotazníkové šetření	34
4.2.5.1 Dizziness Handicap Inventory (DHI)	35
4.2.5.2 Tinnitus Handicap Inventory (THI)	35
4.2.5.3 Facial Disability Index (FDI)	36
4.2.5.4 Beck's Anxiety Inventory (BAI; Beckova škála úzkosti)	36
4.2.5.5 Beck's Depression Inventory (BDI-II; Beckova škála deprese)	37

4.3 Výsledky	37
4.3.1 Demografické údaje	37
4.3.2 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály	40
4.3.3 Statická posturografie	42
4.3.4 Dotazníkové šetření	44
5 DISKUZE	54
5.1 Statická posturografie	54
5.2 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály	55
5.3 Vliv na kvalitu života	57
5.4 Obecné závěry	61
ZÁVĚR	63
REFERENČNÍ SEZNAM	66
SEZNAM GRAFŮ	79
SEZNAM TABULEK	80
SEZNAM PŘÍLOH	80
PŘÍLOHY	81

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BAI	Beck's Anxiety Inventory (Beckova škála úzkosti)
BDI-II	Beck's Depression Inventory (Beckova škála deprese)
CDP	computerized dynamic platform posturography (dynamická posturografie)
CSP	computerized static platform posturography (statická posturografie)
CT	computed tomography (výpočetní tomografie)
DHI	Dizziness Handicap Inventory
FDI	Facial Disability Index
HIT	Head Impulse Test
KI	kochleární implantace; kochleární implantát
m.	musculus
mCTSIB	Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance
n.	nervus
oVEMP	ocular vestibular evoked myogenic potentials (okulární vestibulární evokované myogenní potenciály)
SZV	subjektivní zraková vertikála (také SVV subjective visual vertical)
THI	Tinnitus Handicap Inventory
VEMP	vestibular evoked myogenic potentials (vestibulární evokované myogenní potenciály)
VOR	vestibulookulární reflex
VSR	vestibulospinální reflex

ÚVOD

Ztráta sluchu je nejčastějším smyslovým postižením. Více než 5 % světové populace¹ trpí invalidizující ztrátou sluchu,² která postihuje přibližně jednu třetinu osob starších 65 let. V těch případech, kdy naslouchadla nejsou dostatečným řešením tohoto smyslového postižení, je standardním postupem léčby kochleární implantace (KI). Ta, alespoň částečně, nahrazuje funkci vláskových buněk, které již nejsou v reakci na zvukový podnět schopny stimulovat primární sluchové neurony.

Kochleární implantace s sebou kromě benefitu ve formě získání, resp. opětovného získání sluchu přináší i potenciální rizika, a to mj. i rizika v podobě narušení funkce vestibulárního systému či poruchy v orofaciální oblasti. Porozumění tomu, jak tato poškození vznikají, u kterých pacientů, v jakém horizontu dochází k jejich úpravě a mají-li vliv na kvalitu života pacientů, je v posledních letech předmětem celé řady zkoumání. Vzhledem ke stále častější oboustranné implantaci se otázka vlivu na vestibulární aparát i nevestibulární funkce jeví o to důležitější.

V klinické praxi je široce akceptovaný názor, že kochleární implantace jen zřídka vyústí v postoperační vestibulární či nevestibulární symptomatiku v podobě závratí, poruchy rovnováhy nebo poruchy v orofaciální oblasti s tím, že se obvykle jedná pouze o přechodný nález, u něhož následně zpravidla dojde ke spontánní úpravě.

Tato práce si klade za cíl přiblížit problematiku kochleární implantace přes anatomii a fyziologii vnitřního ucha, historii i moderní podobu implantací a problémy s ní spojenými. V druhé výzkumné části se pak práce zabývá vlivem kochleární implantace na vestibulární funkce skrze komparaci výsledků statické posturografie a vyšetření subjektivní zrakové vertikály dvaceti osob s kochleárním implantátem se zdravou populací a zabývá se i tím, zda má případná abnormita nevestibulárních funkcí vliv na životní spokojenost příjemců implantátu pomocí hodnocení série pěti dotazníků.

¹ Dle WHO 2021.

² Invalidizující ztráta sluchu je taková, při které je ztráta větší než 35 decibelů v lépe slyšícím uchu.

1 VESTIBULÁRNÍ APARÁT A JEHO FUNKCE

1.1 Anatomie

Sluchové ústrojí se vývojově, anatomicky i funkčně dělí na tři části, a to ucho zevní, střední a vnitřní (*auris interna*).

K zevnímu uchu patří boltec (*auricula*), zevní zvukovod (*meatus acusticus externus*), a bubínek (*membrana tympani*).

Ke střednímu uchu pak středoušní dutina (*cavitas tympani*), ve které se nachází sluchové kůstky – kladívko (*malleus*), kovádlínka (*incus*), a třmínek (*stapes*). Středouší komunikuje s nosohltanem pomocí Eustachovy trubice.

Vnitřní ucho obsahuje labyrint kostěný (*labyrinthus osseus*), uložený v kosti skalní (*os petrosum*), uvnitř kterého se nachází labyrint blanitý (*labyrinthus membranaceus*). Labyrint se skládá ze dvou částí, a to z části sluchové (*pars cochlearis*), představovanou hlemýžděm, a z části rovnovážné (*pars vestibularis*), kterou tvoří tři polokruhovitě kanálky (*canales semicirculares*), a dva útvary, sáček a váček (*sacculus a utriculus*).³

K vestibulu je z jedné strany připojen hlemýžď, jenž má přesně dva a půl závitů kolem středové osy zvané *modiolus*, od které vybíhá do dutiny hlemýždě kostěná lišta, která jej rozděluje na etáž horní (*scala vestibuli*) a etáž dolní (*scala tympani*). Bázi lišty pak probíhají kanálky pro vlákna sluchového nervu. Z druhé strany jsou k vestibulu připojeny tři polokruhovitě kanálky, které jsou na sebe vzájemně kolmé. *Canalis semicircularis anterior* je orientován kolmo na dlouhou osu pyramidy, souběžně s ní je uložen *canalis semicircularis posterior* a *canalis semicircularis lateralis* leží k pyramidě horizontálně.

Kostěný labyrint vnitřního ucha je vyplněn perilymfou o stejném složení jako mozkomíšní mok, blanitý labyrint pak endolymfou, kterou sám produkuje a která je složením podobná intracelulární tekutině. Obě tekutiny, perilymfa i endolymfa, slouží k přenosu mechanického vlnění ze středoušních kůstek na sluchové receptory. Do oválného okénka (*fenestra vestibuli*), jednoho ze dvou otvorů, kterým *vestibulum*

³ NAŇKA a ELIŠKOVÁ 2015

komunikuje se středoušní dutinou, zapadá třmínek, a přenáší tak vlnění na perilymfu. Druhým otvorem je okénko okrouhlé (*fenestra cochleae*), které je uzavřeno tenkou blankou (*membrana tympani secundaria*), jejíž funkcí je vyrovnávání objemových změn perilymfy.

Blanitý labyrint je uložený uvnitř kostěného labyrintu a skládá se ze dvou částí – *pars statica* a *pars auditiva*. *Pars auditiva* neboli sluchová část a její blanitý hlemýžď (*ductus cochlearis*), začíná slepě ve vestibulu a okolní perilymfatický prostor rozděluje na *scalae tympani* a *scalae vestibuli*, které spolu komunikují ve vrcholu hlemýžďe otvorem zvaným helicotrema. Prostor, který blanitý hlemýžď zaujímá na průřezu, se nazývá *scalae mediae* a na jeho *membrana basilaris* je uložen vlastní receptor sluchu – Cortiho orgán. Ten se skládá z vláskových buněk, které jsou opatřeny stereociliemi a jejichž povrch je pokryt rosolovitou *membrana tectoria*.⁴

1.2 Fyziologie a patofyziologie sluchu

Mechanické vlnění, tedy zvuk, je zachytáváno boltcem a rozkmitává bubínek. Bubínek je pomocí *m. tensor tympani* vtahován do středouší, což dovoluje, aby zvukové vibrace zachycené kdekoliv na jeho povrchu byly přeneseny na sluchové kůstky a přes tlak třmínku do *fenestra vestibuli*, které se vyboulí dovnitř, se přenáší na kochleární tekutinu na druhé straně okénka. Bazilární membrána obsahuje bazilární vlákna, která vystupují z kostěného středu hlemýžďe směrem ven. Jejich délka se prodlužuje ve směru k apexu kochley, průměr těchto vláken se ve stejném směru zmenšuje, přičemž výsledkem je, že tuhá krátká vlákna poblíž *fenestra vestibuli* nejlépe reagují na vysoké frekvence a dlouhá ohebná u vrcholu kochley na frekvence nízké.

Každá vlna je na začátku relativně slabá. K jejímu zesílení dochází v té části membrány, jejíž přirozená rezonanční frekvence je rovna frekvenci zvuku. Vibrace membrány pak energii vlny pohltí, vlnu o vysoké frekvenci po ujití krátké vzdálenosti podél membrány, vlnu o nízké frekvenci po ujití vzdálenosti dlouhé. Vlna zároveň na počátku cestuje vysokou rychlostí, i tato rychlost se ale, vlivem elasticity bazilární membrány, zpomaluje tím, jak vlna proniká hlouběji do kochley. Oba tyto mechanismy

⁴ NAŇKA a ELIŠKOVÁ 2015; GUYTON a HALL 2011; BARRETT et al. 2012; DRAKE et al. 2009.

slouží k rozprostření vln po délce membrány a k usnadnění rozlišení jednotlivých frekvencí zvuku od sebe.

Cortiho orgán je orgán receptorový, který na základě vibrací bazilární membrány, na jejímž povrchu leží, generuje nervové impulsy. Vlastními senzory Cortiho orgánu jsou dva typy specializovaných nervových buněk — jedna řada vnitřních a tři řady vnějších (a v průměru menších) vláskových buněk. Z hlediska rozměrů vláska, stereocilie, kterých má jedna vlásková buňka okolo sta, jsou podobné vláskovým buňkám které můžeme nalézt ve vestibulárním aparátu. Jejich velikost se zvětšuje směrem od modiolu. Jejich ohyb směrem k těm delším způsobuje, že kratší stereocilie jsou taženy od povrchu vláskové buňky, čímž dochází ke spuštění procesu mechanické transdukce, při kterém se otevrou kanály vedoucí kationty a do stereocilií se vyplaví kladně nabitě ionty draslíku, které způsobí depolarizaci membrány vláskových buněk,⁵ ohyb opačným směrem hyperpolarizaci. To vyvolá excitaci zakončení sluchového nervu, se kterým tvoří vláskové buňky synapse.⁶ Vlákná sluchového nervu následně pokračují do modiolu, kde se nachází *ganglion spirale cochleae*.

Ganglion spirale cochleae představuje první neuron sluchové dráhy, který vysílá své axony do *n. cochlearis*. V oblasti mostomozečkového úhlu vstupuje do mozkového kmene a končí v kochleárních jádrech⁷ na rozhraní *medulla oblongata* a *pons Varoli*. Druhé neurony sluchové dráhy vycházející z kochleárních jader vytváří tři svazky — *corpus trapezoideum*, *stria acustica intermedia* a *stria acustica dorsalis*. Ty kříží střední čáru a v kontralaterální části mozkového kmene vzniká jejich spojením *lemniscus*

⁵ Perilymfa, nacházející se ve *scala vestibuli* a *scala tympani*, které přímo komunikují se subarachnoideálním prostorem, je tekutina podobná mozkomíšnímu moku. Naproti tomu endolymfa, nacházející se ve *scala media*, vykazuje vysoké koncentrace draslíku a nízké koncentrace sodíku, tj. opačný poměr, než jaký obsahuje perilymfa. Endolymfa tak vykazuje pozitivní elektrický náboj, zatímco perilymfa negativní. Elektrický potenciál mezi nimi je asi +80 milivoltů. Tento fenomén se nazývá endokochleární potenciál a jeho význam spočívá v tom, že vršky vláskových buněk, které jsou ponořeny do endolymfy, mají vůči endolymfě náboj -150 milivoltů (narozdíl od spodních částí, které jsou ponořeny do perilymfy a mají vůči ní intracelulární náboj -70 milivoltů). Tento vysoký náboj zvyšuje citlivost stereocilie čímž narůstá její schopnost zachytit sebemenší zvuk.

⁶ Na těchto synapsích se z přibližně 90 % podílí vláskové buňky vnitřní, přestože těch vnějších je z kvantitativního hlediska třikrát až čtyřikrát tolik. Pokud ovšem dojde k poškození vnějších vláskových buněk při současném zachování těch vnitřních, dochází k výrazné ztrátě sluchu. Pravděpodobně vysvětlení je takové, že vnější vláskové buňky kontrolují senzitivitu vnitřních vláskových buněk k různým výškám tónů a svým způsobem je tedy „ladí“.

⁷ Jedná se o *nucleus cochlearis ventralis* a *dorsalis*.

lateralis končící v mesencefalu, v *colliculi inferiores*. Třetí neurony, vycházející z *colliculi inferiores*, končí v *corpus geniculatum mediale* thalamu a odtud začínající čtvrté neurony, tvořící *tractus geniculocorticalis*, končí v primární sluchové kůře, jejíž lokalizace je v *gyrus temporalis superior*. Sluchová asociační kůra má pak schopnost asociace zvukových frekvencí mezi sebou a přiřazování určitých zvukových informací k informacím z dalších senzoričkových oblastí kůry.⁸

Již bylo řečeno výše, že zvuky o nízkých frekvencích maximálně aktivují bazilární membránu při apexu kochley a vysoké frekvence u její báze. Kromě toho mají nervová vlákna v průběhu celé zvukové dráhy prostorovou organizaci, tedy specifické frekvence aktivují určité části sluchových center kůry mozkové. Znamená to tedy, že k detekci konkrétních frekvencí využívá nervový systém to, jaká místa *membrana basilaris* jsou aktivována nejvíce.⁹ Všechny frekvence pod 200 Hz jsou ale detekovány distálním koncem bazilární membrány, a jejich diskriminace tak s vysokou pravděpodobností probíhá na principu salvy nervových impulsů o stejné frekvenci, které jsou pomocí *n. cochlearis* převáděny do kochleárních jader, která mají schopnost rozpoznat frekvenci té které salvy.¹⁰

Hlasitost zvuku je sluchovým aparátem determinována hned několika způsoby. Prvním způsobem je, že hlasitější zvuk má vyšší amplitudu vlnění a bazilární membrána i vláskové buňky tudíž více vibrují s tím, že nervová zakončení jsou častěji excitována. Vyšší amplituda vibrací vláskových buněk způsobuje zapojení více vláskových buněk a tím také prostorovou sumaci impulsů, které tyto buňky vysílají do nervového systému. Dalším způsobem, jakým je vyšší hlasitost zvuku identifikována, je zvýšená stimulace vnějších vláskových buněk, ke které dochází teprve až při vysokých intenzitách vibrací bazilární membrány.

Schopnost určení toho, odkud zvuk přichází, závisí v horizontálním směru na časovém posunu mezi tím, kdy zvuk dosáhne jednoho sluchového aparátu a tím, kdy dosáhne aparátu druhého, a na rozdílu mezi intenzitami zvuku tak, jak jej vnímá

⁸ Oblast asociační sluchové kůry se částečně překrývá se somatosenzoričkovou oblastí II.

⁹ V anglosaském prostředí je tento jev znám pod termínem *place principle*.

¹⁰ Tomuto závěru napovídá fakt, že destrukce horní části hlemýždě, v níž jsou nízké frekvence za normálních okolností detekovány, neeliminuje kompletně schopnost diskriminace zvuku o nižších frekvencích.

který z aparátů. První mechanismus se uplatňuje především u zvuků o frekvenci pod 3000 Hz a je také přesnější, druhý u frekvencí vyšších. Zda zvuk přichází zepředu, zezadu, shora či zdola určuje především ušní boltec. Jeho tvar mění parametry zvukové vlny (dochází ke zvýraznění některých frekvencí) v závislosti na tom, ze kterého směru přicházejí.

Kompletní bilaterální resekce sluchové kůry nezpůsobuje neschopnost detekce zvukových podnětů ani reakce na ně. Razantně ale redukuje schopnost diskriminace výšky daného tónu a především rozpoznání zvukového vzoru coby určité sekvence za sebou jdoucích tónů. Oboustranná destrukce primárních sluchových kůr významně redukuje citlivost sluchu, zničení jedné má za následek částečnou redukci schopnosti slyšet kontralaterálním sluchovým aparátem a především ovlivňuje schopnost lokalizovat zdroj zvuku a to, ze kterého směru tento zvuk přichází. Léze asociačních oblastí pak ovlivňují především schopnost interpretovat význam slyšeného a iritace *n. cochlearis* nebo Cortiho orgánu způsobuje *tinnitus*, tedy vjem neexistujícího šumění či pískání.

Také při absenci sluchových kůstek a bubínku je slyšení možné, jeho senzitivita je ale o 15 až 20 decibelů nižší a například střední hlasitost hlasu je tak vnímána jako stěžejí postřehnutelné šeptání. Ve středoušní dutině se kromě *m. tensor tympani* nachází také *m. stapedius*, který se upíná na třmínek a vytahuje jej z *fenestra vestibuli*. Oba se při silném zvukovém podnětu reflexně kontrahují, systém sluchových kůstek se stává rigidnějším, přičemž tím dochází ke snížení kondukce, a to především pro zvuky o nižší frekvenci. Tímto způsobem lze snížit intenzitu zvukového přenosu až o 40 decibelů. Oba svaly se uplatňují také při redukci citlivosti člověka na vlastní zvukový projev. Pokud je při obrně *n. facialis* vyřazen *m. stapedius* z funkce, trpí pacient hyperakuzí, tedy přecitlivělostí na hlasité podněty. I vibrace celé lebky, především při přiložení zdroje vibrací na *processus mastoideus*, mohou způsobovat vibrace tekutiny uvnitř hlemýždě, a člověk tak může slyšet zvuk. Zvuk přenášený vzduchem ale není možné skrze kostní kondukcí slyšet, pokud není zvuk zesílený speciálním elektromechanickým přístrojem, tedy právě kochleárním implantátem.¹¹

¹¹ NAŇKA a ELIŠKOVÁ 2015; GUYTON a HALL 2011; BARRETT et al. 2012.

Ztrátu sluchu můžeme rozlišit na ztrátu způsobenou lézí vlastního sluchového aparátu, sluchového nervu, sluchových drah a sluchových center mozku,¹² a na ztrátu zapříčiněnou poškozením vlastních struktur, které přivádějí zvuk do kochley.¹³ Ztráta sluchu je trvalá, pokud dojde ke zničení kochley či sluchového nervu. K určení příčiny poruchy sluchu se používá audiometr. Skládá se ze sluchátek a ze zdroje tónů o velké škále frekvencí,¹⁴ kdy každá z nich je do sluchátek pouštěna v takové hlasitosti, která je stěží slyšitelná uchem nepoškozeným, tedy 0 decibelů. V případě, kdy pacient zvuk v dané frekvenci neslyší, zvyšuje se jeho hlasitost.

Částečná redukce sluchu se nazývá nedoslýchavost. Výsledný graf se nazývá audiogram. Testuje se také kondukce vzduchem a schopnost percepce vibrací pomocí kostní kondukce, nejčastěji přes *processus mastoideus*. U ztráty sluchu percepčního původu jsou postiženy všechny testované modality, u ztráty kondukční je plně zachována kondukce kostní. Jednostranná hluchota (anglicky *single-sided deafness* neboli SSD) znamená hlubokou percepční nedoslýchavost na jedno ucho s normálním či téměř normálním slyšením na ucho druhé. Charakteristickým pro ni je neschopnost lokalizovat zdroj zvuku a neschopnost rozlišit od sebe zvuky v hlučném prostředí. Smíšená nedoslýchavost vzniká kombinací formy kondukční a percepční.¹⁵

1.3 Fyziologie a patofyziologie vestibulárních funkcí

Pars statica blanitého labyrintu se skládá ze sakulu, utrikulu a tří polokruhovitých kanálků, jež mezi sebou vzájemně svírají úhel 45 stupňů.¹⁶ Utriculus je váček nepravidelného vejčitého tvaru uložený ve vestibulu, ze kterého odstupují do kostěných polokruhovitých kanálků tři *ductus semicirculares*. *Sacculus* je menší a spíše kruhovitý tvar. Vnitřek obou váčků a všech kanálků je vystlán jednovrstevným

¹² Souhrnně se jedná o percepční ztrátu sluchu.

¹³ Tato ztráta sluchu se nazývá kondukční nebo také převodní.

¹⁴ Obvykle se využívá osmi až deseti frekvencí.

¹⁵ GUYTON a HALL 2011; BARRETT et al. 2012; DILLON et al. 2018.

¹⁶ Při třicetistupňovém předklonu hlavy je laterální kanálek téměř horizontálně postavený vůči zemskému povrchu a přední a zadní kanálek svírají vertikálně čtyřicetipětistupňový úhel ve směru anterolaterálním, respektive dorzolaterálním.

epitelem, který je na malém úseku ztluštělý. Jedná se o *maculae staticae utriculi et sacculi* a *cristae staticae* polokruhovitých kanálků.

Povrch každé z makul je pokryt gelatinózní vrstvou, takzvanou otolitovou membránou, v níž se nacházejí malé krystalky uhličitanu vápenatého, statolity.¹⁷ V oblasti makuly se nachází tisíce vláskových buněk, jejichž výběžky – cilie – jsou zanořeny do otolitové membrány. Cilie se dělí na menší stereocilie, jichž má jedna vlásková buňka přibližně padesát až sedmdesát, a jedno větší kinocilium. Při pohybech hlavy statolity¹⁸ mění svou polohu a působí na cilie tahem či tlakem ve směru gravitační síly. Slouží tak k vnímání výchylek hlavy a těla. Při vzpřímeném stojí dráždí statolity horizontálně uloženou makulu utrikulu svým tlakem a svislou makulu sakulu tahem, při změnách polohy hlavy se tah či tlak mění, takže při lehu dráždí statolity tlakem naopak vertikálně uloženou sakulární makulu.

V každé z makul jsou také různě orientované vláskové buňky. Kinocilium se vždy nachází na jedné straně a stereocilie se ve směru od něj progresivně zmenšují, navzájem jsou všechny cilie propojené miniaturními filamenti. Díky tomu jsou při ohybu ve směru ke kinociliu stereocilie vytahovány z buňky ven, čímž se otevřou iontové kanály a z endolymfatické tekutiny se do vláskové buňky vylíjí kationty, které způsobí depolarizaci buněčné membrány. Naopak ohyb stereocilií ve směru od kinocilia iontové kanály zavírá a membrána je hyperpolarizována.

Báze a strany vláskových buněk tvoří synapse s *n. vestibularis* a za klidových podmínek přenáší asi 100 nervových impulsů za sekundu. Při ohybu stereocilií ke kinociliu se frekvence impulsů násobí, s ohybem od kinocilia se snižuje až k nule. Různé orientace makul a vláskových buněk zajišťují, že různé části systému reagují na jiný pohyb hlavy. Vzniká tak pokaždé odlišný excitační vzor, který je posléze interpretován mozkem. Tímto mechanismem je umožněno prostorové vnímání polohy hlavy. Kosterní a okohybné svaly reagují na tyto změny reflexně tak, aby byla zachována rovnováha. Systém je to tak přesný, že je schopný rozeznat i půlstupňovou odchylku od vzpřímené polohy. Kromě statické rovnováhy makuly sakulu a utrikulu detekují také lineární zrychlení. Při prudkém pohybu vpřed naráží statolity setrvačností

¹⁷ Také statokonie nebo otolity.

¹⁸ Statolity mají specifickou gravitační tíhu, která je dvakrát až třikrát větší než jejich okolí.

vzad do cilií, načež je tato informace zpracována centrálním nervovým systémem tak, jako by padal nazad. V reakci na to se člověk nakloní vpřed přesně tak, aby vyrovnal tendenci statolitů k pádu vzad, čímž se nerovnováha systému vrátí do rovnovážné polohy.

Cristae staticae se nachází v rozšířené části každého z polokruhovitých kanálků, tedy v ampule, a jsou kolmé na průběh kanálku. Nad každou kristou se nachází *cupula*, tedy vrstva volné gelatinózní hmoty. Při rotacích hlavy dochází k relativnímu pohybu¹⁹ endolymfy vůči stěně toho kanálku, v jehož rovině se otáčení děje, a tekutina při průtoku ampulou ohýbá cupulu k jedné straně. Do cupuly se promítají cilie vláskových buněk, jež se nachází v *crista ampullaris*. I v tomto případě se kinocilium nachází na jedné straně a pokud se cupula ohýbá na stranu kinocilia, dochází zde opět k depolarizaci membrány vláskových buněk, při ohybu opačným směrem k její hyperpolarizaci.²⁰ Informace o změně rotace hlavy a její rychlosti ve všech třech rovinách se do centrálního nervového systému opět dostávají cestou *n. vestibularis*.

Při rychlých, náhlých či pasivních změnách polohy hlavy by nebyla možná stabilizace obrazu na sítnici, pokud by neexistoval automatický kontrolní mechanismus, který ustaluje pohled očí. Zároveň by nebylo možné rozpoznávat předměty zrakem, aniž by docházelo k dostatečně dlouhé fixaci na předmět, a tím k zisku uspokojivě zřetelného obrazu. Tím kontrolním orgánem jsou polokruhovité kanálky. Signály z nich jsou při rotaci hlavy reflexně přenášeny do vestibulárních jader a skrze *fasciculus longitudinalis medialis* do okohybných jader. Tento reflex se nazývá vestibulookulární (VOR) a oči se jeho vlivem otočí do stejné vzdálenosti protilehlým směrem, než kam byl proveden pohyb hlavy.

Přestože polokruhovité kanálky nemají informace o poloze těla, ale pouze o otáčení hlavy, jejich vliv na rovnováhu těla není zanedbatelný. Při jejich lézi

¹⁹ Z důvodu setrvačnosti zůstává endolymfa stacionární, zatímco se vůči ní pohybuje polokruhovitý kanálek. Tekutina se tak pohybuje relativně vůči kanálku, a to v opačném směru než v jakém dochází k otáčení hlavy.

²⁰ V iniciální fázi rotace se množství vzruchů emitovaných vláskovými buňkami násobí, jak ale rotace pokračuje, navrací se množství impulsů do klidové hladiny, tedy přibližně do hladiny 100 impulsů za sekundu. Důvodem je elasticita cupuly, díky níž se po ohybu pomalu vrací do své výchozí pozice. Při náhlém zastavení rotace dochází, opět díky setrvačnosti, k tomu, že se endolymfa pohybuje proti stojícímu polokruhovému kanálku. *Cupula* se tlakem tekutiny ohne opačným směrem, což způsobí uzavření iontových kanálků. Po návratu cupuly do výchozí pozice se množství nervových impulsů vrací na klidové hodnoty.

se porucha rovnováhy projeví při náročných rychlých pohybech těla, kdy, na rozdíl od makul sakulu a utrikulu, které zjistí, že došlo k vychýlení z rovnováhy, až poté, co k tomuto vychýlení došlo, polokruhovitě kanálky tuto informaci detekují o zlomek sekundy dříve, nežli k ní dojde. Tato skutečnost dává mozku dostatek času k tomu, aby program pohybu upravil. Informace o tom, kde se hlava nachází v kontextu celého těla, zprostředkovávají proprioceptory krku a tyto informace posílají jak do vestibulárních a retikulárních jader, tak do mozečku. Na udržení rovnováhy se kromě vestibulárního aparátu a krčních proprioceptorů podílí proprioceptory z celého těla.

I při kompletní lézi vestibulárního systému a ztrátě většiny proprioceptivních informací je možné k udržování rovnováhy využít zrak. Seběmenší lineární či rotační pohyb těla posouvá obraz na sítnici a tyto informace jsou přenášeny do rovnovážných center. Proto může při bilaterální destrukci vestibulárního aparátu zůstat zachovaná téměř normální schopnost udržení rovnováhy za podmínky otevřených očí a pomalu vykonávaného pohybu, která se ovšem ztrácí při rychlém pohybu nebo při zavřených očích.²¹

2 KOCHLEÁRNÍ IMPLANTACE

2.1 Stručný vývoj

První elektrickou stimulaci vnitřního ucha provedl na konci 18. století A. Volta, když si během provádění experimentu do ucha vsunul dva kovové drátky a zapojil je do zdroje o napětí padesáti voltů. Na začátku 19. století pak J. W. Ritter a F. L. Augustin nezávisle na sobě informovali o závratí vyvolané průchodem elektrického proudu hlavou. J. E. Purkyně v této době popsal pozorování nystagmu a poruchy rovnováhy po stimulaci labyrintu galvanickým proudem.²²

Moderní dějiny stimulace vnitřního ucha za účelem zvukové percepce se začínají psát v roce 1925, kdy radiovní inženýři objevili, že umístěním elektrod do blízkosti ucha je možné produkovat tóny. V návaznosti na to bylo vydáno množství

²¹ NAŇKA a ELIŠKOVÁ 2015; GUYTON a HALL 2011; BARRETT et al. 2012.

²² BUCHMAN et al. 2004; TOH a LUXFORD 2002.

prací zkoumajících vliv různých typů elektrické stimulace středního a vnitřního ucha na zvukovou percepci. Od 40. let 20. století byly prováděny experimenty využívající galvanický proud ke stimulaci přes *processus mastoideus*, při které docházelo k odpovědím na úrovni VOR a VSR, tedy k tonickým úchylkám při nižších hodnotách proudu a k očním pohybům při vyšších. V 60. letech 20. stol. pak začali W. F. House a K. J. Doyle experimentovat s elektrickou stimulací vnitřního ucha pravoúhlými vlnami.²³

V roce 1964 F. B. Simmons, J. E. Epley et al. poprvé implantovali šest elektrod do *scala tympani* v oblasti modiolu poblíž vláken *n. vestibulocochlearis*. Jejich stimulace částečně obnovila schopnost uvědomovat si sluchové vjemy a facilitovala schopnost odezírání ze rtů lépe než sluchové pomůcky. I při těch nejvyšších intenzitách, kdy docházelo i ke stimulaci obličejového nervu, se zde již vestibulární symptomy neobjevovaly. W. F. House byl pak v roce 1972 první, který implantoval první zařízení, se kterým mohl pacient odejít domů a to za využití poznatků z výzkumu biokompatibilních materiálů pro kardiostimulátory. Šestisvodová elektroda byla v tomto případě uzemněna přes bázi třmínku.

Na základě zkoumání F. B. Simmonse se poprvé potvrdil fakt, že stimulace sluchového nervu je možná skrze různé lokality, vestibulum a vnitřní sluchový kanál, ale stimulovat rovnovážný nerv lze pouze pokud jsou elektrody v jeho těsné blízkosti nebo je-li frekvence vlnění pod 20 Hz.

V sedmdesátých letech se C. H. Chouardovi (Francie) a G. M. Clarkovi (Austrálie) nezávisle na sobě podařilo vyvinout první multikanálový přístroj ve snaze vrátit pacientům nejenom sluch, ale také schopnost porozumění řeči díky pokročilejším strategiím kódování řeči.²⁴

Aplikační praxe prošla od této doby značným vývojem, od konfigurace elektrod a elektrodového pole, přes používané přístroje a implantační postupy až po strategie stimulace a zpracování řeči. Kochleární implantace je dnes zavedenou metodou volby v léčbě těžkých percepčních ztrát sluchu.

²³ BUCHMAN et al. 2004; TOH a LUXFORD 2002.

²⁴ BUCHMAN et al. 2004; TOH a LUXFORD 2002.

2.2 Kochleární implantace

Všechny kochleární implantáty mají vnější a vnitřní část. Vnější se skládá z mikrofonu, který zachycuje zvukové vlny z okolního světa a předává je řečovému procesoru. Řečový procesor převádí zvukové vlny na digitální signály. Obě tyto součásti (tj. mikrofon a řečový procesor) se nachází v úrovni ucha. K vnější části náleží vysílač umístěný za uchem. Vysílač zvuková data rozmělní a interpretuje do přibližně dvou desítek kanálů, z nichž každý odpovídá určité frekvenci zvuku. Tyto signály jsou posílány do vlastního kochleárního implantátu (vnitřní části – přijímače), ze kterého vychází variabilní svazek elektrod, který se vybírá z existujících typů podle tvaru kochley a který pak přímo stimuluje sluchový nerv.

Pro implantaci se obvykle, je-li to možné, vybírá ta strana, která je lépe zachovalá nebo kde došlo ke ztrátě sluchu před kratší dobou, případně se volí ucho na straně dominantní ruky, a to z důvodu usnadnění manipulace s přístrojem. Operace je prováděna v celkové anestezii a k zavedení implantátu se využívá transmastooidální přístup. K umístění přijímače je řezem za uchem vytvořen kožní lalok, který musí být dostatečně velký, aby jej celý zakryl. Z důvodu minimalizace tloušťky skalpu nad implantátem se běžně odstraňuje *m. temporalis*, což vede ke zlepšení magnetického propojení mezi vysílačem a přijímačem a ke snížení spotřeby energie přijímačem. V lebce se kraniodorzálně od ušního boltce vytvoří prohlubeň, provede se mastoidektomie a do dutiny se osadí implantát. Během výkonu je prováděno kontinuální monitorování lícního nervu kvůli jeho možnému poranění, *chorda tympani* obvykle zůstává neporušená, neomezuje-li přístup k *fenestra ovale*. Kochleostomie se provádí anteroinferiorně od membrány *fenestra ovale*, v bazální části hlemýždě, a svazek elektrod se opatrně zavede do *scala tympani*, případně se namísto elektrody prostorem po kochleostomii zavádí přímo skrz *fenestra ovale*. Tento způsob ale bývá méně častý. Kochleostomie je nakonec uzavřena zátkou z temporálního svalu a postaurikulární lalok je po vrstvách sešit.²⁵

V posledních letech se začínají rozvíjet miniinvazivní postupy kochleární implantace, jejichž cílem je zlepšit léčebný efekt a snížit riziko komplikací spojených

²⁵ TOH a LUXFORD 2002; Advanced Bionics; MEDel.

se zákrokem. Dochází i k rozvoji operačních postupů, které by usnadňovaly zachování funkce *n. facialis* a *chorda tympani*.²⁶

3 PROBLÉMY SPOJENÉ S KOCHLEÁRNÍ IMPLANTACÍ

Problémy spojené s kochleární implantací lze rozdělit na rizika perioperační, související s vlastním operačním výkonem, a postoperační, spojená s vlastním implantátem.

Komplikace implantačního výkonu nevestibulárního charakteru zahrnují infekce operační rány, únik mozkomíšního moku, vzácně meningitidu. Během procesu otevírání obličejové dutiny hrozí velké potenciální riziko poškození *n. facialis*, který je právě z tohoto důvodu během celé operace pečlivě monitorován. Menší riziko poranění, ale přesto nezanedbatelné, může nastat u *chorda tympani*. K úniku mozkomíšního moku dochází při poranění tvrdé pleny mozkové nebo po kochleostomii v případech, kdy je báze hlemýžďe vrozeně malformovaná a nedostatečně silná. Při nesprávném umístění implantátu pod kůži může dojít také k jeho extruzi. V poslední době je snaha o zavádění takzvaných měkkých operačních technik, které mají vést k minimalizaci traumatu.²⁷

Kochleární implantát a jeho implantace může vestibulární systém mechanicky ovlivňovat třemi způsoby. Buď se jedná o poškození senzoricke funkce labyrintu mechanickým přerušením nervového spojení s centrálním nervovým systémem, o vestibulopatii kolísavého charakteru, tedy o zánět s následkem fibrotizace nebo ztráty vláskových buněk, kdy obě tyto poruchy vznikají perioperačně, nebo se jedná o postimplantační narušení homeostázy tekutiny vnitřního ucha elektrodou kochleárního implantátu. Následkem jsou pak závratě, nystagmus či porucha rovnováhy. Vestibulární symptomatika je v těchto případech nezávislá na tom, zda je přístroj zapnutý či vypnutý, a velmi často se v čase upraví díky procesu kompenzace, substituce a habituace aparátu.

Chirurgický výkon na vnitřním uchu s sebou vždy nese riziko poškození vestibulárního systému, jehož výsledkem je částečná nebo kompletní deaferentace nebo zkraslení aferentních vstupů. Tyto změny náhlé povahy pak mohou vyvolávat závratě,

²⁶ Například YUAN. a DAI 2021; WANG et al. 2013.

²⁷ TOH a LUXFORD 2002; COHEN 1997.

nerovnováhu a poruchy vidění ve smyslu osciopsie, tedy vjemu rozpořybovaného obrazu. Pokud je léze stabilní, skrze kompenzaci dojde k odeznění těchto obtíží. Při procesu kompenzace dochází k obnovení rovnováhy mezi vestibulárními jádry obou stran, čímž se vyrovná asymetrie napětí kosterních a očních svalů, a k rekalibraci vestibulárních reflexů nutných k zajištění oboustranné symetrie VSR a VOR při pohybu těla a hlavy. Vestibulopatie z deaferentace je poměrně snadno diagnostikovatelná na základě příznaků a výsledků testů na vestibulární systém. Oproti tomu fluktuující vestibulopatie v souvislosti s kochleární implantací se identifikuje obtížněji, neboť snížení vestibulární odpovědi nemusí být zjevné.²⁸

V případě nesprávně umístěné kochleostomie existuje potenciál způsobení ruptury bazilární membrány nebo přímého poškození sakulu, sekundárně může dojít ke změnám homeostázy tekutin vnitřního ucha v důsledku vyčerpání perilymfy a endolymfy, jejich úniku a rekonstrukci. Přes limitované možnosti zkoumání bylo prokázáno, že umístění elektrod může způsobit rupturu bazilární membrány, frakturu modiolu nebo kostěné spirální lamely či transekcii *scala media*. Reakce těla na krev ve vnitřním uchu může vyvolat, stejně jako už výše zmíněné léze, zánět, fibrózu nebo endolymfatický hydrops. Kochleární hydrops může pozdně způsobovat záchvaty závratí a může být zapříčiněn jak narušením laterální kochleární stěny a kolapsem sakula, tak i obstrukcí endolymfatického toku v *ductus reuniens*. Dle studií z poslední doby byly při zkoumání pod mikroskopem nalezeny distorze sakulární i utrikulární membrány, fibróza vestibula, novotvorba kosti nebo reaktivní neurom, přičemž tyto histopatologické změny byly pozorované až u poloviny pacientů.²⁹

Efekt výkonu tedy může ovlivnit operační technika. Nabízejí se zde další možné faktory ovlivňující výsledek jako místo zavedení elektrod, jejich délka či rychlost a hloubka zavedení, ale i případný reziduální sluch pacienta nebo délka, po jakou ztráta sluchu u daného pacienta trvala.³⁰

V kontrastu s tímto může patologická elektrická stimulace vestibulárního systému způsobit impulsy vysílané samotným kochleárním implantátem dysfunkci

²⁸ BUCHMAN et al. 2004.

²⁹ TIEN a LINTHICUM 2002.

³⁰ IBRAHIM et al. 2017.

implantátu se všemi výše zmíněnými příznaky. K tomu dochází vlivem změny aferentace, která narušuje rovnováhu ve vestibulárních jádrech, čímž vyvolává odpověď na úrovni VOR a VSR, které jsou pacientem vnímány jako posturální nestabilita nebo závrať, a to v příčinné souvislosti se zapnutím implantátu.³¹

V plně funkčním hlemýždi jsou tisíce vláskových buněk, a slyšící člověk tak může zachytit celou řadu frekvencí. S pouhými dvěma desítkami kanálů (a méně) jsou zvuky přicházející z kochleárního implantátu natolik odlišné, že je často nutné „naučit mozek slyšet“. Dnes používané přístroje umožňují porozumět řeči, diskriminaci nízkých i vysokých tónů hlasu i melodií, některé i připojení k bluetooth zařízením, a většina z nich je, přestože se uvnitř nachází magnet, kompatibilní s přístroji magnetické rezonance. Kanály, které implantát využívá, jsou speciálně navrženy tak, aby selektivně zesilovaly řeč a umožňovaly její co nejlepší interpretaci, ale nedokáží dobře napodobit složitost zvuků reálného světa. Selhávají především v přenosu různých výšek a zabarvení hlasu, proto je obzvláště složité porozumět tónovým jazykům,³² jakým je například čínština, nebo izolovat jednotlivé hlasy mluvící z davu.

Konduktivní a smíšená ztráta sluchu, které často postihují obě strany, i percepční ztráta sluchu způsobují také problémy v oblasti kognitivních, psychologických a sociálních funkcí, zaměstnávání a kvality života.³³ U pacientů s jednostrannou implantací ale s oboustrannou poruchou slyšení se také vyskytují problémy s binaurálním slyšením.³⁴ Vzhledem k tomu, že řeč je především akustický vjem, jsou pro vnímání řeči důležité primárně sluchové procesy. Mnoho studií zabývajících se řečí u osob s kochleárním implantátem je tak založeno na akustické analýze hlasových a výslovnostních proměnných.³⁵ *Hamzavi et al.*,³⁶ referuje o třinácti uživateli kochleárního implantátu, u nichž se v průběhu tří měsíců po implantaci projevilo

³¹ BUCHMAN et al. 2004.

³² POUSOROUGH et al. 2015.

³³ CONTRERA et al. 2016.

³⁴ Jedná se o poslech zvuku vnímaný oběma ušima, poskytuje informace o časových, úrovnových a spektrálních rozdílech mezi zvukovými signály. Díky tomu je možná lokalizace konkrétních zdrojů zvuku a jejich oddělení od šumu a jiných zdrojů. Uplatňuje se například při porozumění řeči v hlučném prostředí nebo při akustické orientaci v nebezpečném prostředí.

³⁵ HORGA a LIKER 2009.

³⁶ HAMZAVI et al. 2000.

významné zlepšení kvality hlasu a výslovnosti, což přičítají vlivu sluchové zpětné vazby na řeč. U 91 % pacientů došlo ke zlepšení porozumění řeči po kochleární implantaci v této studii.³⁷ Především u dětí se dnes prioritně kochleární implantát operuje simultánně bilaterálně v co nejnižším věku a to z toho důvodu, že binaurální slyšení má pozitivní efekt na vývoj jazykových schopností a čím mladší dítě v době implantace je, tím lepší se zdá operační výkon mít efekt na sluchovou percepci a schopnosti komunikace.³⁸ Potvrzuje to i tato studie, ve které dosahovaly implantované děti významně lepších výsledků ve všech parametrech řeči než jejich vrstevníci s naslouchadly.³⁹

Přestože je ztráta sluchu jedním z nejčastějších postižení dospělých osob a její výskyt se zvyšuje s věkem, není dostatečně popsán vzájemný vliv sluchové ztráty, psychiatrických poruch, jako jsou kognitivní poruchy, deprese a úzkosti, a kvality života. Osoby se ztrátou sluchu mají potíže sledovat rozhovor, který se odehrává v hlučném prostředí, což pro ně může být zdrojem frustrace a vést k izolaci a urychlení procesu poklesu kognitivních funkcí, pro které má verbální komunikace velký význam. Například podle anglické studie na téma stárnutí⁴⁰ bylo riziko rozvoje demence až 1,6krát vyšší u osob s těžkou ztrátou sluchu než u osob s normálním sluchem.⁴¹ Částečnou kompenzací tohoto stavu může být schopnost neslyšícího odezírat ze rtů.⁴² Postup poklesu kognitivních funkcí by podle dostupných studií⁴³ mohlo zpomalovat používání naslouchadel či kochleárních implantátů.

Ztráta sluchu je dlouhodobě spojována s depresí. Se sníženým prahem pro nízko-, středo- i vysokofrekvenční zvuky se pojí zvýšená frekvence deprese a

³⁷ BUCHMAN et al. 2020.

³⁸ LIU et al. 2019; DHANASINGH a HOCHMAIR 2021.

³⁹ LIKER et al. 2009.

⁴⁰ DAVIES et al. 2017.

⁴¹ Myši s percepční ztrátou sluchu vykazovaly podle studie (PARK et al. 2018) zvýšený práh sluchové odezvy v mozkovém kmeni a horší výkony v prostorové paměti než kontrolní skupina. V jejich hipokampech byla objevena zvýšená exprese p-tau proteinu a ložiska lipofuscinu.

⁴² BLAZER a TUCCI 2019; SHANKAR et al. 2013.

⁴³ QIAN et al. 2016.

výskyt depresivních příznaků.⁴⁴ Dle *Rutherforda et al.*⁴⁵ je možným mechanismem tohoto vztahu to, že ztráta sluchu může způsobovat sníženou aktivaci sluchových drah. Ta může posléze vést k atrofii frontálního laloku, což poruší exekutivní funkce mozku a sníží kognitivní rezervu a tato emoční dysregulace se projeví větším rizikem deprese. Podobně jako u kognitivní poruchy, i riziko úzkostí je až 1,59krát vyšší u jedinců s těžkou ztrátou sluchu. Neexistují zatím ovšem žádné studie definitivně prokazující kauzální vztah mezi používáním naslouchadel či kochleární implantací a významným zlepšením těchto poruch.

Výskyt vestibulární dysfunkce po kochleární implantaci má dle dostupných studií široký rozptyl na základě toho, jakými metodami byla hodnocena. Nejčastěji jsou to ale postoperační závratě různého charakteru, doby nástupu i délky trvání.⁴⁶ Relativně častě se vyskytující je také jednostranná či bilaterální hypofunkce vestibulárního aparátu, může se objevit i areflexie laterálního kanálku nebo snížení až ztráta funkce otolitového orgánu.⁴⁷

4 VLASTNÍ VÝZKUM

Záměrem praktické části této práce je, s využitím validovaných klinických postupů, kvantifikovat vliv kochleárního implantátu na vestibulární funkce dvaceti osob, které podstoupily kochleární implantaci, a to probíhalo prostřednictvím statické posturografie a vyšetření zrakové vertikály. Úkolem série dotazníků pak bylo komplexně posoudit subjektivní hodnocení nevestibulárních příznaků respondenty a jejich emočního ladění po implantaci.

Za tímto účelem jim bylo k vyplnění předloženo pět dotazníků — *Dizziness Handicap Inventory*, *Tinnitus Handicap Inventory* a *Facial Disability Index*, které hodnotí závažnost závratí, tinnitu a poruch orofaciálních funkcí ve vztahu k běžným denním aktivitám a kvalitě života a *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression*

⁴⁴ BREWSTER et al. 2018.

⁴⁵ RUTHERFORD et al. 2018.

⁴⁶ IBRAHIM et al. 2017.

⁴⁷ KRAUSE et al. 2010.

Inventory, za pomoci kterých lze posoudit intenzitu úzkostí a deprese. Na závěr byla data získaná z těchto škál vzájemně porovnána s cílem zjistit, zda se mezi nimi vyskytují korelace.

4.1 Výchozí předpoklady

Prvním výchozím předpokladem je, že část pacientů bude tři až šest měsíců po kochleární implantaci, tedy již v době zapojeného řečového procesoru, vykazovat abnormity funkce vnitřního ucha ve srovnání se zdravou populací na základě hodnocení statické posturografie.

Druhým výchozím předpokladem je, že u části pacientů bude tři až šest měsíců po kochleární implantaci, tedy již v době zapojeného řečového procesoru, na základě vyšetření subjektivní zrakové vertikály přítomna odchylka funkce vnitřního ucha ve srovnání se zdravou populací.

Třetím výchozím předpokladem je, že přítomnost poruchy nevestibulárního charakteru, tedy tinnitu, závratí nebo poruchy orofaciálních funkcí bude mít vliv na životní spokojenost pacientů po kochleární implantaci, což bude vyhodnoceno na základě série dotazníků a jejich vzájemných korelací.

4.2 Metodika

Studie se zúčastnilo dvacet dospělých osob, u nichž byla mezi lety 2020 a 2021 provedena kochleární implantace na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole. Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas,⁴⁸ opakovaně podstoupili vyšetření rovnováhy metodou statické posturografie (CSP) a subjektivní zrakové vertikály (SZV) a jednorázově vyplnili sérii pěti dotazníků. První vyšetření probíhalo jeden den předoperačně, druhé v první pooperační den, třetí 2 až 3 týdny po operačním výkonu a čtvrté 3 až 6 měsíců po operačním výkonu. Dotazníky byly rozeslány dvaceti

⁴⁸ Viz Příloha 3.

pacientům, kteří v té době měli úspěšně naměřena všechna čtyři vyšetření stabilometrie a SZV a u kterých od kochleární implantace uběhlo nejméně půl roku.

Data z posledního stabilometrického vyšetření byla porovnána s výsledky stejně velké kontrolní skupiny zdravých osob, která byla zvolena na základě údajů o datu narození a pohlaví tak, aby svým složením co nejpřesněji odpovídala skupině pacientů.

4.2.1 Charakteristika vyšetřovaného souboru

Nejstaršímu příjemci kochleárního implantátu bylo 64 let, nejmladšímu 28 let. Ve čtrnácti případech se jednalo o ženu, v šesti případech o muže. V 60 procentech byl výkon proveden na levém uchu a 55 procent sledovaných osob má přístroj implantován bilaterálně. Nejstarší osobě z kontrolní skupiny bylo 70 let, nejmladší 26 let. Poměr mužů a žen je shodný se skupinou pacientů.

Kritériem pro zařazení do skupiny pacientů byla pro stabilometrické vyšetření nepřítomnost onemocnění nosných kloubů končetin, periferního nervového systému nebo dalších onemocnění muskuloskeletálního aparátu a nepřítomnost poruchy zraku, která by bránila zrakové fixaci. Stejná kritéria platila i pro kontrolní skupinu zdravé populace, která navíc nesměla trpět žádným onemocněním spojeným s poruchou rovnováhy. Vzhledem k extenzivním testům,⁴⁹ které kochleární implantaci předcházejí, již nebyli indikovaní pacienti znovu vyšetřováni. Jelikož byly všechny operační výkony provedeny na stejném pracovišti je předpokládána standardizace operační techniky. Osoby ze skupiny příjemců kochleárního implantátu byly zvoleny bez ohledu na etiologii ztráty sluchu či výsledek předoperačních vyšetření vestibulárního aparátu.

4.2.2 Statistická analýza

Co se použitých metod týče, k identifikaci rozložení proměnných byla použita frekvenční analýza a k testování normality proměnných Shapiro-Wilkův test. Na základě výsledků testů byly následně použity parametrické testy (pro normální rozdělení proměnných) nebo neparametrické testy (pro jiné rozdělení proměnných)

⁴⁹ Jedná se o vyšetření ORL včetně audiometrie neurologické vyšetření, vyšetření klinickým logopedem a psychologem, vyšetření rovnovážného ústrojí či CT vyšetření spánkových kostí.

než normální). K testování závislostí numerických proměnných byla použita korelační analýza a k testování asociací mezi ordinálními znaky Spearmanův koeficient pořadové korelace.

Veškerá data byla anonymizována a statisticky zpracována v programu IBM SPSS Statistics.

4.2.3 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály

Subjektivní zraková vertikála (SZV) byla vyšetřována přístrojem *Subjective Visual Vertical* společností *Synapsys*. Jedná se o soubor testů hodnotících schopnost člověka určit u daného objektu, v tomto případě úsečky, v jakém okamžiku je postaven vertikálně a to bez možnosti jeho srovnání s okolním prostředím. Jedná se o relativně snadnou metodu zjištění toho, zda se u vyšetřované osoby nenachází patologie na úrovni otolitového systému, vestibulárních nervů či graviceptivních drah, a jaká je její případná závažnost, neboť u zdravých jedinců je velmi určení SZV velmi přesné, a porucha rovnovážných funkcí se tak projeví nepřesností až nemožností zrakovou vertikálu určit. V případě snížené citlivosti je vnímání vertikály vychýleno oběma směry, za situace celkového posunu je vnímání vertikály konstantně vychýleno do stejné strany.⁵⁰

Testování SZV bylo prováděno pouze u osob s kochleárním implantátem a to celkem čtyřikrát – den před operací, den po operaci, poté 2 až 3 týdny a na závěr 4 až 6 měsíců po operaci. Poslední vyšetření již probíhalo v době, kdy měli pacienti kochleární implantát aktivovaný. Probíhalo vsedě, ve vzpřímení bez korekce, za podmínek statických i dynamických ($\pm 40^\circ/\text{s}$). Testovací úsečka byla promítána na vzdálenou obrazovku, vyloučení optických vlivů okolí bylo zajištěno stínícími brýlemi a korekce osy byla probandy prováděna pomocí dálkového ovladače.

Pro každou situaci bylo provedeno šest až sedm pokusů, z nichž byla vypočítána průměrná hodnota. Z nasbíraných dat byla pro účely této práce využita průměrná hodnota odchylky ze 4. měření za statických podmínek. Ke statistickému porovnání výsledků skupiny osob po kochleární implantaci se zdravou populací byl využit

⁵⁰ OGAWA 2010; PEREIRA et al. 2014.

normativní údaj odchylky zdravých jedinců od gravitační vertikály při statických podmínkách, který je ± 2 stupně.⁵¹

Příloha 1: Ukázka z vyšetření subjektivní zrakové vertikály⁵²



4.2.4 Statická posturografie

Vyšetření rovnováhy probíhalo metodou statické posturografie (SCP) na silové desce *Kistler*. Statická posturografie, známá také jako stabilometrie, je soubor testů, které hodnotí integrační výkonnost vestibulárního aparátu spojenou s udržováním posturální stability, kdy se vestibulární funkce integruje s dalšími smyslovými vstupy (např. zrakem a propriocepcí).⁵³ Je založena na principu měření výchylek souřadnic centra opěrných sil. Byly při ní použity podmínky definované v modifikované verzi testu *Clinical Test of Sensory Interaction in Balance* (mCTSIB).⁵⁴

⁵¹ JANOVIC et al. 2008; AKIN et al. 2020.

⁵² Foto: archiv Mgr. S. Koutné.

⁵³ IBRAHIM et al. 2017.

⁵⁴ COHEN et al. 1993.

Celkem bylo vyšetřováno následujících osm podmínek po třech pokusech ve třicetivteřinových intervalech:

1. Paralelní stoj s otevřenými očima na pevné podložce, zrak fixovaný na předem definovaný bod ve výšce očí.
2. Paralelní stoj se zavřenými očima na pevné podložce.
3. Paralelní stoj s otevřenými očima na pevné podložce, hlava ve dvacetistupňové extenzi, zrak fixovaný na bod definující míru záklonu.
4. Paralelní stoj se zavřenými očima na pevné podložce, hlava ve dvacetistupňové extenzi.
5. Paralelní stoj s otevřenými očima na měkké podložce, zrak fixovaný na předem definovaný bod ve výšce očí.
6. Paralelní stoj se zavřenými očima na měkké podložce.
7. Paralelní stoj s otevřenými očima na měkké podložce, hlava ve dvacetistupňové extenzi, zrak fixovaný na bod definující míru záklonu.
8. Paralelní stoj se zavřenými očima na měkké podložce, hlava ve dvacetistupňové extenzi.

I stabilometrické vyšetření bylo ve skupině osob s kochleárním implantátem provedeno celkem čtyřikrát, a to ve stejných termínech jako měření SZV. Osoby z kontrolní skupiny byly v rámci podmínek změřeny stejným přístrojem jedenkrát.⁵⁵ Na desce stály bez obuvi, přičemž deska i měkká podložka byly opatřeny značkami tak, aby při každém měření stály všechny vyšetřované osoby na stejném místě.

Ze všech získaných dat byly pro účely této práce u jedinců po kochleární implantaci použity průměrné hodnoty tří pokusů *Sway Path Total*⁵⁶ při čtvrtém měření za podmínky paralelního stoje na měkké podložce se zavřenými očima a rukama podél těla a tyto hodnoty u jedinců po kochleární implantaci byly statisticky porovnány s průměrnými hodnotami tří pokusů *Sway Path Total* získaných při měření osob z kontrolní skupiny zdravé populace.

⁵⁵ Mezi rokem 2019 a 2021.

⁵⁶ Jedná se o vzdálenost, kterou celkově urazí *centre of foot pressure* (COP), tedy střed tlaku chodidla, u subjektu, který stojí na silové desce.

Příloha 2: Ukázka z vyšetření statické posturografie⁵⁷



4.2.5 Dotazníkové šetření

Dotazníky byly, jak již bylo uvedeno výše, rozeslány dvaceti osobám, které v té době měly úspěšně naměřeny všechna čtyři vyšetření stabilometrie a SZV a u kterých od kochleární implantace uběhlo nejméně půl roku. Jejich distribuce probíhala elektronickou formou, v patnácti případech byly obdrženy zpět kompletně vyplněné, ve dvou případech došlo k vyplnění pouze prvního dotazníku a ve třech případech nebyl vyplněn žádný.

⁵⁷ Foto: archiv Mgr. S. Koutné.

4.2.5.1 *Dizziness Handicap Inventory* (DHI)

DHI⁵⁸ je škála o 25 položkách vytvořená za účelem evaluace subjektivního vnímání závratěmi způsobeného hendikepu v každodenním životě.

Otázky jsou rozděleny na ty hodnotící funkční, fyzický a emoční vlivy postižení. Otázek na funkční a emoční vlivy je devět, maximální počet bodů je pro každý z nich 36, otázek na fyzické vlivy je sedm s maximálním skóre 28 bodů. Odpověď „ano” je hodnocena 4 body, „někdy” 2 body a „ne” 0 body. Celkové možné skóre je tak 100 bodů.

K vyhodnocení byla použita *cut-off* skóre podle Whitney et al.⁵⁹:

- 0-30 bodů minimální nebo žádný hendikep;
- 31-60 bodů střední míra hendikepu;
- 61-100 bodů těžký hendikep.

4.2.5.2 *Tinnitus Handicap Inventory* (THI)

Škála THI⁶⁰ sestává z 25 položek a jejím účelem je hodnotit subjektivní vnímání hendikepu způsobeného tinnitem při běžných denních aktivitách. Stejně jako v případě DHI i zde je odpověď „ano” hodnocena 4 body, „někdy” 2 body a „ne” 0 body. Celkové možné skóre je 100 bodů.

K hodnocení byla použita *cut-off* skóre podle Zacharia et al.⁶¹:

- 0-16 bodů minimální nebo žádný hendikep;
- 18-36 bodů mírný hendikep;
- 38-56 bodů střední míra hendikepu;
- 58-76 bodů těžký hendikep.

⁵⁸ JACOBSON a NEWMAN 1990.

⁵⁹ WHITNEY et al. 2004.

⁶⁰ NEWTON a JACOBSON 1996.

⁶¹ ZACHARIA et al. 2012.

4.2.5.3 *Facial Disability Index* (FDI)

Škála FDI⁶² sestává z 5 otázek vlivu poruchy orofaciálních funkcí na každodenní fyzické funkce (jako například sycení a mluvení) a 5 otázek na životní styl pacienta v posledním měsíci. Její zahrnutí do souboru má své opodstatnění v tom, že během operačního výkonu kochleární implantace je jednou z možných komplikací poškození *n. facialis*, jak již bylo zmíněno v teoretickém úvodu práce.

Po přepočtu na skóre fyzických funkcí, skóre životního stylu a na skóre celkové byla k vyhodnocení použita *cut-off* skóre podle Pavese et al.⁶³:

- 0 bodů kompletní paralýza obličeje;
- 200 bodů žádné postižení orofaciálních funkcí.

4.2.5.4 *Beck's Anxiety Inventory* (BAI; Beckova škála úzkosti)

BAI⁶⁴ byl sestaven jako sebesposuzovací dotazník vhodný k hodnocení míry úzkostí. Jedná se o jedenadvaceti položkovou škálu s hodnocením 0 až 4 body podle toho, jak daný příznak pacienta v průběhu minulého týdne obtěžoval. Nejnižší možné skóre je tedy 0 bodů, nejvyšší 63 bodů.

K vyhodnocení byla využita *cut-off* skóre podle Gillis et al.⁶⁵:

- 0-7 bodů minimální nebo žádná úzkost;
- 8-15 bodů mírná úzkost;
- 16-25 bodů střední úzkost;
- 26-63 bodů těžká úzkost.

⁶² VANSWEARINGEN a BRACH 1996.

⁶³ PAVESE et al. 2014.

⁶⁴ BECK et al. 1988.

⁶⁵ GILLIS et al. 1995.

4.2.5.5 *Beck's Depression Inventory* (BDI-II; Beckova škála deprese)

BDI-II⁶⁶ se využívá jako sebeposuzovací nástroj k určení intenzity deprese. Skládá se z 21 položek, které hodnotí pocity pacienta v posledních 14 dnech. Každá otázka sestává ze čtyřech možných odpovědí hodnocených na bodové škále 0-4. Celkový maximální počet bodů je 63.

K hodnocení byla po přepočtu použita *cut-off* skóre podle Ptáčka⁶⁷:

0-13 bodů	minimální nebo žádná deprese;
14-19 bodů	mírná deprese;
20-28 bodů	střední deprese;
29-63 bodů	těžká deprese.

4.3 Výsledky

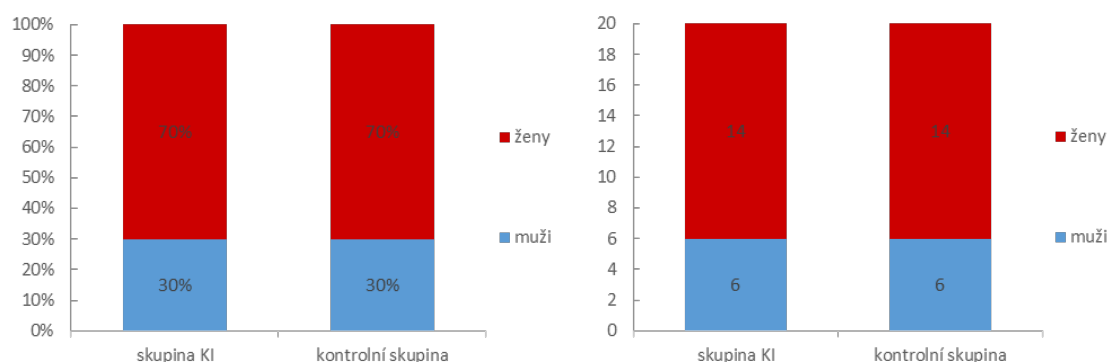
4.3.1 Demografické údaje

Analyzována byla data získaná od celkem dvaceti dospělých osob s kochleárním implantátem a, v případě statické posturografie, také od dvacetičlenné kontrolní skupiny zdravých jedinců. Skupinu příjemců kochleárního implantátu tvoří 20 osob ve věku 28 až 64 let, přičemž průměrný věk 42 let, skupinu zdravých kontrol osoby mezi 26 a 70 lety s průměrným věkem 40 let (viz Graf 2). Mezi oběma skupinami byl shodný poměr mužů a žen, tedy 14 (70 %) žen a 6 (30 %) mužů (viz Graf 1).

⁶⁶ BECK et al. 1996.

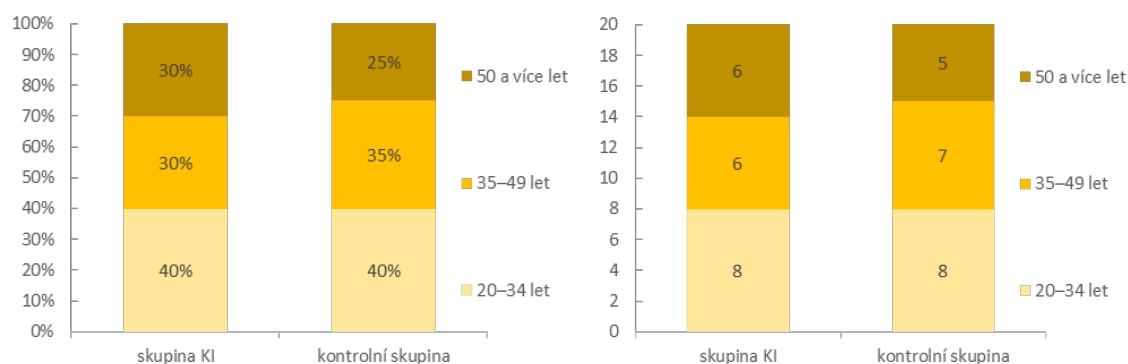
⁶⁷ PTÁČEK et al. 2016.

Graf 1: Rozdělení pohlaví ve skupině po KI a v kontrolní skupině



(n=20/20)

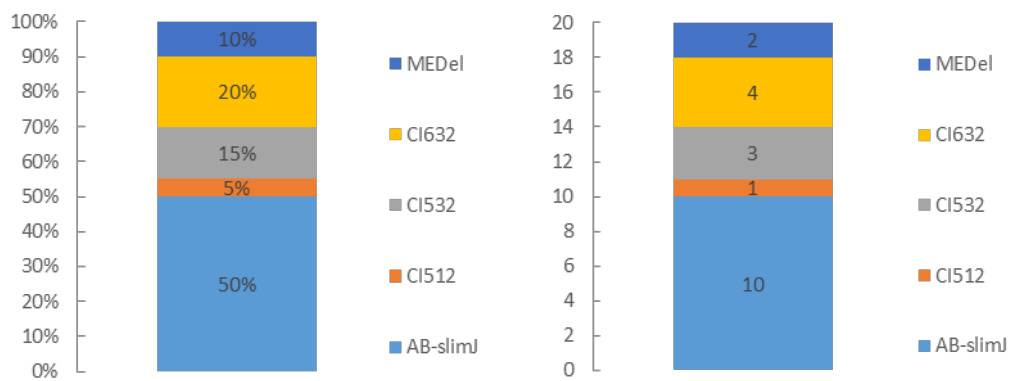
Graf 2: Věkové rozdělení ve skupině po KI a v kontrolní skupině



(n=20/20)

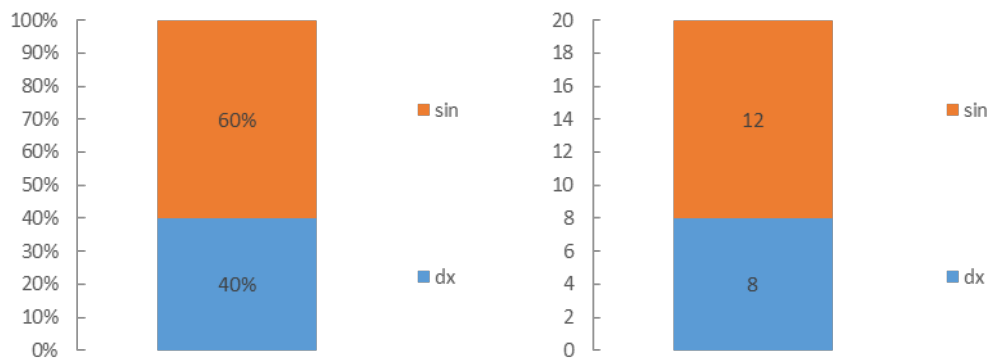
U 12 (60 %) pacientů byl výkon proveden na levém uchu, u zbývajících 8 (40 %) na uchu pravém (viz Graf 4). Jedenáct (55 %) z nich má přístroj implantován bilaterálně (viz Graf 5). Mezi použitými modely kochleárních implantátů u skupiny pacientů dominuje AB-slimJ s 10 (50 %) implantovanými přístroji, následuje CI632 se 4 (20 %), CI532 se 3 (15 %) a MEDel a CI512 se 2 (10 %), respektive 1 (5 %) přístrojem (viz Graf 3). Co se etiologie ztráty sluchu týče, v padesáti procentech se jednalo o idiopatickou progresivní ztrátu sluchu, o těžkou a velmi těžkou vrozenou progresivní sluchovou ztrátu shodně po dvaceti procentech a po pěti procentech o zlomeninu spánkové kosti a o těžkou ztrátu sluchu způsobenou terapií streptomycinem v dětském věku.

Graf 3: Typ použitého kochleárního implantátu



(n=20)

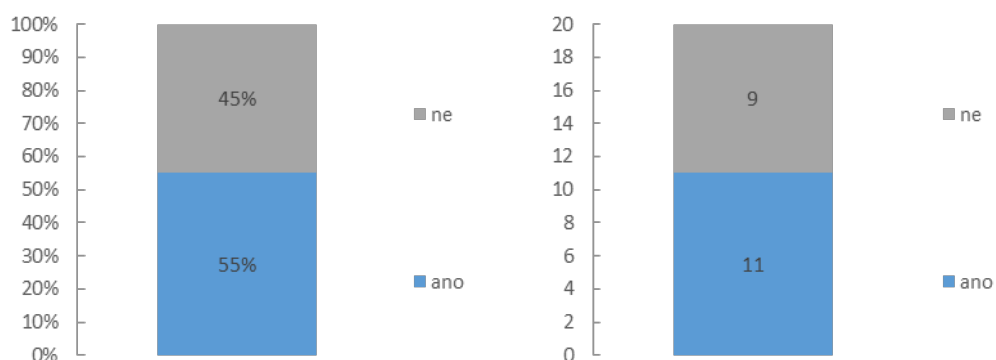
Graf 4: Pozice kochleárního implantátu



Pozn.: sin – vlevo; dx – vpravo.

(n=20)

Graf 5: Přítomnost kochleárního implantátu bilaterálně



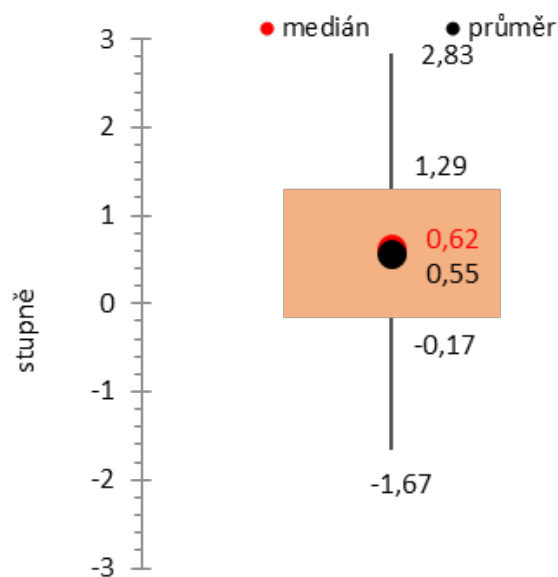
(n=20)

4.3.2 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály

Pro účely této práce byla využita průměrná hodnota odchylky subjektivní zrakové vertikály od vertikály gravitační ze šesti až sedmi pokusů čtvrtého měření (3 až 6 měsíců po implantaci) za statických podmínek. K identifikaci abnormálních hodnot odchylky subjektivní zrakové vertikály byl použit normativní údaj odchylky zdravých jedinců od gravitační vertikály, který je při statických podmínkách ± 2 stupně.

Průměrná hodnota odchylky subjektivní zrakové vertikály byla u pacientů $+0,55^\circ$, medián $+0,62^\circ$ (viz Graf 6). Do normativních hodnot odchylky subjektivní zrakové vertikály pro zdravé jedince se nevešly dvě osoby, tedy 10 % sledovaných osob, a to s odchylkou $+2,17$ a $+2,83$ stupně.

Graf 6: Průměrná odchylka SZV za statických podmínek, 4. měření

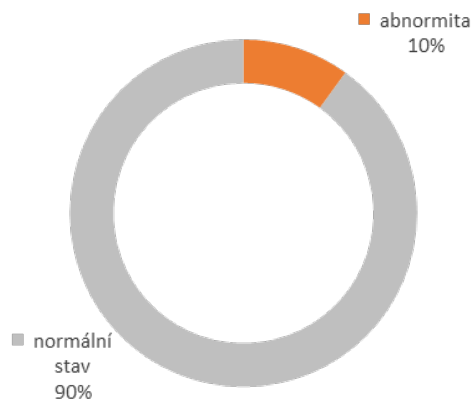


Pozn.: zobrazené údaje jsou v následujícím pořadí: minimum, dolní kvartil, průměr, medián, horní kvartil, maximum.

Pozn.: směrodatná odchylka je 1,06.

(n=20)

Graf 7: Podíl osob s abnormální velikostí odchylky



Pozn.: abnormální velikost odchylky zrakové vertikály je vyšší než $\pm 2^\circ$ od gravitační vertikály.
(n=20)

Tabulka 1: Četnost průměrných odchylek od SZV za statických podmínek, 4. měření

skupina KI	
Průměrná odchylka od SZV	četnost
-1,67	1
-0,83	1
-0,57	1
-0,50	1
-0,17	2
0,00	1
0,29	1
0,50	1
0,57	1
0,67	2
0,83	2
1,17	1
1,33	1
1,50	1
1,57	1
2,17	1
2,83	1

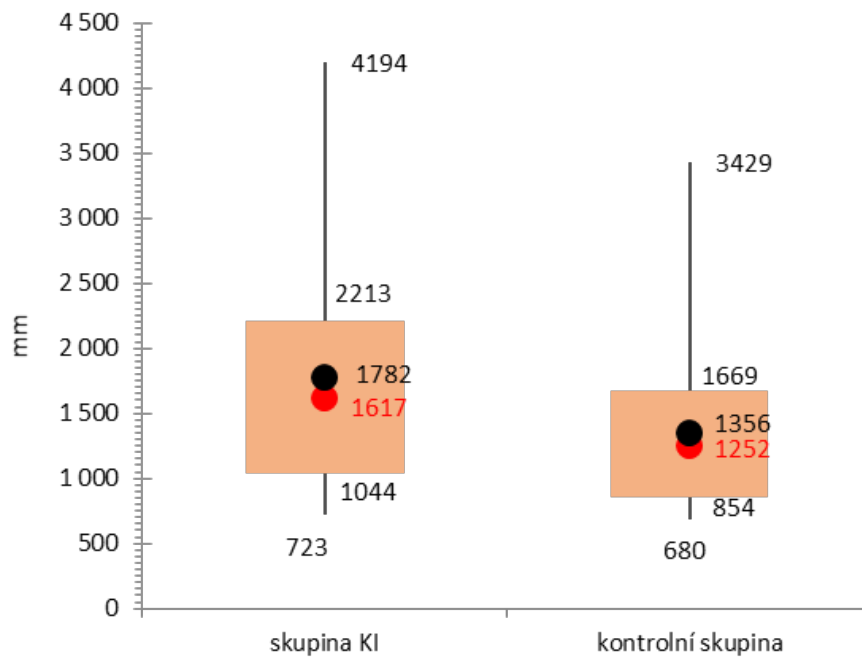
(n=20)

4.3.3 Statická posturografie

Z osmi vyšetřovaných byla k hodnocení vybrána podmínka číslo šest, tedy paralelní stoj se zavřenýma očima na měkké podložce a to vzhledem k tomu, že kombinace měkké podložky a zavřených očí velmi dobře odráží funkční stav vestibulárního aparátu. Průměrné hodnoty tří pokusů *Sway Path Total* (tedy celková vzdálenost, kterou COP urazí za měřených třicet sekund) při čtvrtém měření skupiny pacientů byly porovnány s kontrolní skupinou zdravé populace, u které bylo vyšetření provedeno jednorázově.

Průměrně dosahuje parametr *Sway Path Total* dosahuje ve skupině po kochleární implantaci hodnoty 1 782 mm, medián činí 1 617 mm (viz Graf 8). V kontrolní skupině je pak průměr roven 1 356 mm a medián 1 252 mm. Na základě Shapiro-Wilkova testu normality lze říci, že ani jedna ze skupin nemá normální rozdělení. Z tohoto důvodu byl k testování významnosti diferencí mezi oběma skupinami použit neparametrický Mann-Whitneyův test, který pak významnost difference mezi skupinami na hladině významnosti $p=0,05$ nepotvrdil.

Graf 8: Průměrná hodnota *Sway Path Total* za podmínky č. 6, 4. měření



Pozn.: zobrazené údaje jsou v následujícím pořadí: minimum, dolní kvartil, medián, průměr, horní kvartil, maximum.

Pozn.: směrodatná odchylka je 950 pro skupinu s KI a 651 pro kontrolní skupinu.

Pozn.: Shapiro-Wilkův test normality pro skupinu KI: $W=0,894$, $df=20$, $p=0,032$); pro kontrolní skupinu: $W=0,842$, $df=20$, $p=0,004$.

Pozn.: Mann-Whitneyův test ($U=140,000$, $p=0,105$).

($n=20/20$)

Tabulka 2: Četnost průměrných hodnot *Sway Path Total* za podmínky č. 6, 4. měření

skupina KI		kontrolní skupina	
Sway path – total [mm]	četnost	Sway path – total [mm]	četnost
723	1	680	1
761	1	705	1
843	1	754	1
882	1	838	1
1033	1	843	1
1077	1	887	1
1202	1	962	1
1273	1	1004	1
1387	1	1088	1
1525	1	1170	1
1708	1	1334	1
1745	1	1375	1
1817	1	1383	1
2085	1	1523	1
2112	1	1555	1
2247	1	1707	1
2397	1	1816	1
3118	1	1871	1
3516	1	2191	1
4194	1	3429	1

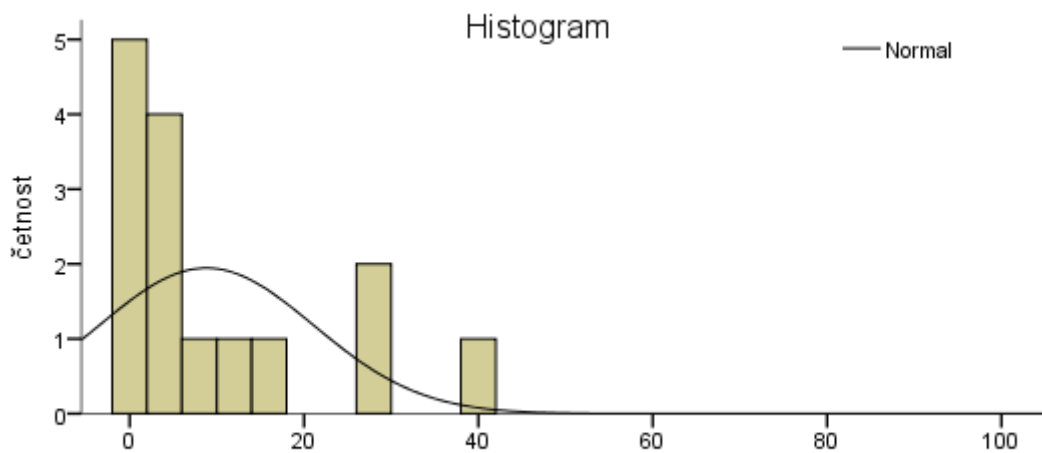
(n=20/20)

4.3.4 Dotazníkové šetření

Ze dvaceti rozeslaných dotazníkových sad bylo respondenty kompletně vyplněno a vráceno patnáct. Ve dvou případech byl vyplněn pouze dotazník *Facial Disability Index*. Kompletní výsledky všech respondentů jsou k nalezení v Příloze 3.

Dizziness Handicap Inventory (DHI) hodnotí subjektivní vnímání hendikepu v každodenním životě zapříčiněného závratěmi. Skóre se pohybuje mezi 0 a 100 body. Na základě *cut-off* skóre podle *Whitney et al.*⁶⁸ 14 (93 %) pacientů šest měsíců od kochleární implantace pocítuje v běžném životě minimální či žádný hendikep spojený se závratěmi. Jeden pacient pak subjektivně hodnotí vliv závratí na svůj každodenní život jako středně závažný (viz Graf 9 a 10).

Graf 9: DHI – četnost celkového skóre

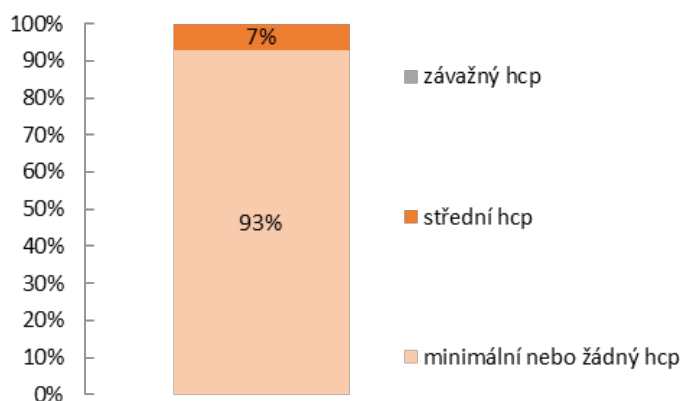


Pozn.: hodnoty škály: 0 žádný hendikep, 100 nejvyšší hendikep.

Pozn.: průměrná hodnota je 8,8; směrodatná odchylka je 12,3; Cronbachovo alfa je 0,934; *inter-item* korelace jsou -0,06 až 0,91; test normality: $W=0,749$, $df=15$, $p=0,001$.

(n=15)

Graf 10: DHI – kategorizace závažnosti hendikepu



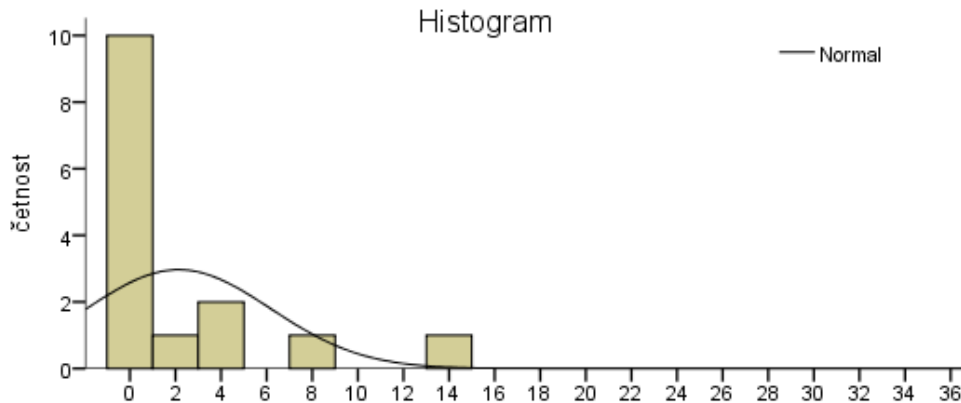
Pozn.: hcp – hendikep.

(n=15)

⁶⁸ WHITNEY et al. 2004.

Emoční složka *Dizziness Handicap Inventory* zkoumá negativní pocity spojené se závratí (viz Graf 11). Pouze jednoho pacienta v běžném životě limitují jeho negativní emoce spojené se závratí. Nejčastěji, ve čtyřech případech, byla kladně zodpovězena otázka, zda pacienta jeho problém se závratí někdy uvedl do rozpaků před jinými lidmi.

Graf 11: DHI – četnost hodnocení emoční složky



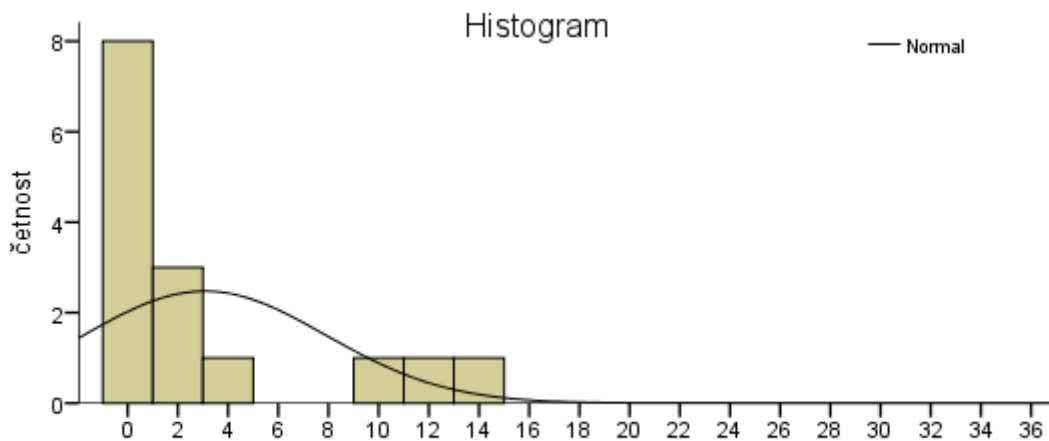
Pozn.: hodnoty škály: 0 žádné problémy, 36 velké problémy.

Pozn.: průměrná hodnota je 2,1; směrodatná odchylka je 4,03; Cronbachovo alfa je 0,817; *inter-item* korelace je 0,00 až 0,88; test normality: $W=0,619$, $df=15$, $p=0,000$.

($n=15$)

Při pohledu na funkční složku *Dizziness Handicap Inventory* (viz Graf 12) lze dovozovat, že žádný z pacientů nepociťuje závažnější funkční obtíže spojené se závratěmi. Pro tři pacienty jsou běžné denní aktivity kvůli závratím mírně obtížné. Nejčastějšími problémy bylo vyhýbání se výškám (v pěti případech) a pohyb ve tmě (ve třech případech).

Graf 12: DHI – četnost hodnocení funkční složky



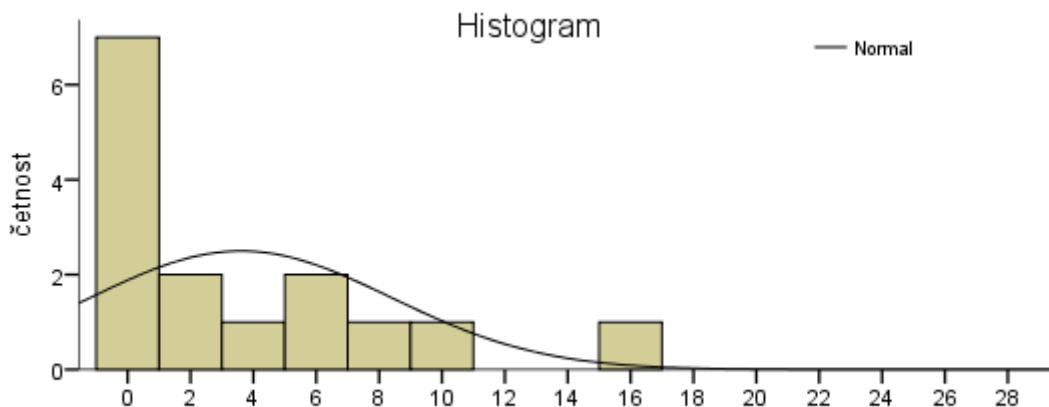
Pozn.: hodnoty škály: 0 žádné problémy, 36 velké problémy.

Pozn.: průměrná hodnota je 3,1; směrodatná odchylka je 4,83; Cronbachovo alfa je 0,847; *inter-item* korelace je 0,13 až 0,94; test normality: $W=0,684$, $df=15$, $p=0,000$.

($n=15$)

Fyzická složka *Dizziness Handicap Inventory* (viz Graf 13) ukazuje, že fyzické aspekty mají ze všech tří složek největší vliv na subjektivní pocit znevýhodnění v každodenním životě spojeného se závratí. Jedna osoba považuje své problémy za středně závažné. Těmi nejčastěji kladně zodpovězenými z hlediska výskytu obtíží bylo zhoršení při rychlém pohybu hlavou (sedmkrát), při předklonu či záklonu (šestkrát) a při náročnějších aktivitách jako tanec či sport (pětkrát).

Graf 13: DHI – četnost hodnocení fyzické složky



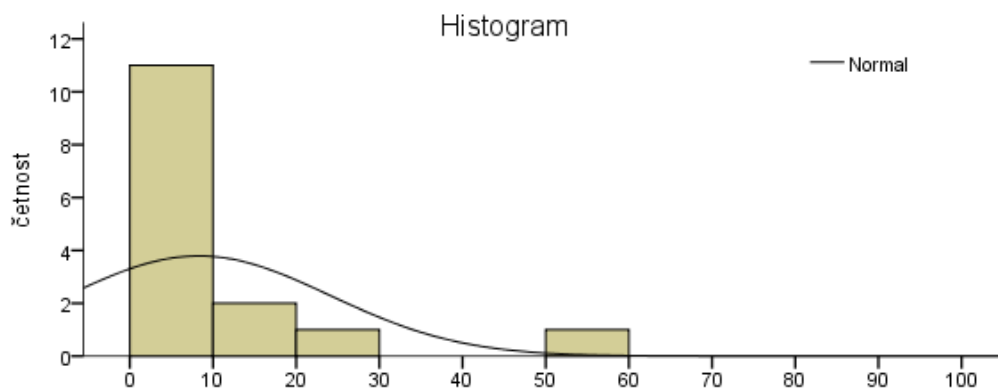
Pozn.: hodnoty škály: 0 žádné problémy, 28 velké problémy.

Pozn.: průměrná hodnota je 3,6; směrodatná odchylka je 4,79; Cronbachovo alfa je 0,896; *inter-item* korelace je 0,61 až 0,91; test normality: $W=0,788$, $df=15$, $p=0,003$.

($n=15$)

Tinnitus Handicap Inventory (THI) zkoumá subjektivní míru problémů v běžném životě souvisejících s tinnitem. Škála má rozpětí 0 až 100 bodů. Podle *cut-off* skóre podle *Zacharia et al.*⁶⁹ 12 (80 %) pacientů šest měsíců po implantaci nepociťuje ve svém životě žádnou nebo jen velmi malou limitaci vlivem tinnitu (viz Graf 14 a 15). Dvě osoby cítí mírný a 1 osoba středně závažný hendikep. Nejčastěji pacienti uváděli problémy se soustředěním (pět případů), neschopnost tinnitu uniknout (čtyřikrát) a pocity únavy (čtyřikrát), zmatenosti, zoufalosti a popudlivosti (shodně třikrát).

Graf 14: THI – četnost výsledného skóre

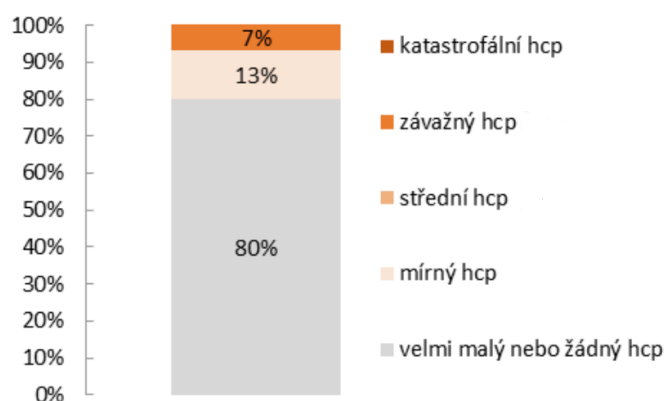


Pozn.: hodnoty škály: 0 žádné problémy, 100 velké problémy.

Pozn.: průměrná hodnota je 8,8; směrodatná odchylka je 15,8; Cronbachovo alfa je 0,947; *inter-item* korelace je -0,38 až 0,86; test normality: $W=0,602$, $df=15$, $p=0,000$.

(n=15)

Graf 15: THI – kategorizace závažnosti hendikepu



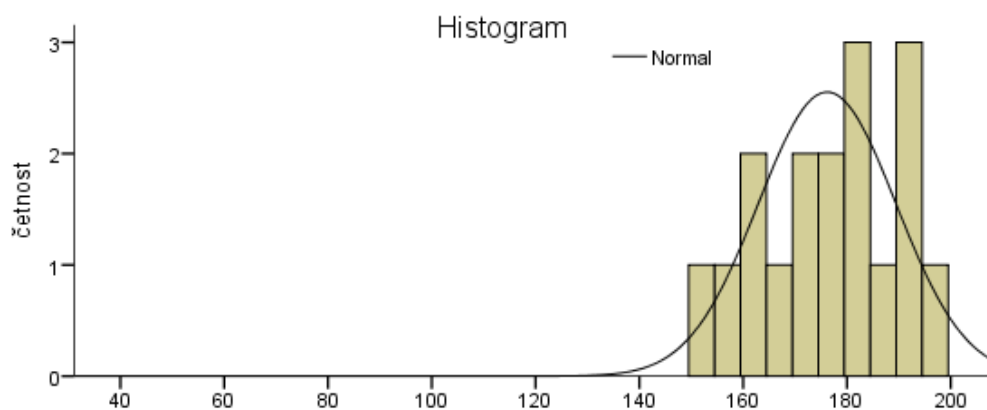
Pozn.: hcp=hendikep

(n=15)

⁶⁹ ZACHARIA et al. 2012.

Facial Disability Index (FDI) se zabývá hodnocením problémů spojených se sycením, mluvením či ústní hygienou. Škála má rozpětí 0 až 200 bodů. Na podkladě *cut-off* skóre podle *Pavese et al.*⁷⁰ je možné říci, že pacienti šest měsíců od kochleární implantace nemají v každodenním životě žádné či jen velmi mírné problémy s orofaciálními funkcemi (viz Graf 17), mnohem častěji a závažněji ale hodnotí svůj hendikep jako mající vliv na jejich společenský život a vztah k sobě samým (viz Graf 18). Nejčastěji se jedná o problémy se sebejistotou (alespoň někdy s ní má potíž hned 15 (88 %) pacientů) a s pocitem izolace od společnosti (6 pacientů), mezi funkčními vlivy jsou to mírné potíže s vyslovováním hlásek u 5 pacientů.

Graf 16: FDI – četnost celkového skóre



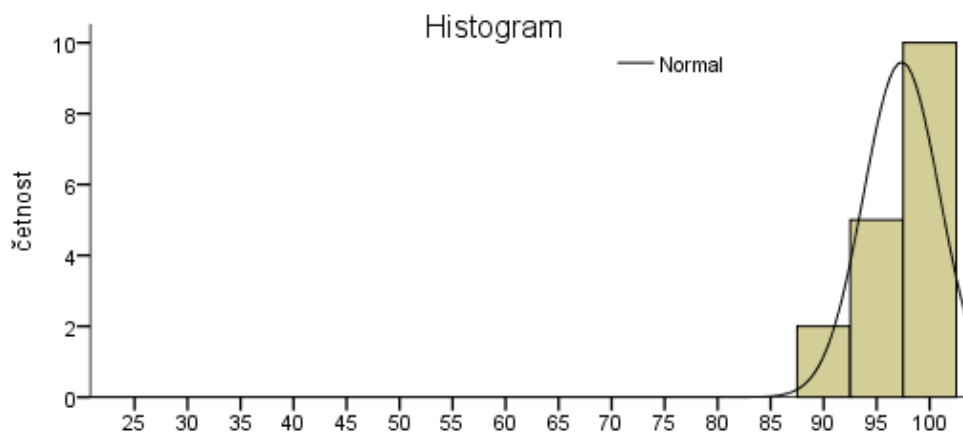
Pozn.: hodnoty škály: 0 kompletní paralýza obličeje, 200 žádné postižení orofaciálních funkcí.

Pozn.: průměrná hodnota je 176,2; směrodatná odchylka je 13,28; Cronbachovo alfa je 0,588; *inter-item* korelace je -0,16 až 0,70; test normality: W=0,961, df=17, p=0,642.

(n=17)

⁷⁰ PAVESE et al. 2014.

Graf 17: FDI – četnost hodnocení funkční složky

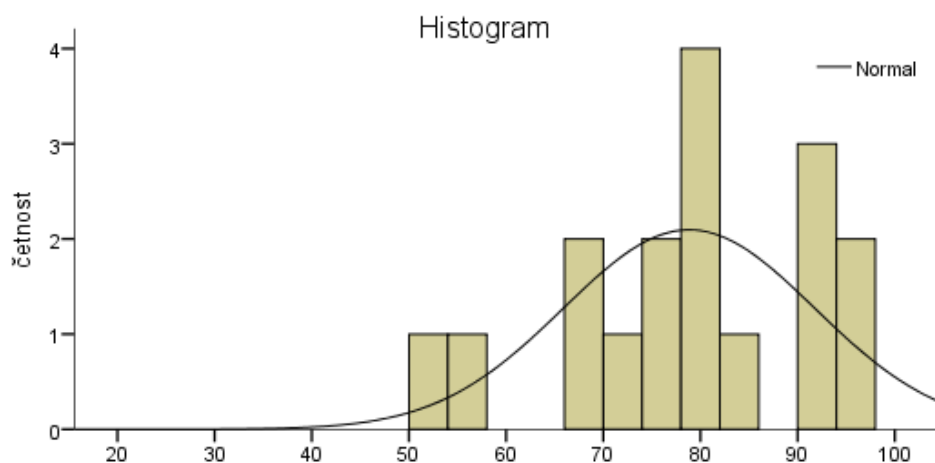


Pozn.: hodnoty škály: 0 kompletní paralyza obličeje, 100 žádné postižení orofaciálních funkcí.

Pozn.: průměrná hodnota je 97,3; směrodatná odchylka je 3,59; Cronbachovo alfa je 0,171; *inter-item* korelace je -0,04 až 0,22; test normality: W=0,721, df=17, p=0,000.

(n=17)

Graf 18: FDI – četnost hodnocení sociálně-emoční složky



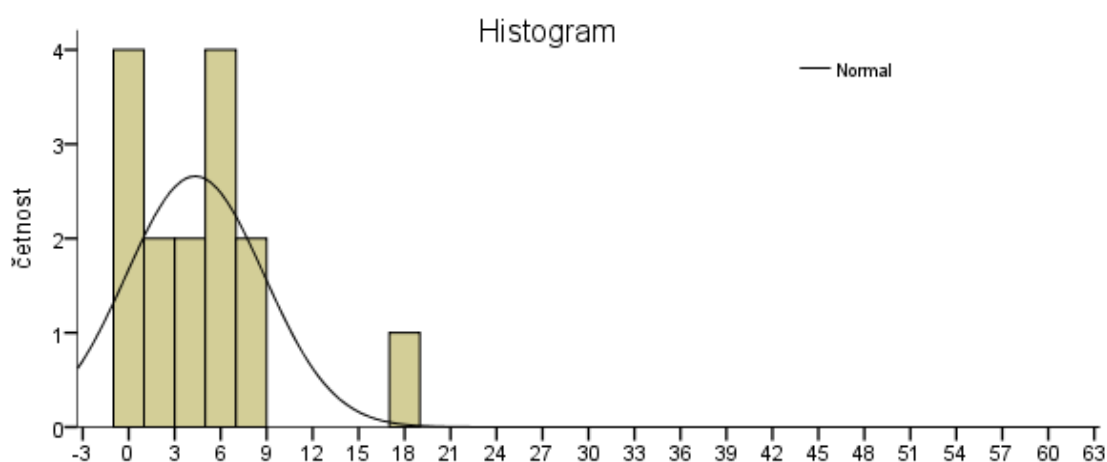
Pozn.: hodnoty škály: 0 závažné problémy, 200 žádné problémy.

Pozn.: průměrná hodnota je 78,8; směrodatná odchylka je 12,94; Cronbachovo alfa je 0,698; *inter-item* korelace je 0,31 až 0,62; test normality: W=0,934, df=17, p=0,257.

(n=17)

Beck's Anxiety Inventory (BAI) ukazuje na míru úzkostí, které respondent pociťuje. Nejnižší možné skóre je 0 bodů a nejvyšší 63 bodů. Na základě *cut-off* skóre podle Gillis et al.⁷¹ 13 (87 %) pacientů po šesti měsících od kochleární implantace necítí žádnou či jen minimální úzkost (viz Graf 19 a 20). Jeden pacient trpí mírnou úzkostí a jeden pacient úzkostí střední intenzity. Problémy, které pacientům nejčastěji působí úzkosti byly závratě a ztráta rovnováhy (u sedmi z nich), strach ze ztráty kontroly (u šesti) a ze smrti (u pěti) a nervozita či mdloby (shodně u čtyřech).

Graf 19: BAI – četnost výsledného skóre

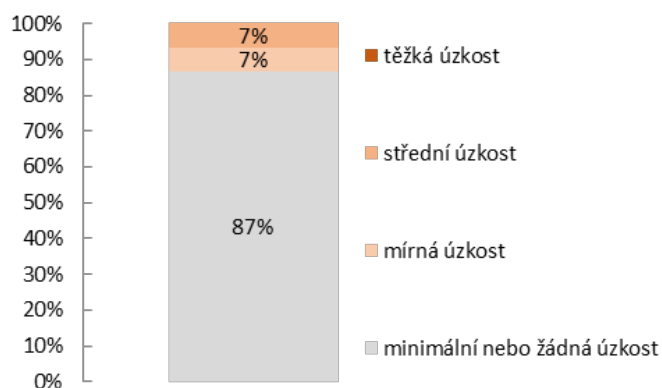


Pozn.: hodnoty škály: 0 žádná úzkost, 63 nejvyšší míra úzkosti.

Pozn.: průměrná hodnota je 4,3; směrodatná odchylka je 4,50; Cronbachovo alfa je 0,840; *inter-item* korelace je -0,17 až 0,76; test normality: W=0,836, df=15, p=0,011.

(n=15)

Graf 20: BAI – kategorizace vážnosti úzkostí

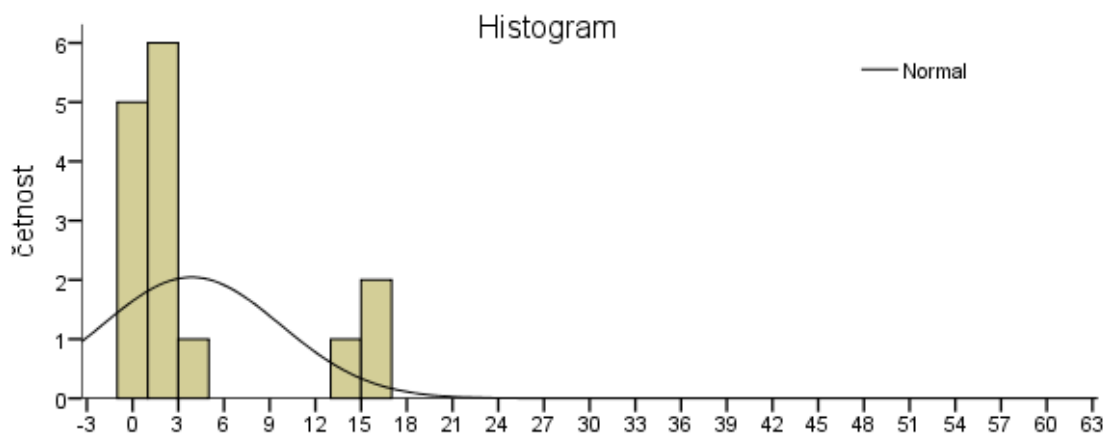


(n=15)

⁷¹ GILLIS et al. 1995.

Beck's Depression Inventory (BDI-II) je škála hodnotící intenzitu depresí. Maximální počet bodů je 63 a při využití *cut-off* skóre podle Ptáčka⁷² šest měsíců po implantaci 12 (80 %) pacientů netrpí žádnou či jen minimální depresí (viz Graf 21 a 22). Zbylí tři (20 %) se pohybují v kategorii mírné deprese. Nejčastěji se mezi prodepresivně působícími faktory vyskytovaly větší než obvyklé pocity únavy (šestkrát), změny spánku a častější sebekritika (shodně pětkrát) a minulé selhání (čtyřikrát).

Graf 21: BDI-II – četnost celkového skóre

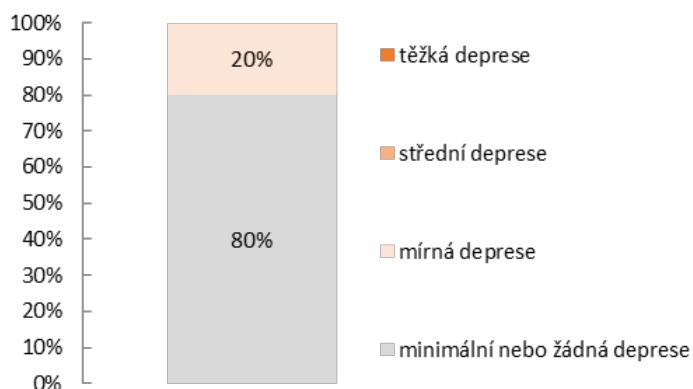


Pozn.: hodnoty škály: 0 žádná deprese, 63 vysoká míra deprese;

Pozn.: průměrná hodnota je 3,9; směrodatná odchylka je 5,85; Cronbachovo alfa je 0,895; *inter-item* korelace je -0,32 až 0,98; test normality: W=0,650, df=15, p=0,000.

(n=15)

Graf 22: BDI-II – kategorizace stupně deprese



(n=15)

⁷² PTÁČEK et al. 2016.

Následující tabulka (Tabulka 3) prezentuje korelace jednotlivých výše analyzovaných škál. Významné pozitivní korelace byly zjištěny mezi škálou *Dizziness Handicap Inventory* (a to jak mezi celkovými výsledky škály *Dizziness Handicap Inventory*, tak mezi všemi jejími složkami) a škálami *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression Inventory*. Platí tedy, že se zvyšujícími se problémy se závratí se zvyšuje míra úzkostí a depresí a naopak. Nejvyšší je pak korelace mezi emoční složkou problémů se závratí a úzkostmi. Na vnímání hendikepu spojeného se závratí se ale významně podílí všechny jeho složky, nejvíce složka fyzická.

Významná pozitivní korelace je také mezi celkovým výsledkem *Facial Disability Index* a její sociálně-emoční složkou. Největší vliv na vnímání hendikepu spojeného s poruchou orofaciálních funkcí tak má emoční vnímání celého problému a potíže v sociálních situacích. Nevede ovšem, narozdíl od problémů se závratěmi, k úzkostem ani k depresím.

Pozitivní korelaci významného charakteru je možné nalézt také mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Depression Inventory*, ne však mezi *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Anxiety Inventory*. Platí tak, že problémy spojené s tinnitem zvyšují míru depresí spíše než míru úzkostí. Dále jsou zde významné pozitivní korelace mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a emoční složkou *Dizziness Handicap Inventory*, tedy přidružené problémy s tinnitem zhoršují emoční složku problémů se závratí. Významná negativní korelace mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou *Facial Disability Index* ukazuje na možnou souvislost mezi problémy s orofaciálními funkcemi a výskytem tinnitu, tedy že pacienti se zachovalými orofaciálními funkcemi mají méně často problémy s tinnitem.

Významná pozitivní korelace v neposlední řadě existuje také mezi škálami *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression Inventory*. Se zvyšující se intenzitou úzkosti se tak zároveň zvyšuje intenzita deprese a naopak.

Tabulka 3: Korelace mezi jednotlivými škálami

	FDI soc.- emo. složka	FDI celkové	DHI emoční složka	DHI funkční složka	DHI fyzická složka	DHI celkové	THI	BAI	BDI-II
FDI funkční složka	,111	,347	-,386	,134	-,363	-,286	-,756**	-,476	-,172
FDI soc.- emo. složka		,952**	-,045	-,207	-,280	-,172	-,137	,021	-,498
FDI celkové			-,174	-,190	-,396	-,273	-,307	-,137	-,583*
DHI emoční složka				,573*	,707**	,733**	,628*	,813**	,676**
DHI funkční složka					,713**	,856**	,133	,595*	,593*
DHI fyzická složka						,934**	,387	,724**	,697**
DHI celkové							,355	,837**	,666**
THI								,472	,548*
BAI									,541*

Pozn.: Spearmanův koeficient pořadové korelace.

Pozn.: * statisticky významné na hladině $p=0,05$; ** statisticky významné na hladině $p=0,01$.

($n=15$)

5 DISKUZE

V rámci studie, kterou se zabývá výzkumná část této práce, byly analyzovány výsledky vyšetření subjektivní zrakové vertikály, statické posturografie a pěti dotazníků u dvacetičlenné skupiny příjemců kochleárního implantátu ve věku mezi 26 a 64 lety.

5.1 Statická posturografie

Průměrná hodnota parametru *Sway Path Total* pro podmínku paralelního stoje se zavřenými očima na měkké podložce testovaného při stabilometrickém vyšetření je u skupiny pacientů, kteří jsou tři až šest měsíců po kochleární implantaci, 1 782 mm, v kontrolní skupině zdravých jedinců 1 356 mm. Je tedy možné konstatovat, že podle výsledků stabilometrického vyšetření, přestože je průměrná hodnota testovaného parametru u pacientů s kochleární implantací vyšší než průměrná hodnota u kontrolní

skupiny, nebyl na hladině významnosti $p=0,05$ nalezen signifikantní rozdíl v posturální stabilitě skupiny jedinců s kochleárním implantátem a skupiny zdravých jedinců.

První hypotézu, tedy že část pacientů bude tři až šest měsíců po kochleární implantaci vykazovat abnormality funkce vnitřního ucha ve srovnání se zdravou populací na základě hodnocení statické posturografie, tak nelze považovat za platnou. Rovněž podle závěrů metaanalýzy *Ibrahim et al.*⁷³ a studie *Louza et al.*⁷⁴ nebyl zjištěn žádný významný vliv kochleárního implantátu na výsledky posturografie. Celkově i podle těchto prací dochází k mírnému zhoršení výsledků (tedy ke zvětšení výchylek COP), ale případné poškození vestibulárního systému je pravděpodobně mechanismy kompenzace velmi rychle restituováno. Například podle studie *Buchman et al.*⁷⁵ vykazují pacienti po jednostranné kochleární implantaci a zprovoznění přístroje dokonce jak subjektivní, tak i objektivní zlepšení vestibulární funkce a rovnováhy s tím, že zapnutý kochleární implantát má dodatečný pozitivní vliv na posturální stabilitu (velikost výchylek) oproti stavu s vypnutým kochleárním implantátem při dynamické posturografii (CDP); pozitivní dopad má také aktivace implantátu hudbou. Mechanismus, který by toto vysvětlil, není zatím zcela popsán. Pravděpodobně by mohlo jít o implantací indukovanou kompenzaci vestibulární léze nebo o zlepšení rovnováhy tím, že elektrické impulsy vydávané implantátem se stávají zdrojem aferentací pro vestibulární systém. Stejně tak aferentně, i přes stoj na měkké podložce, působí další vstupy jako propiocepce.

5.2 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály

Na základě dat z vyšetření subjektivní zrakové vertikály, kdy průměrná hodnota odchylky od gravitační vertikály je $0,55^\circ$, obecně platí, že pacienti v období tři až šest měsíců od operačního výkonu implantace nemají problémy s jejím určením v normě dané pro zdravou populaci. Z normativních hodnot odchylky $\pm 2^\circ$ vybočovaly z dvaceti testovaných osob dvě, a to s odchylkou $+2,17^\circ$, respektive $+2,83^\circ$. Od normativních

⁷³ IBRAHIM et al. 2017.

⁷⁴ LOUZA et al. 2018.

⁷⁵ BUCHMAN et al. 2004.

hodnot odchylky od subjektivní zrakové vertikály se tedy odchyluje deset procent testované množiny pacientů, přestože nikterak výrazně. Druhou hypotézu, že u části pacientů bude tři až šest měsíců po kochleární implantaci na základě vyšetření subjektivní zrakové vertikály přítomna odchylka funkce vnitřního ucha ve srovnání se zdravou populací, tak lze považovat za platnou.

Obě hodnoty jsou od gravitační vertikály vychýleny směrem doprava, přičemž studie⁷⁶ ukazují, že při jednostranné utrikulární hypofunkci se oči v akutní fázi stáčí směrem ke zdravé straně, později ke straně léze. Hypoteticky by tak na základě výsledků měření subjektivní zrakové vertikály mohlo být možné posoudit případnou utrikulární dysfunkci, neboť v rámci otolitického orgánu je utrikulární nerv ten, který potenciálně ovlivňuje vnímání subjektivní zrakové vertikály více než nerv sakulární, a to na základě toho, že je předpokládán (skrže polysynaptické spojení mezi utrikulárním nervem a dolním šikmým a trochleárním motoneuronem) jeho vliv na rotaci oka při záklonu hlavy.⁷⁷ Zda je příčinou této větší než pro zdravou populaci normální odchylky od subjektivní zrakové vertikály již zmíněná utrikulární hypofunkce, když podle některých studií⁷⁸ je utrikulus jedním ze zranitelnějších míst při kochleární implantaci, ale není možné s definitivní platností uzavřít, neboť pro účely této práce nebyly postimplantační výsledky měření porovnávány s hodnotami preimplantačního vyšetření, a nelze tak určit jejich dynamiku v čase, a tedy ani to, zda se u těchto pacientů odchylka od subjektivní zrakové vertikály neobjevovala již před implantací.

Kromě možných histopatologických změn může vestibulární systém ovlivňovat také elektrická aktivita vlastního kochleárního implantátu. Podle některých studií⁷⁹ bylo mimo kochleu pozorováno šíření elektrického proudu, který ovlivňoval blízké struktury, přičemž otolitový orgán je hlemýždi nejbližší, a s velkou pravděpodobností tak může být elektrickou aktivitou kochleárního implantátu ovlivňován právě on. Například *Gnanasegaram et al.*⁸⁰ ve své studii naznačují, že elektrická aktivita zapnutého

⁷⁶ SUN et al. 2014; CHETANA a JAYESH 2015; LE NOBEL et al. 2016.

⁷⁷ GNANASEGARAM et al. 2016; LE NOBEL et al. 2016.

⁷⁸ Například TIEN a LINTHICUM 2002.

⁷⁹ BANCE et al. 1998; CUSHING et al. 2009.

⁸⁰ GNANASEGARAM et al. 2016.

kochleárního implantátu by mohla být zdrojem zlepšení rovnovážných funkcí vestibulárního systému a při vyšetřování subjektivní zrakové vertikály zmenšovat odchylku proti stavu s vypnutým přístrojem.

5.3 Vliv na kvalitu života

Subjektivní vnímání případné poruchy vestibulární funkce pacienty s kochleárním implantátem a vliv takových potíží na jejich životní spokojenost minimálně šest měsíců od operačního výkonu bylo hodnoceno pomocí pěti dotazníků. Hendikep spojený se závratí pomocí *Dizziness Handicap Inventory*, s tinnitem na základě *Tinnitus Handicap Inventory* a *Facial Disability Index* k hodnocení problémů způsobených porušenými orofaciálními funkcemi. Škály *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression Inventory* byly využity k vyhodnocení míry úzkostí a depresí uživatelů kochleárního implantátu.

Průměrná výsledná hodnota 8,8 bodů ze sta v *Dizziness Handicap Inventory* naznačuje, že šest měsíců od kochleární implantace netrpí respondenti v běžném životě zpravidla žádnými obtížemi spojenými se závratí. Nejčastějšími situacemi, při kterých závrať respondenti popisují, jsou předklony, záklony a prudké pohyby hlavy a aktivity s tím spojené, jako jsou tanec či sport, a velké výšky, a to ve 30 až 46 % případů. Pouze jeden pacient hodnotí své problémy se závratí jako středně závažné. Ani údaje v metaanalýze *Ibrahim et al.*⁸¹ neprokázaly u většiny pacientů (84,4 %) významné zvýšení skóre *Dizziness Handicap Inventory*, což podle autorů naznačuje, že kochleární implantát nemá vliv na rovnováhu. Stejně tak signifikantní změny ve výsledcích DHI nebyly pozorovány ani v dalších studiích. V jedné studii⁸² došlo dokonce u větší části pacientů ke zlepšení skóre *Dizziness Handicap Inventory*, které její autoři přisuzují možnému zvýšenému sebevědomí pacientů spojenému s nabytím sluchu. Dle retrospektivní studie *Todt et al.*⁸³ pak výskyt pooperačních závratí souvisí s tím, jaké ze dvou okének bylo použito k chirurgickému přístupu.

⁸¹ IBRAHIM et al. 2017.

⁸² LE NOBEL et al. 2016.

⁸³ TODT et al. 2008.

U dvou osob byla míra hendikepu způsobeného v každodenním životě tinnitem hodnocená jako mírně závažná, u jedné osoby jako středně závažná. Tinnitus je pak pro 30 % respondentů limitující především ve snaze soustředit se. Průměrné skóre 8,3 bodů ze sta u *Tinnitus Handicap Inventory* naznačuje u respondentů, kteří jsou šest měsíců od implantace, že obecně spíše žádnými obtížemi spojenými s tinnitem, které by je limitovaly v běžném životě, netrpí. Podle *Dixon et al.*⁸⁴ bylo každých 10 % zlepšení ve výsledcích audiometrie spojeno se 14% šancí na klinicky významné zlepšení problémů s tinnitem. Zlepšení uvádí i další studie.⁸⁵ Například podle *Pierzycki a Kitterick*⁸⁶ ale až 53 % uživatelů kochleárního implantátu tinnitem trpí, výrazněji při vypnutém implantátu. Z této množiny se u 41 % objevují příznaky spojené s insomnií, které mají dopad na kvalitu jejich života, přičemž zhoršení se u nich projevuje také co se prevalence a intenzity úzkostí týče.

Ze dvoustetbodového rozpětí škály *Facial Disability Index* je průměrná hodnota 176,2 bodů, pacienti se tak šest měsíců postoperačně spíše potýkají jen s velmi malými problémy s orofaciální oblastí. Podle studií *Thom et al.* a *Alzhrani et al.*⁸⁷ je prevalence parézy *n. facialis* po kochleární implantaci jen asi 0,1–0,15 % u časně vzniklé formy, po které může zůstat trvalý funkční deficit, a 0,62–1,1 % u formy pozdní, která u většiny sledovaných pacientů vedla do šesti měsíců k úplnému uzdravení. Průměrné skóre 97,3 bodů ze sta z fyzické části *Facial Disability Index* naznačuje, že ani u těchto pacientů by se v tomto směru spíše neměly vyskytovat žádné (případně jen velmi malé) problémy. Průměrné skóre 78,8 bodů ze sta ze sociálně-emoční části *Facial Disability Index* ovšem poukazuje na velký vliv této složky na celkové subjektivní vnímání hendikepu. Velký podíl respondentů, celých 88 %, má alespoň někdy problémy se sebejistotou, 35 % s pocitem izolace od společnosti a 29 % s vyslovováním hlásek.

Problémy s vnímáním a lokalizací zvuku, především řeči v hlučném prostředí, mají negativní vliv na kvalitu života, a to hlavně na jeho sociální aspekty. Například u pacientů s jednostrannou ztrátou sluchu se s kochleární implantací zlepšují schopnosti

⁸⁴ DIXON et al. 2020.

⁸⁵ AMOODI et al. 2011; SEO et al. 2015; DILLON et al. 2018; SARAC et al. 2020.

⁸⁶ PIERZYCKI a KITTERICK 2021.

⁸⁷ THOM et al. 2013; ALZHRANI et al. 2016.

zvukové lokalizace či porozumění řeči v hlučném prostředí, a to díky binaurálnímu vstupu přístroje, což zvyšuje jejich kvalitu života významně více než léčba naslouchadlem.⁸⁸ Výzkumy zabývající se kvalitou života pacientů s kochleárním implantátem ale často nenachází přílišnou pozitivní změnu v otázce snadnosti komunikace. To by mohlo korelovat s nejčastějšími problémy spojenými s orofaciální oblastí u respondentů této práce, kterými jsou problémy se sebejistotou a pocity izolace od společnosti a také problémy s výslovností, kdy některé studie⁸⁹ ukazují, že fonologický systém uživatelů kochleárního implantátu není tak vyvinutý jako ten slyšícího člověka. Potíže mají uživatelé kochleárního implantátu především s rozlišováním stoupajícího a klesajícího přízvuku a znělých a neznělých souhlásek.⁹⁰

Výsledky *Beck's Anxiety Inventory*, tedy sebeposuzovací škály hodnotící míru úzkosti s průměrným skóre 4,3 bodů z 63 možných naznačují, že respondenti po šesti měsících od kochleární implantace obecně nepocítují spíše žádnou úzkost. Pouze dva (14 %) úzkost pocítují, jeden mírné a jeden střední intenzity. Nejčastější situace způsobující pacientům pocity úzkosti představují závratě a ztráta rovnováhy (celým 40 % pacientů), strach ze ztráty kontroly (ve 33 %) a strach ze smrti a nervozita či mdloby (ve 25 %).

Průměrná hodnota výsledků škály *Beck's Depression Inventory* je 3,9 bodů z 63, pacienti s kochleárním implantátem se tak šest měsíců po operačním výkonu obecně spíše nepotýkají s depresivními pocity. Tři (20 %) respondenti se pohybují v rozmezí mírné deprese. Prodepresivně působícími faktory byly u 40 % respondentů větší než obvyklé pocity únavy, u 33 % změny spánku a častější sebekritika a u 26 % minulá selhání. Čtyřicet procent pacientů pocítujících větší než obvyklou míru únavy a 33 % referujících změny spánku koreluje s již zmiňovanými výsledky studie *Pierzycki a Kitterick*.⁹¹

Z korelační analýzy, které byly podrobeny dílčí i celkové výsledky použitých škál, vyplývají statisticky významné pozitivní korelace mezi škálou *Dizziness Handicap*

⁸⁸ GARCIA et al. 2020; DILLON et al. 2018, TÁVORA et al. 2015.

⁸⁹ Například GIRAUD et al. 2005.

⁹⁰ Například RØDVIK et al. 2019.

⁹¹ PIERZYCKI a KITTERICK 2021.

Inventory a škálami *Beck's Anxiety Inventory* (0,837 na hladině významnosti $p=0,01$) a *Beck's Depression Inventory* (0,666 na hladině významnosti $p=0,01$). S problémy se závratí se tedy zvyšuje míra pravděpodobnosti výskytu úzkostí a deprese. Nejvyšší korelace (0,813 na hladině významnosti $p=0,01$) je mezi emoční složkou *Dizziness Handicap Inventory* a úzkostmi.

Statisticky významná pozitivní korelace mezi celkovým výsledkem *Facial Disability Index* a jeho sociálně-emoční složkou potvrzuje již výše zmiňované, a to že na subjektivním vnímání hendikepu spojeného s poruchou orofaciálními funkcí se nejvíce podílí jeho emoční složka. Nebyla ovšem potvrzena významná pozitivní ani negativní korelace ve vztahu k úzkostem a depresím.

Pozitivní korelaci je možné pozorovat mezi škálami *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Depression Inventory* (0,548 na hladině významnosti $p=0,05$), ne však mezi *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Anxiety Inventory*. Naznačovalo by to tedy, že problémy spojené s tinnitem zvyšují míru depresí spíše než míru úzkostí, což není v souladu s názorem *Pierzycki a Kitterick*⁹² o vyšší prevalenci úzkostí (42 %) než depresí (14 %) u uživatelů kochleárního implantátu trpících tinnitem. Je to ale v souladu s výsledky studie *Yang et al.*⁹³ Podle studie *Andersson et al.*⁹⁴ se pak tinnitus po kochleární implantaci pojí se zvýšeným výskytem úzkostí i depresí, všechny příznaky jsou ale většinou mírného charakteru. *Sarac et al.*⁹⁵ na základě svého výzkumu tvrdí, že s poklesem výskytu tinnitu se snižuje intenzita depresí u pacientů, a navrhuje použití kochleárního implantátu jako terapeutického prostředku v léčbě tinnitu jak u pacientů trpících ztrátou sluchu, tak i u pacientů, kteří trpí pouze tinnitem.

Významná negativní korelace mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou *Facial Disability Index* (-0,756 na hladině významnosti $p=0,01$) pak v neposlední řadě poukazuje na možnou souvislost mezi funkčními problémy v orofaciální oblasti a výskytem tinnitu.

⁹² PIERZYCKI a KITTERICK 2021.

⁹³ YANG et al. 2021.

⁹⁴ ANDERSSON et al. 2020.

⁹⁵ SARAC et al. 2020.

Třetí předpoklad, že přítomnost poruchy nevestibulárního charakteru, tedy tinnitu, závratí nebo poruchy orofaciálních funkcí bude mít vliv na životní spokojenost pacientů po kochleární implantaci, a to na základě vyhodnocení série dotazníků a jejich vzájemných korelací, se potvrdil. Zdá se, že u těch pacientů, u kterých dojde vlivem kochleárního implantátu ke zlepšení obtíží jako závratí či tinnitu, dochází také ke zlepšení jejich kvality života. Naproti tomu u těch, u nichž ke zlepšení symptomů nedojde, ba se zhorší stávající či objeví nové, dochází ke snížení kvality života a k větší míře úzkostí a depresí. Překvapivým závěrem je pak především významná korelace mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou škály *Facial Disability Index*, která naznačuje eventuální souvislost mezi výskytem tinnitu a poruchami orofaciální oblasti. Tuto možnost by bylo dobré ozřejmit podrobením dalšímu výzkumu.

5.4 Obecné závěry

Objektivním limitem této práce byl malý vzorek pacientů. Byl-li by větší, mohly se ve výsledcích projevit statisticky významnější rozdíly. Významným limitem studie bylo hodnocení výsledků pacientů pouze z jednoho měření bez znalosti jejich vestibulární funkce i nevestibulárních příznaků před implantací. Detailnější informace o stavu uživatelů kochleárního implantátu a jeho dynamice v čase by mohlo poskytnout opakované měření a analyzování výsledků preimplantačního i postimplantačních vyšetření a jejich inter- i intraindividuální srovnávání. To by v ideálním případě mělo probíhat po dobu jednoho až dvou let, neboť se vestibulární a nevestibulární potíže pacienta mohou potenciálně vyvíjet i déle než 6 měsíců. Zároveň je při hodnocení výsledků po šesti měsících od kochleární implantace zapotřebí brát v úvahu fakt, že již mohla proběhnout částečná nebo kompletní kompenzace funkcí, které v prvních týdnech po implantaci mohly být hodnoceny jako porušené, a tato porucha se tak po půl roce již ve výsledcích neprojevila. U části probandů také mohou být skryté poruchy vestibulární i nevestibulární etiologie, které ale mohou být klinicky němé.

Obecně se zdá, že kochleární implantát má u většiny pacientů pozitivní vliv na kvalitu jejich života, především co se týče závažnosti tinnitu a závratí nebo vnímání řeči v situacích náročných na poslech. Je zde ale nezanedbatelná skupina těch, u kterých

po kochleární implantaci může docházet ke zhoršení stávajících či objevení se nových problémů, které mají na kvalitu jejich života negativní vliv. Tato tvrzení podporují závěry *Ibrahim et al.*,⁹⁶ podle kterých některé studie sice vykazují horší pooperační výsledky, ale podíl pacientů, jichž se problém týká, je jen velmi malý. Identifikace této části pacientů představuje velmi komplikovaný úkol.

Snahy o objektivizaci vlivu kochleárního implantátu na rovnovážné funkce pacienta se v dnešní době celosvětově nejčastěji zdají upínat k využití kalorického testu a vestibulárních evokovaných myogenních potenciálů (VEMP) a především ke sledování jejich dynamiky v čase, tedy jak před samotnou kochleární implantací, tak až několik let postimplantačně. Podle závěrů již zmiňované metaanalýzy *Ibrahim et al.*⁹⁷ mělo 39,5 % pacientů již předoperačně abnormální výsledky kalorického testu, 31,7 % výsledky VEMP a 11,5 % výsledky *Head Impulse Test* (HIT) a samotná kochleární implantace podle *Colin et al.*⁹⁸ významně ovlivňuje výsledky kalorických testů (nárůst z 50 % abnormálních výsledků na 58 % postimplantačně, včetně 15 % případů areflexie laterálního kanálku), vestibulárních (nárůst abnormálních nálezů z 68 % na postimplantačních 86 %), případně okulárních vestibulárních evokovaných myogenních potenciálů (oVEMP) i *Head Impulse* testu (z 18 % na 59 % abnormálních výsledků po implataci).

Právě vestibulární evokované myogenní potenciály se zdají být specifitější i senzitivnější⁹⁹ než vyšetření subjektivní zrakové vertikály a podle všeho mohou úzce souviset s histopatologickými změnami na úrovni otolitového systému,¹⁰⁰ o nichž již byla v této práci zmínka. Naopak nebyl zjištěn žádný významný vliv na výsledky *Head Impulse Test*, na výsledky posturografie, ani na výsledné skóre v *Dizziness Handicap Inventory*. Prevalence obtíží se podle nejnovějších studií¹⁰¹ zvyšuje s přibývajícím

⁹⁶ IBRAHIM et al. 2017.

⁹⁷ IBRAHIM et al. 2017.

⁹⁸ COLIN et al. 2018.

⁹⁹ Například dle zjištění VALKO et al. 2011 či LE NOBEL et al. 2016.

¹⁰⁰ JIN et al. 2006.

¹⁰¹ NAYAK et al. 2022; COLIN et al. 2018.

věkem pacienta, například se zde zdá být vyšší riziko pádu,¹⁰² přestože v minulosti se studie přikláněly spíše k názoru, že věk pacienta nehraje v tomto směru roli.¹⁰³

Skutečnost je taková, že uživatelé kochleárního implantátu nejsou homogenní skupinou. Jsou různého věku, jejich ztráta sluchu je rozličné etiologie a závažnosti a implantovány mají různé přístroje za použití odlišných operačních technik, přičemž právě tyto faktory mohou ovlivnit vestibulární funkce jak předoperačně, tak po ní. Studie se také rozcházejí ve svých protokolech, postupech měření a jejich vykazování. Vyvození definitivního a obecně uplatnitelného závěru je tak poměrně obtížné. Ovšem vzhledem k tomu, že u dětí je častější vrozená, genetická či postmeningitická ztráta sluchu, zatímco u dospělých může ztráta sluchu vzniknout ze značného množství rozličných příčin, byla by užitečnou oblastí budoucího výzkumu samostatná analýza vestibulárních funkcí u dětí před a po kochleární implantaci a porovnání jejich výsledků s dospělými.

ZÁVĚR

Kochleární implantace se stala široce akceptovanou metodou v léčbě sensorické ztráty sluchu, která se od svého zavedení potýká s obavami týkajícími se potenciálního rizika poškození funkce vestibulárního aparátu i vzniku či zhoršení nevestibulárních problémů jako je tinnitus, závrať a poruchy orofaciální oblasti.

Cílem této práce bylo teoretické shrnutí zásadních poznatků k vestibulárnímu systému, kochleární implantaci a problémům, vestibulárních i nevestibulárních, s ní spojených, na což navázala výzkumná část práce, ve které byly analyzovány výsledky vyšetření subjektivní zrakové vertikály, statické posturografie a porovnány výsledky pěti dotazníků – *Dizziness Handicap Inventory*, *Tinnitus Handicap Inventory*, *Facial Disability Index*, *Beck's Anxiety Inventory* a *Beck's Depression Inventory*. Sledovaným souborem byla dvacetičlenná skupina příjemců kochleárního implantátu ve věku mezi 26 a 64 lety, u které byl operační výkon implantace proveden mezi lety 2020 a 2021 na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity

¹⁰² LOUZA et al. 2018.

¹⁰³ Například KRAUSE et al. 2009.

Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole. Vyšetření subjektivní zrakové vertikály a statická posturografie probíhaly 3 až 6 měsíců od kochleární implantace, dotazníkové šetření s minimálně půlročním odstupem od implantace.

Pro výzkum byly stanoveny tři hypotézy. První, že u části uživatelů kochleárního implantátu budou při statické posturografii přítomny odchylky funkce vnitřního ucha v porovnání se zdravou populací, se nepotvrdila. Ačkoliv průměrná hodnota (1 782 mm) parametru *Sway Path Total* při podmínce paralelního stoje se zavřenými očima na měkké podložce skupiny s kochleárním implantátem byla výrazně vyšší než průměrná hodnota (1 356 mm) kontrolní skupiny zdravé populace, nešlo o statisticky významný rozdíl. Pravděpodobným důvodem je, že pokud se po implantaci vyskytovala odchylka ve funkci vnitřního ucha, po 3 až 6 měsících od implantace již, minimálně zčásti, proběhla její kompenzace.

Druhá hypotéza, že u části pacientů s kochleárním implantátem bude při vyšetření subjektivní zrakové vertikály abnormalita funkce vnitřního ucha v porovnání se zdravou populací, se potvrdila u 10 % pacientů, jejichž odchylka (+2,17° a +2,83°) od gravitační vertikály přesáhla normativní hodnotu $\pm 2^\circ$.

Třetí hypotéza, že přítomnost poruchy nevestibulárního charakteru, tedy tinnitu, závratí nebo poruchy orofaciálních funkcí bude mít vliv na životní spokojenost pacientů po kochleární implantaci, se také potvrdila. Na základě hodnocení dotazníků byla zjištěna u jednoho pacienta (7 %) středně závažná závrať, u tří pacientů (20 %) mírně až středně závažný tinnitus, u dvou pacientů (14 %) mírná až střední úzkost a u třech pacientů (20 %) mírná deprese. Nejčastějšími problémy této skupiny respondentů byly předklony, záklony a prudké pohyby hlavy, schopnost soustředit se, pocity nejistoty a izolace od společnosti, závratě a ztráta rovnováhy, strach ze ztráty kontroly, neobvyklé pocity únavy, změny spánku a častější sebekritika.

Z korelační analýzy dotazníků vyplynuly mimo jiné statisticky významné korelace mezi škálou *Dizziness Handicap Inventory* a škálami *Beck's Anxiety Inventory* (0,837 na hladině významnosti $p=0,01$) a *Beck's Depression Inventory* (0,666 na hladině významnosti $p=0,01$) a mezi škálami *Tinnitus Handicap Inventory* a *Beck's Depression Inventory* (0,548 na hladině významnosti $p=0,05$).

Překvapivým byl především nález významné korelace (-0,756 na hladině významnosti $p=0,01$) mezi škálou *Tinnitus Handicap Inventory* a funkční složkou škály *Facial Disability Index*, která naznačuje možnou souvislost mezi výskytem tinnitu a poruchami orofaciální oblasti a která by byla zajímavým předmětem dalšího zkoumání.

Přes potenciální výskyt obtíží souvisejících s kochleární implantací, jejichž dopad na kvalitu života příjemců není vhodné jakkoliv podceňovat, nelze pochybovat o tom, že kochleární implantace má své nezastupitelné místo v terapii těžkých poruch a ztrát sluchu. Zkoumání zmíněných obtíží, a to za účelem identifikace pacientů s rizikem jejich možného výskytu, může do budoucna přispět k tomu, že se kochleární implantace stane ještě efektivnějším nástrojem řešení těchto poruch, než jakým je v současnosti.

REFERENČNÍ SEZNAM

Advanced Bionics [online]. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: www.advancedbionics.com

AKIN, Faith W., Owen D. MURNANE, Amber PEARSON, Stephanie BYRD a J. Kip KELLY, 2020. Normative Data for the Subjective Visual Vertical Test during Centrifugation. *Journal of the American Academy of Audiology*. 22(07), 460-468. ISSN 1050-0545. Dostupné z: [doi:10.3766/jaaa.22.7.6](https://doi.org/10.3766/jaaa.22.7.6)

ALZHRANI, Farid, Thomas LENARZ a Magnus TESCHNER, 2016. Facial palsy following cochlear implantation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 273(12), 4199-4207. ISSN 0937-4477. Dostupné z: [doi:10.1007/s00405-016-4124-0](https://doi.org/10.1007/s00405-016-4124-0)

AMOODI, Hosam A., Paul T. MICK, David B. SHIPP, Lendra M. FRIESEN, Julian M. NEDZELSKI, Joseph M. CHEN a Vincent Y. W. LIN, 2011. The effects of unilateral cochlear implantation on the tinnitus handicap inventory and the influence on quality of life. *The Laryngoscope*. 121(7), 1536-1540. ISSN 0023852X. Dostupné z: [doi:10.1002/lary.21851](https://doi.org/10.1002/lary.21851)

ANDERSSON, Gerhard, Anders FREIJ, David M. BAGULEY a Esma IDRIZBEGOVIC, 2020. Tinnitus Distress, Anxiety, Depression, and Hearing Problems among Cochlear Implant Patients with Tinnitus. *Journal of the American Academy of Audiology*. 20(05), 315-319. ISSN 1050-0545. Dostupné z: [doi:10.3766/jaaa.20.5.5](https://doi.org/10.3766/jaaa.20.5.5)

BANCE, Manohar L., Martin O'DRISCOLL, Ellen GILES a Richard T. RAMSDEN, 1998. Vestibular Stimulation by Multichannel Cochlear Implants. *The Laryngoscope*. 108(2), 291-294. ISSN 0023852X. Dostupné z: [doi:10.1097/00005537-199802000-00025](https://doi.org/10.1097/00005537-199802000-00025)

BARRETT, Kim E., Susan M. BARMAN, Scott BOITANO a Heddwen L. BROOKS, 2012. Ganong's Review of Medical Physiology, s. 199-213. 24. vydání. McGraw Hill Professional. ISBN 9780071780032.

BECK, Aaron T., Norman EPSTEIN, Gary BROWN a Robert A. STEER, 1988. An inventory for measuring clinical anxiety: Psychometric properties. Journal of Consulting and Clinical Psychology. 56(6), 893-897. ISSN 1939-2117. Dostupné z: doi:10.1037/0022-006X.56.6.893

BECK, Aaron T., Robert A. STEER, Roberta BALL a William F. RANIERI, 1996. Comparison of Beck Depression Inventories-IA and-II in Psychiatric Outpatients. Journal of Personality Assessment. 67(3), 588-597. ISSN 0022-3891. Dostupné z: doi:10.1207/s15327752jpa6703_13

BLAZER, Dan G. a Debara L. TUCCI, 2019. Hearing loss and psychiatric disorders: a review. Psychological Medicine. 49(6), 891-897. ISSN 0033-2917. Dostupné z: doi:10.1017/S0033291718003409

BREWSTER, Katharine K., Adam CIARLEGLIO, Patrick J. BROWN, Chen CHEN, Hae-Ok KIM, Steven P. ROOSE, Justin S. GOLUB a Bret R. RUTHERFORD, 2018. Age-Related Hearing Loss and Its Association with Depression in Later Life. The American Journal of Geriatric Psychiatry. 26(7), 788-796. ISSN 10647481. Dostupné z: doi:10.1016/j.jagp.2018.04.003

BUCHMAN, Craig A., Jacques A. HERZOG, Jonathan L. MCJUNKIN, Cameron C. WICK, Nedim DURAKOVIC, Jill B. FIRSZT a Dorina KALLOGJERI, 2020. Assessment of Speech Understanding After Cochlear Implantation in Adult Hearing Aid Users. 146(10). ISSN 2168-6181. Dostupné z: doi:10.1001/jamaoto.2020.1584

BUCHMAN, Craig A., Jennifer JOY, Annelle HODGES, Fred F. TELISCHI a Thomas J. BALKANY, 2004. Vestibular Effects of Cochlear Implantation. *The Laryngoscope*. 114(S103), 1-22. ISSN 0023852X. Dostupné z: doi:10.1097/00005537-200410001-00001

Clinical Test of Sensory Interaction in Balance. Shirley Ryan AbilityLab [online]. [cit. 2022-07-28]. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/clinical-test-sensory-interaction-balance-vedge>

COHEN, Helen, Cathleen A BLATCHLY a Laurie L GOMBASH, 1993. A Study of the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance. *Physical Therapy*. 73(6), 346-351. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/73.6.346

COHEN, N, 1997. Cochlear implant soft surgery: Fact or fantasy?. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 117(3), 214-216. ISSN 01945998. Dostupné z: doi:10.1016/S0194-5998(97)70176-1

COLIN, V., P. BERTHOLON, S. ROY a A. KARKAS, 2018. Impact of cochlear implantation on peripheral vestibular function in adults. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 135(6), 417-420. ISSN 18797296. Dostupné z: doi:10.1016/j.anorl.2018.10.007

COLIN, V., P. BERTHOLON, S. ROY a A. KARKAS, 2018. Impact of cochlear implantation on peripheral vestibular function in adults. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*. 135(6), 417-420. ISSN 18797296. Dostupné z: doi:10.1016/j.anorl.2018.10.007

CONTRERA, Kevin J., Josh BETZ, Dane J. GENTHER a Frank R. LIN, 2016. Association of Hearing Impairment and Mortality in the National Health and Nutrition Examination Survey. *JAMA Otolaryngology - Head & Neck Surgery*. 141(10). ISSN 2168-6181. Dostupné z: doi:10.1001/jamaoto.2015.1762

CUSHING, Sharon L., Blake C. PAPSIN, John A. RUTKA, Adrian L. JAMES, Susan L. BLASER a Karen A. GORDON, 2009. Vestibular End-Organ and Balance Deficits After Meningitis and Cochlear Implantation in Children Correlate Poorly With Functional Outcome. 30(4), 488-495. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/MAO.0b013e31819bd7c8

CUSHING, Sharon, Blake C. PAPSIN, Samuel STRANTZAS a Karen GORDON, 2009. Facial Nerve Electromyography: A Useful Tool in Detecting Nonauditory Side Effects of Cochlear Implantation. Le Journal d'oto-rhino-laryngologie et de chirurgie cervico-faciale. 38(2), 157-165. Dostupné z: doi:10.2310/7070.2007.0021

ČAKRT, Ondřej a Jaroslav JEŘÁBEK, 2017. Vestibulární rehabilitace. Neurologie pro praxi. SOLEN, 18(3), 170-173. Dostupné také z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2017/03/07.pdf>

DAVIES, Hilary R., Dorina CADAR, Annie HERBERT, Martin ORRELL a Andrew STEPTOE, 2017. Hearing Impairment and Incident Dementia: Findings from the English Longitudinal Study of Ageing. Journal of the American Geriatrics Society. 65(9), 2074-2081. ISSN 00028614. Dostupné z: doi:10.1111/jgs.14986

Deafness and Hearing Loss, 2021. World Health Organization [online]. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>

DHANASINGH, Anandhan a Ingeborg HOCHMAIR, 2021. Bilateral cochlear implantation. Acta Oto-Laryngologica. 141(sup1), 1-21. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.1080/00016489.2021.1888193

DILLON, Margaret T., Emily BUSS, Meredith A. ROTH, English R. KING, Ellen J. DERES, Craig A. BUCHMAN, Harold C. PILLSBURY a Kevin D. BROWN, 2018. Effect of Cochlear Implantation on Quality of Life in Adults with Unilateral Hearing Loss. *Audiology and Neurotology*. 22(4-5), 259-271. ISSN 1420-3030. Dostupné z: doi:10.1159/000484079

DIXON, Peter R., Matthew CROWSON, David SHIPP, Kari SMILSKY, Vincent Y. LIN, Trung LE a Joseph M. CHEN, 2020. Predicting Reduced Tinnitus Burden After Cochlear Implantation in Adults. 41(2), 196-201. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/MAO.0000000000002481

DRAKE, Richard, A. Wayne VOGL a Adam W. M. MITCHELL, 2009. *Gray's Anatomy for Students*, s.902-919. 2. vydání. Elsevier. ISBN 9781437720556.

GARCÍA, Juan M., Diana Paola URQUIJO, Mauricio PUERTA, et al., 2020. Cochlear implant in patients with single sided deafness: hearing results and communicative benefits. *Cochlear Implants International*. 21(3), 136-144. ISSN 1467-0100. Dostupné z: doi:10.1080/14670100.2019.1691321

GILLIS, Martha M., David A. F. HAAGA a Gary T. FORD, 1995. Normative values for the Beck Anxiety Inventory, Fear Questionnaire, Penn State Worry Questionnaire, and Social Phobia and Anxiety Inventory. *Psychological Assessment*. 7(4), 450-455. ISSN 1939-134X. Dostupné z: doi:10.1037/1040-3590.7.4.450

GIRAUD, K., J.F. DÉMONET, M. HABIB, P. MARQUIS, P. CHAUVEL a C. LIÉGEOIS-CHAUVEL, 2005. Auditory Evoked Potential Patterns to Voiced and Voiceless Speech Sounds in Adult Developmental Dyslexics with Persistent Deficits. *Cerebral Cortex*. 15(10), 1524-1534. ISSN 1460-2199. Dostupné z: doi:10.1093/cercor/bhi031

GNANASEGARAM, Joshua J., William J. PARKES, Sharon L. CUSHING, Carmen L. MCKNIGHT, Blake C. PAPSIN a Karen A. GORDON, 2016. Stimulation from Cochlear Implant Electrodes Assists with Recovery from Asymmetric Perceptual Tilt: Evidence from the Subjective Visual Vertical Test. *Frontiers in Integrative Neuroscience*. 10. ISSN 1662-5145. Dostupné z: doi:10.3389/fnint.2016.00032

GUYTON, Arthur C. a John E. HALL, 2011. *Textbook of Medical Physiology*, s. 633-678. Dvánácté vydání. Saunders/Elsevier. ISBN 978-1-4160-4574-8.

HAMZAVI, Jafar, Werner DEUTSCHE, Wolf Dieter BAUMGARTNER, Wolfgang BIGENZAHN a Wolfgang GSTOETTNER, 2000. Short-Term Effect of Auditory Feedback on Fundamental Frequency after Cochlear Implantation. *International Journal of Audiology*. 39(2), 102-105. ISSN 1499-2027. Dostupné z: doi:10.3109/002060900009073060

HANDZEL, Ophir, Barbara J BURGESS a Joseph B NADOL, 2006. Histopathology of the Peripheral Vestibular System after Cochlear Implantation in the Human. 27(1), 57-64. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/01.mao.0000188658.36327.8f

HORGA, Damir a Marko LIKER, 2009. Voice and pronunciation of cochlear implant speakers. 20(2-3), 211-217. ISSN 0269-9206. Dostupné z: doi:10.1080/02699200400027015

CHETANA, Naik a Rane JAYESH, 2015. Subjective Visual Vertical in Various Vestibular Disorders by Using a Simple Bucket Test. 67(2), 180-184. ISSN 2231-3796. Dostupné z: doi:10.1007/s12070-014-0760-0

IBRAHIM, Iman, Sabrina Daniela DA SILVA, Bernard SEGAL a Anthony ZEITOUNI, 2017. Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study. 46(1). ISSN 1916-0216. Dostupné z: doi:10.1186/s40463-017-0224-0

Implantable Devices for Single-Sided Deafness and Conductive or Mixed Hearing Loss: A Health Technology Assessment, 2020. Ontario Health Technology Assessment Series. 20(1). PMID: 32194878; PMCID: PMC7080453.

JACOBSON, G. P. a C. W. NEWMAN, 1990. The Development of the Dizziness Handicap Inventory. Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 116(4), 424-427. ISSN 0886-4470. Dostupné z: doi:10.1001/archotol.1990.01870040046011

JIN, Yulian, Masako NAKAMURA, Yukiko SHINJO a Kimitaka KAGA, 2009. Vestibular-evoked myogenic potentials in cochlear implant children. Acta Oto-Laryngologica. 126(2), 164-169. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.1080/00016480500312562

JOVANOVIĆ, Stevan a Ksenija RIBARIĆ-JANKES, 2008. Subjective visual vertical test: Normative values in healthy population. Srpski arhiv za celokupno lekarstvo. 136(11-12), 585-589. ISSN 0370-8179. Dostupné z: doi:10.2298/SARH0812585J

KRAUSE, Eike, Julia P. R. LOUZA, John-Martin HEMPEL, Juliane WECHTENBRUCH, Tobias RADER a Robert GÜRKOV, 2009. Effect of cochlear implantation on horizontal semicircular canal function. European Archives of Oto-Rhino-Laryngology. 266(6), 811-817. ISSN 0937-4477. Dostupné z: doi:10.1007/s00405-008-0815-5

KRAUSE, Eike, Julia P.R. LOUZA, Juliane WECHTENBRUCH a Robert GÜRKOV, 2010. Influence of cochlear implantation on peripheral vestibular receptor function. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 142(6), 809-813. ISSN 0194-5998. Dostupné z: doi:10.1016/j.otohns.2010.01.017

LE NOBEL, Gavin J., Euna HWANG, Adrian WU, Sharon CUSHING a Vincent Y. LIN, 2016. Vestibular function following unilateral cochlear implantation for profound sensorineural hearing loss. 45(1). ISSN 1916-0216. Dostupné z: doi:10.1186/s40463-016-0150-6

LIKER, Marko, Vesna MILDNER a Branka ŠINDIJA, 2009. Acoustic analysis of the speech of children with cochlear implants: A longitudinal study. 21(1), 1-11. ISSN 0269-9206. Dostupné z: doi:10.1080/02699200400026991

LIU, Shaofeng, Fang WANG, Peipei CHEN, Na ZUO, Cheng WU, Jun MA, Jingjiang HUANG a Chuanxi WANG, 2019. Assessment of outcomes of hearing and speech rehabilitation in children with cochlear implantation. *Journal of Otology*. 14(2), 57-62. ISSN 16722930. Dostupné z: doi:10.1016/j.joto.2019.01.006

LOUZA, Julia, Caspar Leon KLAPPERT, Georg LEDDEROSE, Robert GÜRKOV a Eike KRAUSE, 2018. Cochlear Implant Surgery and the Risk of Falls in an Adult Population. 39(2), e74-e79. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/MAO.0000000000001656

MEDel [online]. [cit. 2022-08-08]. Dostupné z: <https://www.medel.com>

NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ, 2015. *Přehled anatomie*, s. 319-323. Třetí vydání. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-450-7.

NAYAK, Neil, Brian KELLERMEYER, Lynette DORNTON, Cameron HEYD, Christine S. KIM a Jack J. WAZEN, 2022. Vestibular dysfunction in cochlear implant candidates: Prevalence and outcomes. *American Journal of Otolaryngology*. 43(1). ISSN 01960709. Dostupné z: doi:10.1016/j.amjoto.2021.103171

NEWMAN, C. W., G. P. JACOBSON a J. B. SPITZER, 1996. Development of the Tinnitus Handicap Inventory. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 122(2), 143-148. ISSN 0886-4470. Dostupné z: doi:10.1001/archotol.1996.01890140029007

OGAWA, Yasuo, Mami HAYASHI, Koji OTSUKA, Shigetaka SHIMIZU, Taro INAGAKI, Akira HAGIWARA, Tetsuya YAMADA a Mamoru SUZUKI, 2009. Subjective visual vertical in patients with ear surgery. *Acta Oto-Laryngologica*. 130(5), 576-582. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.3109/00016480903352967

PARK, So Young, Min Jung KIM, Hong Lim KIM, Dong Kee KIM, Sang Won YEO a Shi Nae PARK, 2018. Cognitive decline and increased hippocampal p-tau expression in mice with hearing loss. *Behavioural Brain Research*. 342, 19-26. ISSN 01664328. Dostupné z: doi:10.1016/j.bbr.2018.01.003

PAVESE, Chiara, Miriam CECINI, Nora CAMERINO, Annalisa DE SILVESTRI, Carmine TINELLI, Maurizio BEJOR a Elena DALLA TOFFOLA, 2014. Functional and Social Limitations After Facial Palsy: Expanded and Independent Validation of the Italian Version of the Facial Disability Index. *Physical Therapy*. 94(9), 1327-1336. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20130254

PEREIRA, Cristiana Borges, Aline Kozoroski KANASHIRO, Fernanda Martins MAIA a Egberto Reis BARBOSA, 2014. Correlation of impaired subjective visual vertical and postural instability in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*. 346(1-2), 60-65. ISSN 0022510X. Dostupné z: doi:10.1016/j.jns.2014.07.057

PIERZYCKI, Robert H. a Pádraig T. KITTERICK, 2021. Insomnia, Anxiety and Depression in Adult Cochlear Implant Users With Tinnitus. 42(1), 235-243. ISSN 1538-4667. Dostupné z: doi:10.1097/AUD.0000000000000900

POUSOROUGH, S, A GHORBANI, M KAMALI, N YOUSEFI a Z POURSOROUGH, 2015. Speech Intelligibility of Cochlear-Implanted and Normal-Hearing Children. *Iran Journal of Otorhinolaryngology*. 27(82), 361-367. PMID: 26568940; PMCID: PMC4639689.

PTÁČEK, Radek, J RABOCH, M VŇUKOVÁ, J HLINKA a M ANDERS, 2016. Beckova škála deprese BDI-II - standardizace a využití v praxi. *Česká a slovenská Psychiatrie*. 112(6), 270-274. Dostupné také z: http://www.cspsychiatr.cz/dwnld/CSP_2016_6_270_274.pdf

QIAN, Zhen Jason, Kapil WATTAMWAR, Francesco F. CARUANA, Jenna OTTER, Matthew J. LESKOWITZ, Barbara SIEDLECKI, Jaelyn B. SPITZER a Anil K. LALWANI, 2016. Hearing Aid Use is Associated with Better Mini-Mental State Exam Performance. *The American Journal of Geriatric Psychiatry*. 24(9), 694-702. ISSN 10647481. Dostupné z: doi:10.1016/j.jagp.2016.03.005

RØDVIK, Arne Kirkhorn, Ole TVETE, Janne von Koss TORKILDSEN, Ona Bø WIE, Ingebjørg SKAUG a Juha Tapio SILVOLA, 2019. Consonant and Vowel Confusions in Well-Performing Children and Adolescents With Cochlear Implants, Measured by a Nonsense Syllable Repetition Test. *Frontiers in Psychology*. 10. ISSN 1664-1078. Dostupné z: doi:10.3389/fpsyg.2019.01813

RUTHERFORD, Bret R., Katharine BREWSTER, Justin S. GOLUB, Ana H. KIM a Steven P. ROOSE, 2018. Sensation and Psychiatry: Linking Age-Related Hearing Loss to Late-Life Depression and Cognitive Decline. *American Journal of Psychiatry*. 175(3), 215-224. ISSN 0002-953X. Dostupné z: doi:10.1176/appi.ajp.2017.17040423

SARAC, Elif Tugba, Merve OZBAL BATUK, Isa Tuncay BATUK a Semsettin OKUYUCU, 2020. Effects of Cochlear Implantation on Tinnitus and Depression. *ORL*. 82(4), 209-215. ISSN 0301-1569. Dostupné z: doi:10.1159/000508137

SEO, Young Joon, Hyun Ji KIM, In Seok MOON a Jae Young CHOI, 2015. Changes in Tinnitus After Middle Ear Implant Surgery. 36(6), 705-709. ISSN 0196-0202. Dostupné z: doi:10.1097/AUD.0000000000000187

SHANKAR, Aparna, Mark HAMER, Anne MCMUNN a Andrew STEPTOE, 2013. Social Isolation and Loneliness. *Psychosomatic Medicine*. 75(2), 161-170. ISSN 0033-3174. Dostupné z: doi:10.1097/PSY.0b013e31827f09cd

SUN, Daniel Q., M. Geraldine ZUNIGA, Marcela DAVALOS-BICHARA, John P. CAREY a Yuri AGRAWAL, 2014. Evaluation of a bedside test of utricular function – the bucket test – in older individuals. *Acta Oto-Laryngologica*. 134(4), 382-389. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.3109/00016489.2013.867456

TÁVORA-VIEIRA, Dayse, Roberta MARINO, Aanand ACHARYA a Gunesh P. RAJAN, 2015. The Impact of Cochlear Implantation on Speech Understanding, Subjective Hearing Performance, and Tinnitus Perception in Patients with Unilateral Severe to Profound Hearing Loss. 36(3), 430-436. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/MAO.0000000000000707

THOM, Joshua J., Matthew L. CARLSON, Michael D. OLSON, Brian A. NEFF, Charles W. BEATTY, George W. FACER a Colin L. W. DRISCOLL, 2013. The prevalence and clinical course of facial nerve paresis following cochlear implant surgery. *The Laryngoscope*. 123(4), 1000-1004. ISSN 0023852X. Dostupné z: doi:10.1002/lary.23316

TIEN, Hui-Chi a Fred H. LINTHICUM, 2002. Histopathologic Changes in the Vestibule after Cochlear Implantation. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 127(4), 260-264. ISSN 0194-5998. Dostupné z: doi:10.1067/mhn.2002.128555

TODT, Ingo, Dietmar BASTA a Arne ERNST, 2008. Does the surgical approach in cochlear implantation influence the occurrence of postoperative vertigo?. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*. 138(1), 8-12. ISSN 0194-5998. Dostupné z: doi:10.1016/j.otohns.2007.09.003

TOH, Elizabeth H a William M LUXFORD, 2002. Cochlear and brainstem implantation. *Otolaryngologic Clinics of North America*. 35(2), 325-342. ISSN 00306665. Dostupné z: doi:10.1016/S0030-6665(02)00016-6

UCHANSKI, Rosalie M. a Ann E. GEERS, 2003. Acoustic Characteristics of the Speech of Young Cochlear Implant Users: A Comparison with Normal-Hearing Age-Mates. *Ear and Hearing*. 24(Supplement), 90S-105S. ISSN 0196-0202. Dostupné z: doi:10.1097/01.AUD.0000051744.24290.C1

VALKO, Yulia, Stefan C.A. HEGEMANN, Konrad P. WEBER, Dominik STRAUMANN a Christopher J. BOCKISCH, 2011. Relative diagnostic value of ocular vestibular evoked potentials and the subjective visual vertical during tilt and eccentric rotation. *Clinical Neurophysiology*. 122(2), 398-404. ISSN 13882457. Dostupné z: doi:10.1016/j.clinph.2010.06.023

VANSWEARINGEN, Jessie M a Jennifer S BRACH, 1996. The Facial Disability Index: Reliability and Validity of a Disability Assessment Instrument for Disorders of the Facial Neuromuscular System. *Physical Therapy*. 76(12), 1288-1298. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/76.12.1288

WANG, Line, Jigang YANG, Changcan JIANG a Daoxing ZHANG, 2013. Cochlear implantation surgery in patients with narrow facial recess. *Acta Oto-Laryngologica*. 133(9), 935-938. ISSN 0001-6489. Dostupné z: doi:10.3109/00016489.2013.797602

WHITNEY, Susan L., Diane M. WRISLEY, Kathryn E. BROWN a Joseph M. FURMAN, 2004. Is Perception of Handicap Related to Functional Performance in Persons with Vestibular Dysfunction?. 25(2), 139-143. ISSN 1531-7129. Dostupné z: doi:10.1097/00129492-200403000-00010

YANG, Juanmei, Jing SONG, Xiang ZHAO, Carol PANG, Ning CONG, Zhao HAN a Jianguang XU, 2021. Restoration of Deafferentation Reduces Tinnitus, Anxiety, and Depression: A Retrospective Study on Cochlear Implant Patients. *Neural Plasticity*. 2021, 1-8. ISSN 1687-5443. Dostupné z: doi:10.1155/2021/6678863

YUAN, Y. Y. a P. DAI, 2021. Surgical strategy of minimally invasive cochlear implantation. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 101(2), 87-91. Dostupné z: doi:10.3760/cma.j.cn112137-20201001-02764

ZACHARIA, Thomas, Priyanka Vas NAIK, Shwetha SADA, Jency Gangan KUNIYIL a Vikas Mysore DWARAKANATH, 2012. Development and standardization of tinnitus handicap inventory in Kannada. *The International Tinnitus Journal*. 17(2), 117-123. ISSN 0946-5448. Dostupné z: doi:10.5935/0946-5448.20120022

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Rozdělení pohlaví ve skupině po KI a v kontrolní skupině	38
Graf 2: Věkové rozdělení ve skupině po KI a v kontrolní skupině	38
Graf 3: Typ použitého kochleárního implantátu	39
Graf 4: Pozice kochleárního implantátu	39
Graf 5: Přítomnost kochleárního implantátu bilaterálně	39
Graf 6: Průměrná odchylka SZV za statických podmínek, 4. měření	40
Graf 7: Podíl osob s abnormální velikostí odchylky	41
Graf 8: Průměrná hodnota Sway Path Total za podmínky č. 6, 4. měření	43
Graf 9: DHI – četnost celkového skóre	45
Graf 10: DHI – kategorizace závažnosti hendikepu	45
Graf 11: DHI – četnost hodnocení emoční složky	46
Graf 12: DHI – četnost hodnocení funkční složky	47
Graf 13: DHI – četnost hodnocení fyzické složky	47
Graf 14: THI – četnost výsledného skóre	48
Graf 15: THI – kategorizace závažnosti hendikepu	48
Graf 16: FDI – četnost celkového skóre	49
Graf 17: FDI – četnost hodnocení funkční složky	50

Graf 18: FDI – četnost hodnocení sociálně-emoční složky	50
Graf 19: BAI – četnost výsledného skóre	51
Graf 20: BAI – kategorizace vážnosti úzkostí	51
Graf 21: BDI-II – četnost celkového skóre	52
Graf 22: BDI-II – kategorizace stupně deprese	52

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Četnost průměrných odchylek od SZV za statických podmínek, 4. měření	41
Tabulka 2: Četnost průměrných hodnot Sway Path Total za podmínky č. 6, 4. měření	44
Tabulka 3: Korelace mezi jednotlivými škálami	54

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Ukázka z vyšetření subjektivní zrakové vertikály	32
Příloha 2: Ukázka z vyšetření statické posturografie	34
Příloha 3: Informovaný souhlas — vzor	81

PŘÍLOHY

Příloha 3: Informovaný souhlas — vzor



INFORMOVANÝ SOUHLAS s účastí ve výzkumné studii

Název projektu: Vestibulární funkce a kvalita života pacientů po kochleární implantaci
Pracoviště: Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF a FN Motol
Řešitel: Mgr. Sára Koutná, doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Děkujeme za Váš zájem účastnit se studie, která má za cíl detekovat vliv kochleární implantace na jiné než sluchové funkce vestibulárního systému, což může mít za následek jak změnu posturálního chování, tak například i vznik závratí.

Informace o studii

Výsledky dosud publikovaných studií jsou značně kontroverzní a popisují jak zlepšení, tak i zhoršení funkce vestibulárního labyrintu u implantovaných pacientů. Předmětem tohoto výzkumného projektu bude zkoumání vlivu kochleární implantace a posouzení, zda elektrická stimulace sluchového nervu ovlivňuje i další funkce jako je stabilita stoje, funkce otolitového systému a prostorové vnímání (vznik závratí). Cílem práce bude pomocí elektrofyziologických metod detekovat odchylky ve stabilometrickém vyšetření, vyšetření evokovaných vestibulárních potenciálů a vnímání subjektivní zrakové vertikály. Dále pak monitorovat psychickou náročnost procesu léčby pomocí dotazníkového šetření.

Účel a přínos studie

Získaná data budou použita k vypracování disertační práce, dále budou data prezentována na odborných konferencích a publikována v odborném časopise s impact faktorem. Pomocí získaných dat bude možné pacienty, u kterých dojde ke zhoršení vestibulárních funkcí, predikovat a symptomatickým jedincům pak nabídnout cílenou vestibulární rehabilitaci. Do budoucna mohou data sloužit i jako podklad pro studii zabývající se kochleární implantací u dětských pacientů.

FN Motol
Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol
v Úvaldech
Praha 5 – Motol
350 06

Stránka 2 z 2

Ochrana osobních údajů

S Vašimi údaji bude nakládáno jako s přísně důvěrnými dle zásad pro ochranu osobních údajů v souladu s platnými právními předpisy České republiky. K Vaším údajům budou mít přístup pouze pověřené vědecké pracovníci, kteří se účastní této studie, a pověřené osoby z řad zaměstnanců pracoviště. Vaše osobní údaje nebudou nikde zveřejněny a zpracovávání zjištěných dat proběhne anonymně. Identifikační údaje budou nahrazeny číselným kódem a k převodnímu klíči bude mít přístup pouze řešitel studie a pověřené osoby řešitelského týmu.

Účast ve studii

Vaše účast ve studii je zcela dobrovolná. Můžete svobodně odmítnout účast v této studii nebo můžete z této studie kdykoliv a bez udání důvodu vystoupit. V průběhu celé studie máte právo klást otázky týkající se této studie, které Vám zodpoví odborný personál nebo můžete kontaktovat Mgr. Sárku Koutnou, osobu odpovědnou za studii, pomocí emailové adresy: Sara.Koutna@fnmotol.cz.

Byl/a jsem seznámen/a s podmínkami, cílem a obsahem výzkumného projektu. Svým podpisem stvrzuji dobrovolnou účast ve studii.

Jméno a příjmení:

Datum narození:

Podpis: