

UNIVERZITA KARLOVA

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Lucie Ištoková

**Vliv kochleárního implantátu na vestibulární
funkce u dospělých pacientů**

Diplomová práce

Praha 2020

Autor práce: **Bc. et Bc. Lucie Ištoková, DiS.**

Vedoucí práce: **Mgr. Klára Kučerová**

Oponent práce: **doc. PhDr. Ondřej Čakrt, Ph.D.**

Datum obhajoby: **8. 6. 2020**

Bibliografický záznam

IŠTOKOVÁ, Lucie. Vliv kochleárního implantátu na vestibulární funkce u dospělých pacientů. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2020. 58 s., přílohy. Vedoucí diplomové práce Mgr. Klára Kučerová.

Abstrakt

Těžká sluchová porucha je standardně léčena kochleární implantací. Vzhledem k anatomické blízkosti a propojenosti vestibulokochleárního nervu je možné ovlivnění vestibulárních funkcí.

Cílem diplomové práce je zhodnotit vliv jednostranné kochleární implantace na posturální stabilitu a vestibulární funkce u dospělých pacientů s těžkou sluchovou ztrátou vzniklou postlingválně. 11 pacientů ve věku 28–72 let bylo vyšetřeno den před operací, den po operaci a s odstupem průměrně 25 dní od operace. Hodnocení bylo složeno ze zkrácené formy dotazníku Dizziness Handicap Inventory (DHI), testu Timed Up and Go (TUG), statické stabilometrie a percepce subjektivní zrakové vertikály (SVV) statické i dynamické.

Signifikantní zhoršení TUG a SVV bylo zaznamenáno zejména těsně po operaci, v dynamické SVV především při rotaci zorného pole doleva. Ve stabilometrii byl signifikantní nálezn pouze při stoji na tvrdé podložce se zavřenými očima. S odstupem od operace došlo ke zlepšení v TUG, SVV a stabilometrii, signifikantní rozdíly přetrvávaly v posturálně náročnějších situacích (zavřené oči, zakloněná hlava) a pacienti s operací vpravo měli významně vyšší odchylku směrem doleva. Předoperačního stavu bylo dosaženo v testu TUG. V dotazníku DHI nebylo prokázáno statisticky významné zhoršení subjektivních pocitů závratí v žádném měření po operaci.

Kochleární implantace vede ke zhoršení vestibulárních funkcí těsně po operaci. S odstupem od operace se vestibulární funkce opět zlepšují, avšak u některých pacientů přetrvávají deficity. Klinický nálezn však nekoreluje se subjektivními pocity pacientů.

Klíčová slova

kochleární implantát, vestibulární funkce, Dizziness Handicap Inventory, Timed Up and Go, stabilometrie, subjektivní zraková vertikála

Bibliographic identification

IŠTOKOVÁ, Lucie. The influence of cochlear implant on vestibular function in adult patients. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2020. 58 p., Appendices. Thesis supervisor Mgr. Klára Kučerová.

Abstract

Severe hearing loss is standardly treated by cochlear implantation. Considering the anatomical proximity and interconnection to the vestibulocochlear nerve, it is possible to influence vestibular functions.

The aim of this diploma thesis is to evaluate the effect of unilateral cochlear implantation on postural stability and vestibular function in adult patients with severe hearing loss caused postlingually. Eleven patients aged 28–72 were examined the day before surgery, the day after surgery, and on average 25 days after surgery. The evaluation consisted of short-form Dizziness Handicap Inventory (DHI), Timed Up and Go testing (TUG), static stabilometry and the perception of the subjective visual vertical (SVV) static and dynamic.

Significant deterioration of TUG and SVV was recorded particularly immediately after surgery. In dynamic SVV, especially, when the field of view rotated to the left. Considerable results in stabilometry were only when standing on a hard surface with eyes closed. Improvements in TUG, SVV and stabilometry were achieved after a longer period after surgery. Significant differences persisted in more posturally complicated situations (eyes closed, head extended) and patients with surgery on the right side had a considerable higher deviation to the left. Preoperative status was achieved in TUG testing. DHI questionnaire did not revealed any statistically significant worsening of subjective dizziness in any measurement after surgery.

Cochlear implantation leads to deterioration of vestibular function immediately after surgery. With passing of time since surgery, vestibular function improves again, but deficits persist in some patients. However, the clinical findings do not correlate with the subjective feelings of patients.

Keywords

cochlear implant, vestibular function, Dizziness Handicap Inventory, Timed Up and Go, stabilometry, subjective visual vertical

Seznam zkratek

AIT – alergenová imunoterapie	MRI – magnetic resonance imaging
ASK – artroskopie	OA – osteoartróza
BCI – oboustranná kochleární implantace	OSVČ – osoba samostatně výdělečně činná
BVP – bilaterální vestibulopatie	OVAR – off-vertical axis rotation
CI – kochleární implantát nebo kochleární implantace	oVEMP – okulární vestibulární evokované myogenní potenciály
CT – počítačová tomografie	RA – revmatoidní artritida
cVEMP – cervikální vestibulární evokované myogenní potenciály	RAK – ramenní kloub
COP – centre of pressure	RF – revmatický faktor
Cp – krční páteř	SD – směrodatná odchylka nebo starobní důchodce
DHI – Dizziness Handicap Inventory	sin – vlevo
DNA – deoxyribonukleová kyselina	st. p. – status post
dx – vpravo	SVV – subjektivní zraková vertikála
GSC – ganglion spirale cochlae	TEP – totální endoprotéza
HIT – head impulse test	TUG – Timed up and Go
m. - muscle	UCI – jednostranná kochleární implantace
HN – hypertenzní nemoc	VAS – vertebrogenní algický syndrom
	VOR – vestibulo-okulární reflex

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Mgr. Kláry Kučerové, uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne:

Lucie Ištuková

Poděkování

Děkuji vedoucí Mgr. Kláře Kučerové za uvedení do tématu kochleárních implantací a podnětné poznámky při vedení diplomové práce. Velmi děkuji všem vyšetřeným pacientům za ochotnou spolupráci při opakovaném měření. Dále děkuji panu docentu MUDr. Janu Boučkovi, Ph.D. za poskytnutí stáže během operace kochleární implantace. Chci poděkovat Elišce, Láďovi, Extráčovi a Vlád'ovi, kteří mi pomohli si poradit se statistickým zpracováním dat. Za formální a jazykovou korekturu mockrát děkuji Martinovi. Nakonec ze srdce děkuji mé rodině za vytrvalou podporu při studiu.

OBSAH

ÚVOD	7
1 KOCHLEÁRNÍ IMPLANTÁT	8
1.1 PRINCIP FUNGOVÁNÍ KOCHLEÁRNÍHO IMPLANTÁTU	10
1.2 INDIKACE	12
1.3 OPERACE	13
2 PROPOJENÍ VESTIBULÁRNÍHO APARÁTU	15
3 VYŠETŘENÍ VESTIBULÁRNÍHO SYSTÉMU	17
4 CÍLE A HYPOTÉZY	19
4.1 CÍL PRÁCE	19
4.2 HYPOTÉZY	19
4.2.1 Hypotéza č. 1	19
4.2.2 Hypotéza č. 2	19
4.2.3 Hypotéza č. 3	19
4.2.4 Hypotéza č. 4	19
4.2.5 Hypotéza č. 5	20
4.2.6 Hypotéza č. 6	20
5 METODIKA	21
5.1 POPIS VZORKU TESTOVANÝCH OSOB	21
5.2 PRŮBĚH MĚŘENÍ	22
5.3 DIZZINESS HANDICAP INVENTORY	22
5.4 TIMED UP AND GO	22
5.5 STABILOMETRIE	23
5.6 SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA	25
5.7 ZPRACOVÁNÍ DAT	26
6 VÝSLEDKY	28
6.1 DIZZINESS HANDICAP INVENTORY	28
6.2 TIMED UP AND GO	29
6.3 STABILOMETRIE	30
6.4 SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA	36
7 DISKUZE	42
ZÁVĚR	49
REFERENČNÍ SEZNAM	50
SEZNAM OBRÁZKŮ	56
SEZNAM TABULEK	57
SEZNAM GRAFŮ	58
SEZNAM PŘÍLOH	59
PŘÍLOHY	60

ÚVOD

Standardem léčby těžké sluchové poruchy je kochleární implantace. Implantát stimuluje zakončení sluchového nervu v centrální části kochley a nahrazuje funkci vnitřního ucha.

Anatomická propojenost statoakustického aparátu a jednotný svazek vestibulokochleárního nervu vybízí k otázce, zda kochleární implantát nějak ovlivňuje vestibulární systém.

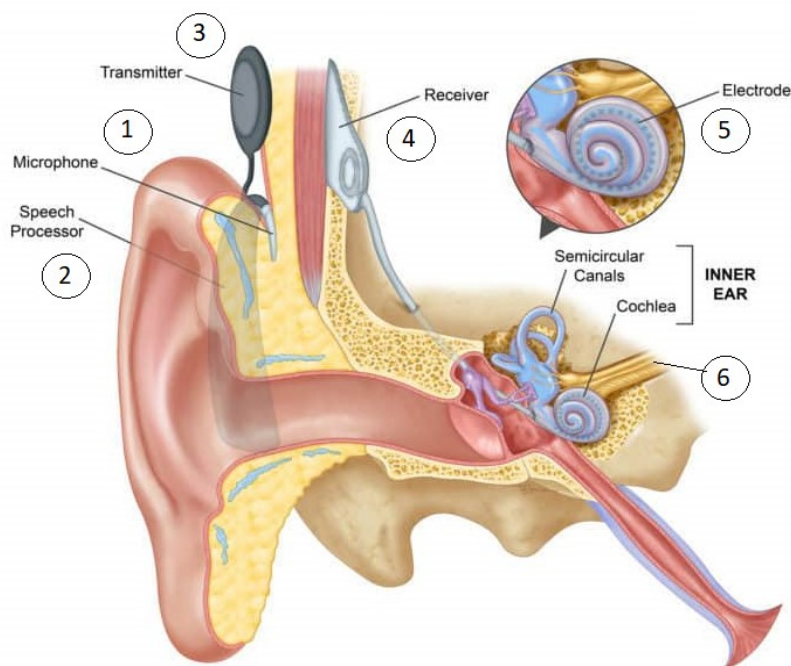
Cílem diplomové práce je zjistit, jaký vliv má kochleární implantát na vestibulární funkce u dospělých pacientů. V teoretické části je představen kochleární implantát, princip jeho funkce, operační přístup a indikační skupiny. Je zde přiblížena propojenost statoakustického aparátu a popsány běžně používané klinické testy pro vyšetření vestibulárního systému.

Pro výzkumnou část bylo vyšetřeno 11 dospělých pacientů indikovaných ke kochleární implantaci. Pacienti absolvovali tři měření (před operací, po operaci, s odstupem několika dní od operace). V každém měření byly zjišťovány subjektivní pocity nerovnováhy pomocí zkrácené formy dotazníku Dizziness Handicap Inventory, rizikovitost pádu testem Timed Up and Go, posturální stabilita pomocí statické stabilometrie a percepce subjektivní zrakové vertikály statické i dynamické.

1 KOCHLEÁRNÍ IMPLANTÁT

Kochleární implantát je zatím jediná běžně klinicky používaná smyslová náhrada, která nahrazuje funkci vnitřního ucha přímou elektrickou stimulací zakončení sluchového nervu. První kochleární implantace byla v České republice provedena 19. ledna 1987 profesorem Janem Betkou a lékařem Milošem Valvodou (Plzák, 2017). Tehdy byla realizována první implantace jednokanálové neuroprotézy na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a rehabilitace sluchu a řeči pak na Foniatrické klinice 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy. První implantaci dětskému pacientovi provedl docent Zdeněk Kabelka v roce 1993. Od počátku se řeší problémy, jak zpracovat řečový signál, jaké použít spolehlivé technologie a materiály a zda zavádět elektrodu extra- nebo intrakochleárně (Bouček, 2017; Hahn, 2007).

Princip kochleární implantace spočívá v nahrazení funkce vnitřního ucha elektrickou stimulací zakončení sluchového nervu v centrální části kochley. Kochleární implantát má dvě části – vnitřní plně implantovatelný vlastní implantát a zevní zvukový procesor (obr. 1). Tělo vnitřní části (obr. 2) implantátu je vyrobeno z medicínálního silikonu a má několik částí.



Obrázek 1. KOCHLEÁRNÍ IMPLANTÁT

- 1) Mikrofony na zvukovém procesoru
- 2) Zvukový procesor
- 3) Vysílací cívka zvukového procesoru
- 4) Přijímací cívka
- 5) Elektrodotový svazek
- 6) Vlákna VIII. hlavového nervu (A Cochlear Implant, 2020)

Anténa (přijímající cívka) přijímá radiofrekvenční signál generovaný zvukovým procesorem. Signál nese informaci, v jakém místě kochley a v jakém okamžiku je třeba stimulovat, a také je využíván k napájení implantabilní části. Titanové pouzdro s elektronikou, v níž probíhá zpracování informací ze signálu a kde jsou také generovány stimulační impulzy. Magnet, který je umístěný ve středu přijímací cívky v titanovém pouzdro, má za úkol přidržovat ve správné pozici vysílací cívku zvukového procesoru.



Obrázek 2. VNITŘNÍ ČÁST IMPLANTÁTU – model Cochlear Nucleus Profile Slim Modiolar CI532 (Internal parts:CI532, 2017)

Vnitřní část je během operace usazena do lůžka na povrchu lebky pod kůží za uchem. Z implantátu vychází elektrodový svazek, který je zaveden do hlemýžďe vnitřního ucha. Snahou je zavést svazek do scala tympani, kde je nejblíže ke ganglion spirale cochleae (GSC).

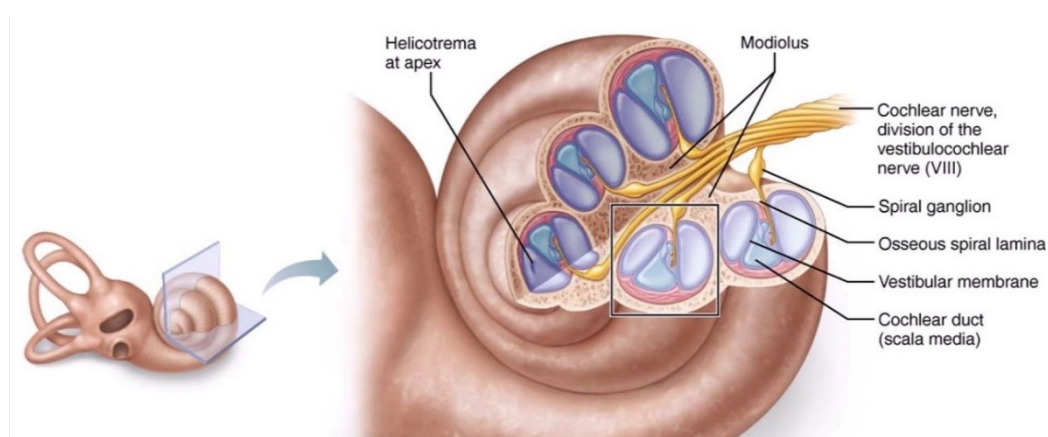
Zevní část (zvukový procesor) má tvar krabičky nebo závěsného sluchadla. Uvnitř je mikrofon, řečový procesor a na výstupu je opět cívka, která pomocí magnetu drží přes kůži na cílce vnitřní části (Hahn, 2007). Signálový (řečový) procesor analyzuje zvuky snímané mikrofonem a na tomto podkladě generuje stimulační impulzy tak, aby jimi vyvolané řetězce akčních potenciálů ve sluchovém nervu byly co nejblíže těm, které by ve stejné situaci vysílalo funkční vnitřní ucho. Jedině tehdy totiž mohou

být ve vyšších etážích sluchové dráhy rozpoznány jako smysluplné zvuky (Bouček, 2017).

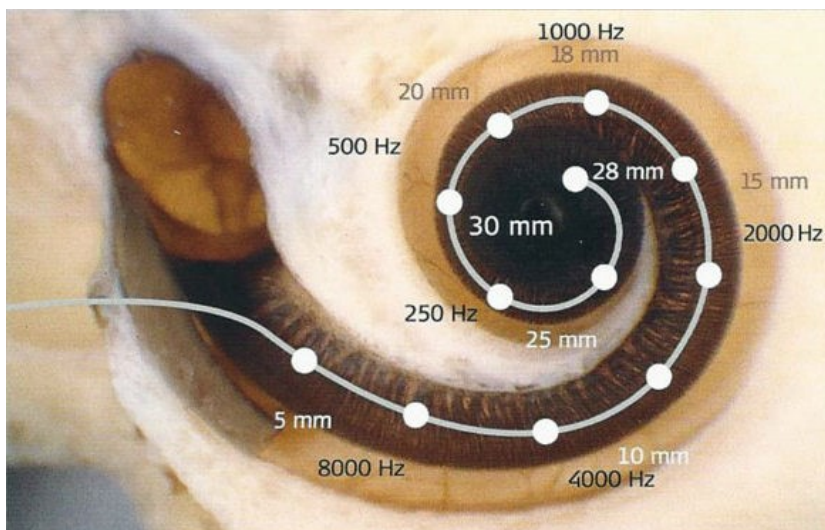
Implantát je vyvíjen tak, aby vyžadoval minimální zásah do měkkých i tvrdých tkání při zavádění během operace, ale aby byl zároveň spolehlivý, pevný, odolný vůči vodě a rovněž, aby mohli být pacienti v případě potřeby vyšetřeni i magnetickou rezonancí (Kabelka, 2013).

1.1 Princip fungování kochleárního implantátu

V centrální části hlemýždě – modiolu (Obrázek 3) – stimulují jednotlivé elektrody elektrodového svazku elektrickými impulzy přímo skupiny axonů sluchového nervu. Na základě fyziologického uspořádání vnitřního ucha je zajištěno vnímání jednotlivých výšek tónu v příslušných oblastech (tzv. tonotopické uspořádání – Obrázek 4). Zvuky s vysokou frekvencí rozkmitají bazilární membránu v oblasti baze, zvuky s nízkou frekvencí rozkmitávají bazilární membránu v celé její délce. Čím nižší frekvence, tím blíže apexu kochley. Elektrická stimulace v jednotlivých oblastech pak vyvolává vjemy podobné zvukům příslušné frekvence a výšky.



Obrázek 3. MODIOLUS (Marieb, 2016)



Obrázek 4. POZICE ELEKTROD UVNITŘ KOCHLEY A TONOTOPICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KOCHLEY
(Hearing Implants, 2019)

Vnímání zvuků je však velmi individuální a pacient může nové zvuky vnímat jinak než původní akustický vjem. Musí se proto nejdříve naučit sladit a přiřadit navzájem nové a původní vjemy. Částečně probíhá tento proces v oblasti nevědomí a velmi významně při tom napomáhá plasticita mozku. U mladších uživatelů bývá období přivykání kratší než u starších.

Výjimečně může toto období trvat několik hodin či dní, zpravidla však trvá 4–5 týdnů po operaci a v průběhu několika měsíců jsou schopni minimálně jednoduché komunikace bez odezírání. Maximálního efektu rozumění s implantátem u implantovaných ohluchlých proběhne v rozmezí 6 měsíců až 3 let (Bouček, 2017).

Je zřejmé, že slyšení zprostředkované elektrickou stimulací sluchového nervu je oproti normálnímu sluchu omezené. Je to způsobené nedokonalým propojením mezi elektronikou a sluchovým nervem, ale i tím, že sluchový nerv nemusí být vždy kompletně zachován. Proto pacienti mohou hůře slyšet ve složitých poslechových situacích jako např. při hluku, ozvěně, více mluvčích atd.

Vývoj implantátů však stále postupuje a výrobci se snaží omezení kompenzovat použitím pokročilých algoritmů pro předzpracování akustických signálů. V dnešních implantátech tedy existují systémy duálních mikrofonů s nastavitelnou směrovou charakteristikou – úzký svazek v hluku, všesměrový v tichém prostředí. Používají se filtry pro potlačení šumů a hluků (i působeného větrem). Některé nejnovější implantáty dokáží rozpoznávat akustická prostředí a optimální nastavení volit automaticky (Bouček, 2017).

1.2 Indikace

Kochleární implantát je standardem léčby pro pacienty s těžkou sluchovou poruchou a jsou dvě typické skupiny kandidátů pro kochleární implantaci.

První jsou děti s vrozenou těžkou sluchovou ztrátou, kdy jim sluchadlová protetika neumožní adekvátní vývoj sluchu a řeči. Implantát dostávají obvykle do dvou let, aby se vyvinulo v mozku sluchové centrum díky podnětům z implantátu (prelingvální implantace).

Druhou skupinou jsou dospělí, u kterých dojde k rozvoji těžké sluchové poruchy po vytvoření a fixaci řeči (postlingvální). Těmi se zabývá i tato diplomová práce. Dospělí, kteří neslyší od narození, nejsou vhodnými kandidáty, kvůli ukončení vývoje sluchového centra kolem šestého roku.

Pacient absolvuje zhodnocení určitých parametrů zejména audiologických a foniatrických, ale také neurologických a musí splňovat kritéria zhodnocení celkového zdravotního stavu včetně vyjádření praktického lékaře. Implantát je určen pro neslyšící, u nichž je poškozeno vnitřní ucho, avšak musí mít zachovaný sluchový nerv (Bouček, 2017; Šára, 2018).

Rozhodnutí závisí rovněž na celkové motivovanosti pacienta a ochoty podstoupit nejen operační fázi, ale nastoupit i dlouhodobou rehabilitační fázi. Neméně důležitý je proto i faktor psychického stavu či psychiatrického onemocnění, byť úspěšná kochleární implantace může vést k významnému zlepšení psychiky. Věk nebývá limitujícím faktorem, nicméně zvažuje se samozřejmě poměr rizik a benefitů vzhledem ke zlepšení kvality života. Předoperačně se provádí zobrazovací vyšetření CT a/nebo MRI a genetické vyšetření (mutace v genech pro connexin, mutace v mitochondriální DNA a vyšetření genů souvisejících s možnou poruchou sluchu) (Bouček, 2017).

Pro kladný výsledek kochleární implantace je důležitý čas mezi ohluchnutím (bez dostatečné kompenzace sluchadlem) a implantací. Čím delší čas uplyne (řádově v letech) bez adekvátní sluchové stimulace, tím horší je šance dobrého výsledku implantace.

Na trhu existují tři firmy, které implantát vyrábějí. Podle subtypu poruchy se vybírá nejvhodnější implantát. Implantát stojí kolem 600 000 Kč, implantace jsou hrazené pojišťovnou, opravy, výměny náhradních dílů či baterií po záruční lhůtě hradí pacient. Vzhledem k poměru nákladů a benefitů se považuje kochleární implantace za

jedno z neefektivněji vynaložených prostředků zdravotní péče (Bouček, 2017; Kabelka, 2013).

1.3 Operace

V České republice jsou celkem čtyři centra, ve kterých jsou prováděny kochleární implantace – Fakultní nemocnice Motol Praha, Fakultní nemocnice U Svaté Anny Brno, Fakultní nemocnice v Ostravě a Fakultní nemocnice v Hradci Králové.

Operace obvykle trvá 1–3 hodiny. Pacient je v průběhu operace v supinační poloze s výraznou rotací hlavy od operované strany.

V celkové anestezii je veden řez otevřeného tvaru S v retroaurikulární krajině, kde je pod periostem a temporálním svalem na lebce vytvořeno lůžko pro vložení přijímače/stimulátoru podle makety. Frézou se prostupuje skrze pneumatický systém mastoidu, otevře se antrum mastoideum. Provede se zadní tympanotomie a ozřejmí se hrana okrouhlého okénka. Je protnuta membrána okrouhlého okénka, otevřena scala tympani. Poté je pomalu zaveden svazek elektrod do scala tympani vnitřního ucha. Svazek elektrod je zafixován k zadní stěně zvukovodu sklo-ionomerním cementem a obložen kousky svalu z m. temporalis a je provedena sutura po vrstvách.

Svazek může být zaveden skrze okrouhlé okénko nebo skrze kochleostomii. Zavedení svazku musí být provedeno velmi jemně a velmi pomalu, aby nedošlo ke vzniku tlakové vlny a poškození nitroušních struktur. Jakékoliv perioperační trauma může vést k vazivovým změnám uvnitř kochley a ke zhoršení funkce implantátu (Bouček, 2017; Bouček ústní sdělení 2019).

Elektrodový svazek by neměl během zavádění poškodit bazilární membránu a proniknout do scala vestibuli. Typy implantátů lze rozdělit do 3 skupin, podle výsledné polohy elektrody:

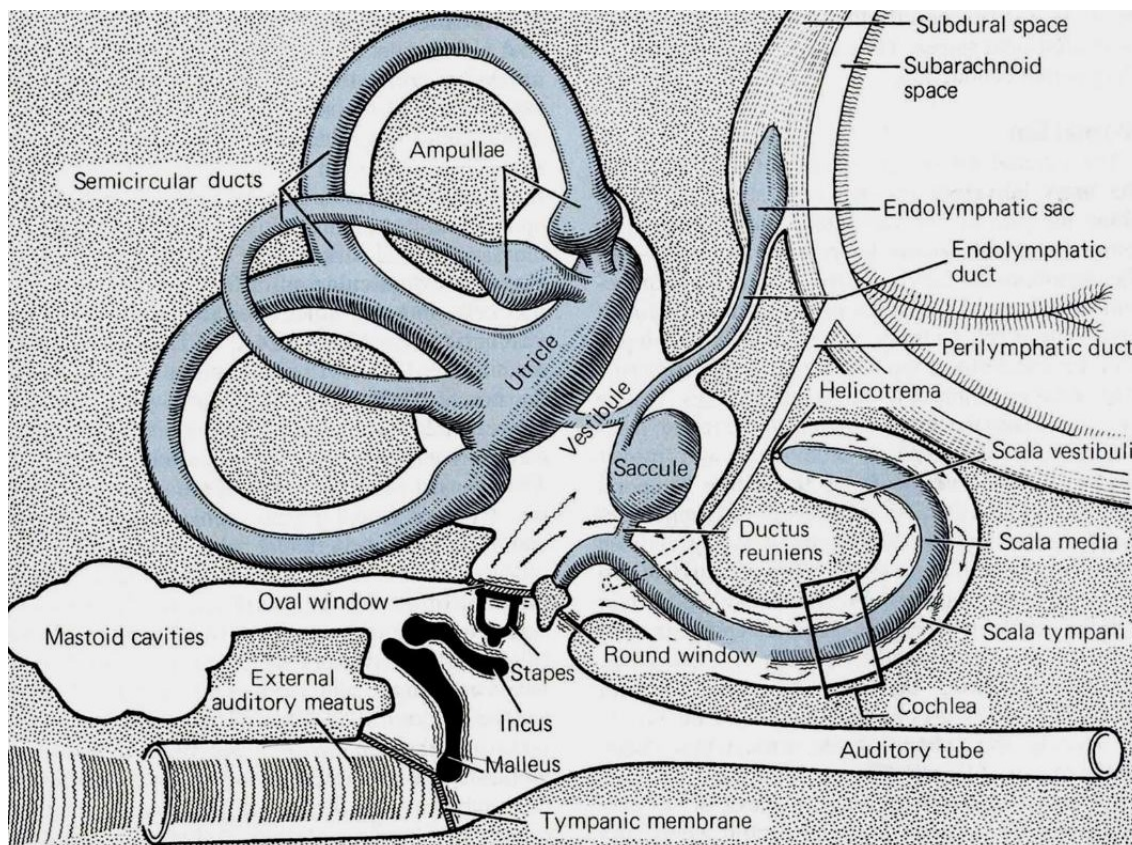
1. Elektroda uložena v blízkosti laterální strany
2. Elektroda uložena ve střední části scala tympani (mid-scala)
3. Elektroda s tvarovou pamětí, která se přimkne k centrální části kochley (modiolus) a elektrodová zakončení se přiblíží k nervovým strukturám GSC, což umožňuje lepší výsledky v řečových testech (Bouček, 2017).

Podle zkušenosti Batuecas-Caletrio et al. (2015); Cozma et al. (2018); Colin et al. (2018) je operační přístup zavádění elektrod skrze okrouhlé okénko bezpečnější a méně traumatizující než kochleostomie. Strategie užívající steroidy do oblasti středního ucha během operace jsou prokazatelně šetrnější pro zbytkový sluch i vestibulární funkce (Colin et al., 2018; Batuecas-Caletrio et al., 2018). Ušetření vestibulárních receptorů plyne také z vkládání elektrod do scala tympani oproti scala vestibuli.

2 PROPOJENÍ VESTIBULÁRNÍHO APARÁTU

Propojenost vestibulárního systému a sluchového ústrojí je dána jednak anatomickou blízkostí a také společnou inervací. VIII. hlavový nerv – nervus vestibulocochlearis se skládá ze dvou samostatných nervů, které po prostupu meatus acusticus internus vstupují do koutu mostomozečkového jako jeden nerv.

Kochleární implantace může ovlivnit vestibulární funkce jednak z důvodu mechanického poškození během operace a také skrze elektrickou stimulaci sluchového nervu po aktivaci zařízení (Filipo et al., 2016). Je několik míst, která jsou více fragilnější vůči poškození. Vkládání elektrod do kochley může způsobit poškození sakuly, může docházet k dislokaci elektrod s únikem perimfy a následnou fibrotizací, může vzniknout akutní serózní zánět labyrintu, zánětlivá reakce labyrintu na cizí těleso nebo ucpání ductus reuniens – Obrázek 5 (Miwa et al., 2019; Colin et al., 2018).



Obrázek 5. STATOAKUSTICKÝ SYSTÉM (Junqueira, 1997, s.465)

Mimo přímé iatrogenní poškození vestibulárních orgánů, může nežádoucí elektrická stimulace vestibulárních orgánů ze zavedených elektrod, ovlivňovat rovnováhu pacientů. Proud, který se šíří díky elektrické stimulace jednoho nervu, může stimulovat také sousední nervy – poloměr rozšíření proudu 10 mA je 0,15 mm, proud 100 mA by se pravděpodobně rozložil v poloměru 0,51 mm (Miwa et al., 2019).

Studie se shodují v tom, že před implantací by měla být zvážena doba trvání hluchoty, stupeň ztráty sluchu, zhodnocení anatomie vnitřního ucha a vestibulárních funkcí. Betuecas-Caletrio et al. (2015); El-Karakasy et al. (2019) doporučují, je-li to možné, implantovat ucho, které má horší vestibulární funkce. Domnívají se, že tím může být sníženo riziko pooperační závratě.

Propojenost statoakustického ústrojí může mít rovněž patrně vliv i opačně, tedy postižení vestibulárního ústrojí může ovlivňovat sluch. Studie Gjuric et al. (2007) zmiňuje, že pro narušení sluchu může být významná velikost vestibulárního schwannomu. Měří-li více jak 0,20cm může být jeho odstranění potenciálně ohrožující pro sluch.

3 VYŠETŘENÍ VESTIBULÁRNÍHO SYSTÉMU

Studie zabývající se testováním vestibulárního systému v souvislosti s aplikací CI využívají standardizovaná laboratorní vyšetření otolitových orgánů (sakulu a utrikulu) a polokruhovitých kanálků. Tyto testy bývají doplněny nejvíce hodnocením stability a rizika pádu a subjektivního vnímání vertiga.

Otolitové orgány lze vyšetřovat nejvhodněji pomocí sonomotorických odpovědí snímaných povrchovou elektrodou ze svalu – vestibulární evokovaný myogenní potenciál (VEMP). Rozlišuje se cervikální a okulární modifikace VEMP. Cervikální VEMP (cVEMP) je elektrofyziologický korelát sakulo-colického reflexu. Otolitové makuly jsou stimulovány nízkofrekvenčním zvukem vysoké intenzity nebo vibrací a podnět má vyvolat krátkodobý pokles aktivity izometricky kontrahovaného svalu m. sternocleidomastoideus (cVEMP) nebo m. obliquus oculi inferior v případě okulární VEMP (oVEMP). cVEMP hodnotí funkci ipsilaterálního sakulu a oVEMP hodnotí funkci kontralaterálního utrikulu.

Polokruhovité kanálky mohou být vyšetřeny kalorickou zkouškou, rotačními testy nebo video head-impulse testem (videoHIT). Všechny zkoušky kvantitativně hodnotí vestibulo-okulární reflex pomocí registrace očních pohybů. Hlavním parametrem je rychlost pomalé fáze nystagmu vyvolaného rotační, kalorickou nebo jinou stimulací.

Při kalorizaci je proveden výplach zevního zvukovodu vodou o různé teplotě. Výplachem je nejvíce ovlivněn horizontální kanálek. Odpovědí u zdravého jedince je při teplém podnětu vychýlení oka kontralaterálně s rychlou fází nystagmu ke straně výplachu. U studeného podnětu je rychlá fáze nystagmu kontralaterálně od výplachu (Černý et al., 2017).

Head-impulse test (HIT) vyšetřuje vertikální polokruhovité kanálky, kdy je hodnocen vestibulo-okulární reflex (VOR). Tříneuronový VOR funguje v rovinách polokruhovitých kanálků a zajišťuje udržení dynamické zrakové ostrosti, tedy stabilizuje pohled při rychlém pohybu hlavou. Pro správné vyšetření je důležitá rychlost pohybu, protože při rychlém pohybu hlavy (nad 1–2 Hz) je VOR jediný systém, který stabilizuje pohled. Při pomalejší rychlosti se na stabilizaci pohledu podílejí zpětnovazebné systémy (optokinetický nystagmus a plynulé sledovací pohyby oční). Při vyšetření stojí testující před pacientem, pacient fixuje bod a testující provede rychlý

pohyb hlavou v rovině testovaného polokruhovitého kanálku. Je-li snižená aktivita kanálku, pak při pohybu ke straně léze pacient není schopen fixovat bod, oči „ujedou“ spolu s hlavou a po zastavení pohybu hlavy následuje korekční sakáda – oko se vrací na sledovaný fixační bod. HIT lze registrovat pomocí video-okulografie, které umožňuje záznam s kvantitativní analýzou výsledku (Jeřábek, 2015).

Rotačních zkoušek je mnoho typů. Rutinně je zkouška prováděna na rotačním křesle, používá se sinusová rotace, kdy křeslo rotuje s frekvencí 0,05Hz a maximální rychlostí 90°/s. Vyhodnocuje se gain (poměr mezi rychlostí pomalé fáze nystagmu a rychlostí pohybujícího se objektu) optokinetického nystagmu.

Nemůže-li být provedena kalorická, rotační zkouška ani HIT (např. pro poruchy krční páteře nebo při onemocnění středního ucha), může být provedena vibrační zkouška provokující nystagmus. Vibrační stimul 30, 60 nebo 100 Hz je přiložen na levý mastoid a temeno. Nystagmus je pozorován pomocí Frenzelových brýlí nebo videonystagmografií. Test stimuluje kanálky i otolitové struktury a vyniká svou neinvazivností (Dumas et al., 2016).

Pro sledování očních pohybů lze, kromě bezkontaktní video-okulografie, využít také elektronystagmografii – snímání pohybů očí pomocí elektrod (Černý et al., 2017). Mezi další laboratorní metody, které jsou studii využívány patří stabilometrie, vyšetření subjektivní zrakové vertikály a dotazníky mapující subjektivní příznaky vertiga (např. DHI). Tyto metody jsou blíže popsány v metodické části práce.

4 CÍLE A HYPOTÉZY

4.1 Cíl práce

Cílem práce je zjistit, zda kochleární implantace ovlivňuje vestibulární funkce u dospělých.

4.2 Hypotézy

4.2.1 Hypotéza č. 1

H0 1: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nedojde ke statisticky významnému prodloužení délky trajektorie COP.

HA 1: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu dojde ke statisticky významnému prodloužení délky trajektorie COP.

4.2.2 Hypotéza č. 2

H0 2: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nedojde ke statisticky významnému zvětšení plochy trajektorie COP.

HA 2: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu dojde ke statisticky významnému zvětšení plochy trajektorie COP.

4.2.3 Hypotéza č. 3

H0 3: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nedojde ke statisticky významné změně průměrné odchylky subjektivní zrakové vertikály.

HA 3: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu dojde ke statisticky významné změně odchylky subjektivní zrakové vertikály.

4.2.4 Hypotéza č. 4

H0 4: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nebude směr odchylky subjektivní zrakové vertikály korelovat s operovanou stranou.

HA 4: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu bude směr odchylky subjektivní zrakové vertikály korelovat s operovanou stranou.

4.2.5 Hypotéza č. 5

H0 5: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nedojde k prodloužení změřeného času pro vykonání testu Timed up and go.

HA 5: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu dojde k prodloužení změřeného času pro vykonání testu Timed up and go.

4.2.6 Hypotéza č. 6

H0 6: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu nedojde ke změně DHI skóre.

HA 6: U pacientů po aplikaci kochleárního implantátu dojde ke změně DHI skóre na středně těžký nebo těžký handicap.

5 METODIKA

5.1 Popis vzorku testovaných osob

V diplomové práci byla sledována skupina dospělých pacientů před a po aplikaci kochleárního implantátu. Bylo vyšetřeno 11 dospělých pacientů, z toho 7 žen a 4 muži ve věku 28–72 let (průměr \pm SD: 51,73 \pm 13,78). 6 probandů podstoupilo operaci na pravém a 5 na levém uchu.

Každý proband byl změřen třikrát. První měření bylo den před operací, druhé měření den po operaci a třetí s odstupem 8–45 dní (průměr \pm SD: 25,64 \pm 11,8) od operace. Všichni pacienti měli diagnózu nespecifické ztráty sluchu (H919), s tím, že některým pacientům bylo zjištěno postižení sluchu brzy po narození, jiným se zhoršil sluch v průběhu života. Všichni probandi podstoupili jednostrannou kochleární implantaci ve Fakultní nemocnici v Motole. Přesnější popis skupiny zobrazuje Tabulka 1.

Proband	Pohlaví	Věk (roky)	Povolání	Příčina ztráty sluchu	Operovaná strana	Typ kochleárního implantátu	Zdravotní problémy
1.	muž	68	SD, dříve zámečnick	H919	sin	Medel Synchrony Mi1200 + FLEX 28	St. p. TEP bilat., HN, dyslipidemie
2.	žena	28	sociální pracovnice	H919	dx	CI532	migréna bez aury, pooperačně vertigo vlevo
3.	žena	38	dělnice	H919	dx	CI532	skolióza, VAS páteře, st. p. komoci mozku, hypothyreóza, AIT, ASK RAK bilat.
4.	žena	72	SD, dříve účetní	H919, od 48 let	sin	CI532	porucha rovnováhy – pocit tahu doprava a vzad, tinnitus, koxartróza a menispektomie vlevo
5.	muž	62	OSVČ – opravář obuvi	H919	dx	AB Ultra 3D Slim J	Koxartróza, st. p. úrazu Cp – mírná komprese ventrální strany durálního vaku C5/6, HN, pooperačně tlak v pravém uchu
6.	muž	45	traktorista, opravář	H919, od 20 let zhoršování sluchu, sluch. postižení v rodině	sin	CI532	HN
7.	žena	63	SD, dříve úřednice	H919, od 35 let	dx	Medel Synchrony Mi1200 + FLEX 28	RA IV. stupně, RF – středně aktivní, OA drobných kloubů, gonartróza vlevo, periartritida RAK
8.	muž	41	vedoucí skladu	H919, po meningitidě ve 2 letech	dx	Medel Synchrony Mi1200 + FLEX 28	2016 – kontuze hlavy, HN
9.	žena	51	radiologická asistentka	H919, od narození	sin	CI532	problémy s rovnováhou
10.	žena	62	SD	H919	dx	AB Ultra 3D Slim J	DM2 – senzomotorická polyneuropatie
11.	žena	39	kadeřnice	H919, po meningitidě ve 3 letech	sin	CI532	-

Tabulka 1. CHARAKTERISTIKA TESTOVANÝCH OSOB; H919 – Nespecifická ztráta sluchu, nedoslýchavost; sin – levá; dx – pravá

5.2 Průběh měření

Měření probíhalo od února do března 2019 na Neurologické klinice 2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice Motol. Každé měření mělo čtyři části. Nejprve byla zjišťována přítomnost závratí pomocí modifikovaného dotazníku Dizziness Handicap Inventory. Poté bylo hodnoceno riziko pádu v rámci testu Timed Up and Go. Dále byla měřena posturální stabilita pomocí statické posturografie a nakonec proběhlo vyšetření percepce subjektivní zrakové vertikály.

5.3 Dizziness Handicap Inventory

Probandům byly kladeny otázky podle zkrácené verze dotazníku Dizziness handicap inventory (DHI). Při druhém měření pacienti neslyšeli, dotazník si tudíž samostatně přečetli a verbálně odpovídali. DHI je validizovaný dotazník, který byl vyvinut pro hodnocení subjektivně vnímaných omezujících příznaků vyplývajících z postižení vestibulárního systému. Dotazník obsahuje 25 otázek, které jsou navrženy tak, aby reprezentovaly funkční, emoční a fyzické aspekty pociťované závratě a nestability. Na otázky lze odpovědět buď ano, ne nebo někdy. Odpovědím jsou přiřazeny číselné hodnoty ne = 0 bodů, někdy = 2 body, ano = 4 body. Celkové DHI skóre je 0–100, kde 0 znamená žádný handicap a 100 nejtěžší handicap. Skóre 16–32 bodů odpovídá mírnému postižení, 36–52 bodů je považováno za střední postižení a více než 54 bodů znamená závažné postižení (Jacobson, 1990).

V této diplomové práci byla použita zkrácená verze dotazníku Dizziness Handicap Inventory (Příloha č. 1), která obsahuje 13 otázek a tedy 13 hodnot. Hodnota 0 znamená žádný handicap a hodnota 13 vyjadřuje těžký handicap (Hajná, 2014).

5.4 Timed Up and Go

Po vyplnění dotazníku byly podmínky v laboratoři upraveny pro měření testu Timed Up and Go (TUG). Validizovaný test TUG hodnotí funkci vestibulárního aparátu z hlediska mobility, rovnováhy, schopnosti chůze a rizika pádu. Pacient seděl na židli, která byla vzdálená 3 metry od značky umístěné na zemi. Úkolem pacienta bylo, dostat se co nejrychleji ke značce, otočit se a opět co nejrychleji dojít zpět k židli a posadit se.

Hodnotil se čas, za který pacient úkol zvládl. Čas byl měřen od instrukce „Běžte!“ po chvíli, kdy se pacient dotkl hýžděmi židle (Podsiadlo, 1991).

V rámci diplomové práce byli všichni pacienti hodnoceni při tomto testu bez kompenzačních pomůcek a bez obuvi.

5.5 Stabilometrie

K měření posturální stability bylo využito měření posturálních výchylek pomocí statické posturografie. Stabilometrie (posturografie) sice není specifická pro hodnocení vestibulárního labyrintu, ale hodnotí riziko pádu a stupeň aktuálního funkčního deficitu.

Pacient stojí na tenzometrické plošině, která měří jednotlivé složky tlakových sil a jejich momenty. Z těchto hodnot vypočítá polohu působišť výsledné tlakové síly - tzv. Centre of Pressure (COP). Poloha COP je určena souřadnicemi v antero-posteriorním a medio-laterálním směru.

Posturální úchylka (sway) je základním parametrem posturografie. Vzniká při stoji ve svislé poloze těla a má svou amplitudu, frekvenci, délku titubací, rychlost a směr.

Parametrem posturálních titubací je tzv. *inkblot* (inkoustová kaňka) *vzorec*, vznikající pohybem COP, který se promítá na stabilometrickou plošinu a který se nazývá statokineziogram. Vyhodnocením tohoto parametru jsou délka trajektorie (path), průměrná rychlost pohybu COP a plocha (area), kterou vykoná COP svým pohybem během časové jednotky, a jež má úzkou korelaci mezi amplitou a délkou posturální úchylky (sway). Čím větší tato plocha je, tím je větší nestabilita pacienta. Délka titubací (path) je skutečná suma posturografické dráhy, které by bylo dosaženo v případě, že by se změřily a sečetly jednotlivé titubace dosažené v definovaném čase (Hahn, 2015).

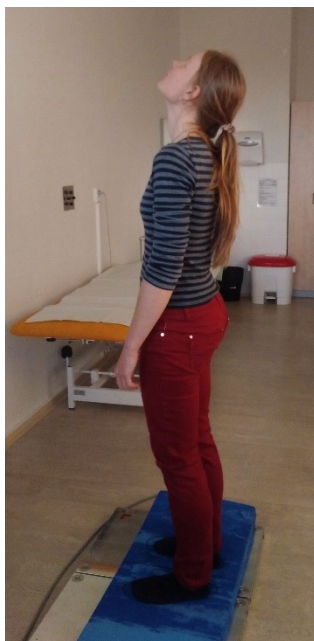
Statická stabilometrie hodnotí stoj při otevřených a zavřených očích a stoj na pěnové podložce. Dynamická stabilometrie hodnotí schopnost vyrovnávat výchylky těla způsobené pohybem stabilometrické plošiny. Kompletní vyšetření tedy obsahuje různé kombinace sensorického vstupu – oči otevřené, zavřené, vizuální prostředí pohybující se s pacientem, v klidu i při pohybu plošiny. To umožňuje hodnotit rovněž sensorickou organizaci pacienta – deficit a vliv jednotlivých systémů na udržení rovnováhy. Například pro následnou rehabilitaci může být užitečné znát, jaký má pacient stupeň závislosti na zrakových vjemych (Černý, 2017).

Měření probíhalo s využitím duálních tenzometrických plošin Synapsis, kde každá plošina měřila výchylky jedné dolní končetiny. Data byla zpracována softwarovým programem Kistler MARS. Pacienti byli měřeni v korigovaném stoji, kde úhel špiček vzdálených od sebe je 30°, bez obuvi a v osmi senzoricích situacích (Tabulka 2; Obrázek 6). Každý úkol byl prováděn po dobu 30 s. Pro analýzu dat byly vybrány dva parametry – celková délka trajektorie COP (sway path – total [mm]) a celková plocha trajektorie COP (sway area – total [mm²]).

Přístroje používané v praxi mohou obsahovat ve svém software hodnoty parametrů, které odpovídají fyziologickému rozpětí jedince, tyto hodnoty jsou však většinou standardizovány výrobcem daného stabilometrického systému a neplatí obecně.

Stoj na tvrdé podložce	S otevřenýma očima	Stoj na měkké podložce	S otevřenýma očima
	Se zavřenýma očima		Se zavřenýma očima
	S otevřenýma očima a záklonem hlavy		S otevřenýma očima a záklonem hlavy
	Se zavřenýma očima a záklonem hlavy		Se zavřenýma očima a záklonem hlavy

Tabulka 2. SENZORICKÉ SITUACE



Obrázek 6. PŘÍKLAD SENZORICKÉ SITUACE: Stoj na měkké podložce s otevřenýma očima a zakloněnou hlavou (Archiv autora)

5.6 Subjektivní zraková vertikála

Subjektivní zraková (vizuální) vertikála (SVV) hodnotí gravitorecepční dráhu v periférii i v centrálním průběhu. Měření subjektivní zrakové vertikály slouží také ke zjištění otolitické dysfunkce (utríkulu), která zodpovídá za to, jak pacient vnímá subjektivní vertikality okolního prostředí. Pacient má za úkol v opticky izotropním prostředí, které neposkytuje žádné informace o poloze v prostoru, umístit detekční ukazatel do přesné vertikály. Odchyłka více než 2 úhlové stupně je patologická. Při postižení vestibulární funkce zaznamenáváme konzistentní deviaci vertikály ve směru hypofunkčního labyrintu, přibližně 5-10 stupňů (Černý, 2017).

Měření probíhalo pomocí softwarového programu Synapsys Subjective Visual Vertical. Pacient seděl na židli naproti obrazovce, kde mu byla promítána vertikála. Na očích měl speciální masku s omezeným zorným polem tak, aby neměl vizuální korekci vertikality či horizontality z okolí a viděl pouze vertikálu v poli bez ohraničení obrazovkou. Čára na obrazovce byla randomizovaně vychylována po směru i proti směru hodinových ručiček do úhlu maximálně 30° a úkolem pacienta bylo pomocí joysticku umístit čáru vertikálně.

Každý pacient hodnotil vertikality promítané svislé čáry ve třech situacích (statickou i dynamickou SVV). Promítání vertikály na statické zorné bílé pole (Obrázek 7), promítání vertikály s rotací zorného pole (na bílém poli rotovali černé tečky) doprava rychlostí 40°/s a promítání vertikály s rotací zorného pole doleva rychlostí 40°/s. V každé situaci měl každý pacient 6 pokusů. Měření probíhalo v zatemněné místnosti se zhasnutým světlem.



Obrázek 7. MĚŘENÍ STATICKE SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÉ VERTIKÁLY (Archiv autora)

Hodnoty těchto pokusů byly zprůměrovány a výsledky byly kategorizovány do tří skupin – deviuující od operovaného ucha, neutrální a deviuující k operovanému uchu. Deviuující pozice znamenala odchylka od vertikály více jak 2° .

5.7 Zpracování dat

V dotaznících DHI byly hodnoceny pozitivní (ano, někdy) a negativní odpovědi (ne). Na základě odpovědí byly popsány celkové výsledky jednotlivých probandů.

Data testu TUG byla nejprve ověřena v softwaru R Shapiro-Wilk testem, jehož úkolem bylo potvrzení normálního rozložení dat. Byly zhodnoceny hodnoty průměru a mediánu. Poté byla porovnána data 1. měření s 2. měřením a data 1. měření s 3. měřením pomocí párového t-testu v programu Microsoft Excel. Byla prověřena hypotéza č. 5.

Data ze stabilometrie byla extrahována ze softwaru Kistler MARS. Z extrahovaných dat byly vypsány hodnoty dvou parametrů: sway path – total (celková délka trajektorie) a sway area – total (celková plocha trajektorie). Tyto hodnoty prošly prověřením v softwaru R vícerozměrným Shapiro-Wilk testem. Poté byla prověřována hypotéza č. 1 a hypotéza č. 2 v programu Microsoft Excel pomocí párového t-testu.

Ze softwarového programu Synapsys Subjective Visual Vertical musela být data vypsána. Opět byl ověřen předpoklad normality v softwaru R vícerozměrným Shapiro-Wilk testem. Pokusy v jednotlivých situacích byly zprůměrovány u každého pacienta.

Při hodnocení celkové odchylky nás zajímalo, jestli se situace zhoršila, tedy jestli bude odchylka dále od nuly, než byla před operací. Pro hypotézu č. 3 není důležité, jakou stranu má pacient operovanou a na jakou stranu odchylka směřuje. Proto mohly být naměřené průměrné hodnoty převedeny na kladná reálná čísla. Tato čísla pak byla podrobena testování pomocí párového t-testu pro 2. a 3. měření.

V hypotéze č. 4 se snažíme zjistit, zda existuje vztah mezi operovanou stranou a směrem odchylky SVV. Hledáme korelaci mezi kategoriální proměnnou (levá vs. pravá strana) a spojitou proměnnou (délka odchylky). Statistický postup je zde trochu problematičtější. Bylo by možné aplikovat Paersonův korelační koeficient s tím, že by operované strany byly převedeny na číslo (-1 a 1). Tento test je však do velké míry závislý na normalitě dat a pro nespojitost proměnných může být nepřesný.

Proto byl pro ověření hypotézy č. 4 vybrán postup, ve kterém porovnáváme průměrnou odchylku mezi pacienty s operovanou stranou vpravo a vlevo pomocí

dvouvýběrového t-testu. Řešíme, zda průměrná odchylka pacientů z jedné skupiny je stejná, jako u pacientů z druhé skupiny nebo je významně jiná

Ačkoliv je postup dvouvýběrového t-testu složitější pro interpretaci korelace v rámci hypotézy č. 4, dá se považovat za čistší, co se týče použité teorie pro malý vzorek probandů. Pro zajímavost uvedme, že p-hodnoty v rámci Pearsonova koeficientu vyšly totožně jako u dvouvýběrového t-testu. Statistické hodnocení probíhalo opět v programu Microsoft Excel.

Grafy vizualizující naměřené hodnoty a výsledky byly vytvářeny pomocí programu Microsoft Excel a programu Gnuplot.

6 VÝSLEDKY

6.1 Dizziness Handicap Inventory

V dotazníku DHI nemělo 6 probandů z 11 žádnou pozitivní odpověď v žádném měření. Vzhledem k posuzování subjektivních pocitů závratí jsou považováni za asymptomatické. U 5 probandů se vyskytla pozitivní odpověď ano nebo někdy. Tři probandi (Proband 1, 7 a 9) ve všech měřeních potvrdili, že se vyhýbají kvůli obavě ze závratí výškám. Proband 6 ve všech měřeních souhlasil s tím, že je někdy depresivní. Proband 7 potvrdil kromě obavy z výšek ve všech měřeních ještě pocit zhoršení závratí při pohledu nahoru a při rychlém pohybu hlavou ve 2. měření. Ve 3. měření se k tomu přidružily obtíže při pohybu po bytě ve tmě. Proband 10 poznamenal pouze u třetího měření, že má někdy obtíže při chůzi bez doprovodu. Tabulka 3 shrnuje odpovědi probandů.

Zkrácená forma dotazníku DHI nemá k dispozici jinou metodu hodnocení, než podle Hajné (2014), kdy je 13 otázek ohodnoceno 13 hodnotami. Ke zvýšení hodnot v průběhu měření došlo pouze u dvou probandů a 3 probandi měli v průběhu všech měření hodnotu 1 ve stejné otázce. Ani jeden proband neměl takové zvýšení skóre, které by znamenalo středně těžký nebo těžký handicap, a tedy nulovou hypotézu č. 6 **nezamítáme**. Nedá se říci, že by po aplikaci CI došlo k významnému zhoršení DHI ve smyslu středně těžkého nebo těžkého handicapu.

Proband	DHI 1	DHI 2	DHI 3
1	obavy z výšek	obavy z výšek	obavy z výšek
2	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků
3	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků
4	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků
5	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků
6	někdy depresivní	někdy depresivní	někdy depresivní
7	obavy z výšek	obavy z výšek, pohled nahoru, rychlý pohyb hlavou	obavy z výšek, pohled nahoru, rychlý pohyb hlavou, mobilita ve tmě
8	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků
9	obavy z výšek	obavy z výšek	obavy z výšek
10	bez příznaků	bez příznaků	obtíže při chůzi bez doprovodu
11	bez příznaků	bez příznaků	bez příznaků

Tabulka 3. DIZZINESS HANDICAP INVENTORY – odpovědi

6.2 Timed Up and Go

Naměřené časy v prvním měření se pohybovaly v rozmezí 3,93 s – 8,51 s, v druhém měření 4,35 s – 10,09 s a ve třetím 3,95 s – 8,54 s.

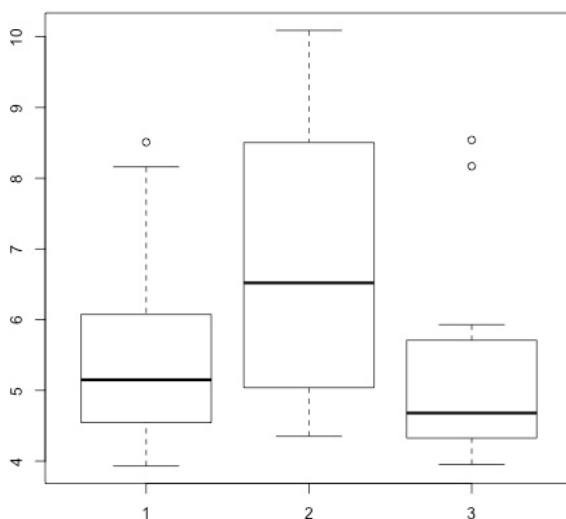
P-hodnota pro druhé měření je 0,0011 (Tabulka 4). Pro krátkodobý horizont po operaci (1 den) tedy nulovou hypotézu č. 5 **zamítáme**. Lze předpokládat prodloužení času pro vykonání testu TUG časně po operaci.

Při porovnávání 1. a 3. měření byla p-hodnota 0,9217 a tedy nulovou hypotézu č. 5 **nezamítáme**. Nelze předpokládat, že aplikace kochleárního implantátu vede v dlouhodobém horizontu k prodloužení času pro vykonání testu TUG (Graf 1).

Proband	TUG 1	TUG 2	TUG 3
1	8,51	10,09	8,17
2	4,56	5,06	4,42
3	4,53	4,35	4,35
4	6,24	8,49	4,86
5	4,65	4,84	4,15
6	4,20	6,52	4,30
7	5,91	8,52	5,93
8	5,15	5,02	4,68
9	5,38	8,05	5,49
10	8,16	9,78	8,54
11	3,93	5,24	3,95
Průměr	5,6	6,9	5,3
p-hodnota	-	0,0011	-
p-hodnota	-	-	0,9217

Tabulka 4. TIMED UP AND GO – naměřené časy [s], průměry a p-hodnoty

Signifikantní p-hodnota: červeně, průměr > průměr 1. měření: tučně.



Graf 1. KRABICOVÝ DIAGRAM ČASOVÝCH HODNOT TUG

Svislá osa: čas; podélná osa: měření; zvýrazněná silná čára = střední hodnota, kolečka = hodnoty odlehlé, rozložení krabicového grafu je od 1. kvartilu/25. percentilu do 3. kvartilu/75. percentilu.

6.3 Stabilometrie

Ke zhodnocení stabilometrie jsme neměli k dispozici standardizované normy, podle kterých by bylo možné určit fyziologické rozpětí hodnot. Následné zhodnocení tedy vychází z jednotlivého porovnávání měření jedinců.

Hodnotili jsme dva parametry – délku trajektorie COP a plochu COP. Naměřené hodnoty parametru délky trajektorie COP (sway path) ze všech tří měření všech pacientů se pohybovaly v rozmezí 192–5042 mm a 3–96 mm² u druhého parametru plochy trajektorie COP (sway area).

Statisticky významné zvýšení hodnot parametru délky trajektorie COP bylo prokázáno ve třech situacích s vyloučením zraku: při stožení na tvrdé podložce ve 2. měření (0,0399) i ve 3. měření (0,0592) a při stožení na tvrdé podložce se zavřenými očima a zakloněnou hlavou (0,0566) ve 3. měření (Tabulka 5). Pro tyto situace nulovou hypotézu č. 1 **zamítáme** ve prospěch alternativní. V těchto senzorických situacích může dojít k prodloužení délky trajektorie COP.

V ostatních situacích nulovou hypotézu č. 1 **nezamítáme**. Nelze říci, že po aplikaci CI dojde k prodloužení délky trajektorie COP u těchto situací. Stojí za povšimnutí, že p-hodnota byla relativně blízko hladině významnosti při stožení na měkké podložce se zavřenými očima a zakloněnou hlavou (0,0884).

V žádném měření nebylo prokázáno statisticky významné zvětšení plochy COP. Nulovou hypotézu č. 2 **nezamítáme**. Nelze říci, že by aplikace CI vedla v dlouhodobém horizontu ke zvětšení plochy COP (Tabulka 5). Pouze v jedné situaci byla p-hodnota relativně blízko hladině významnosti 0,05, a to při druhém měření ve stožení na měkké podložce se zavřenými očima (0,0776).

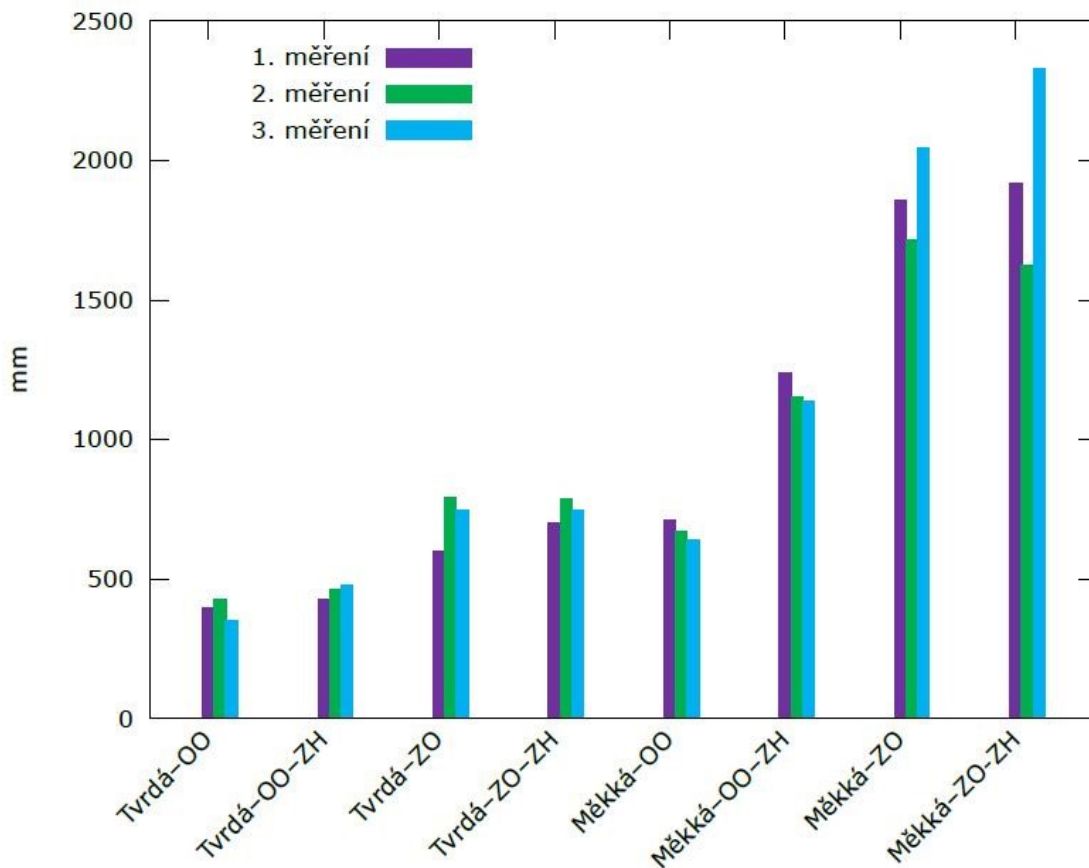
Situace	Délka trajektorie COP		Plocha COP	
	Průměr [mm]	p-hodnota	Průměr [mm ²]	p-hodnota
Tvrdá – OO	396,9	-	5,9	-
Tvrdá – OO	427,6	0,1203	5,2	0,7704
Tvrdá – OO	353,5	0,8286	5,1	0,7563
Tvrdá – OO – ZH	427,7	-	11,9	-
Tvrdá – OO – ZH	465,6	0,1731	4,6	0,8252
Tvrdá – OO – ZH	479,9	0,1119	4,4	0,6319
Tvrdá – ZO	598,2	-	6,3	-
Tvrdá – ZO	794,7	0,0399	7,5	0,1596
Tvrdá – ZO	748,2	0,0592	6,6	0,338
Tvrdá – ZO – ZH	699,5	-	5,6	-
Tvrdá – ZO – ZH	786,1	0,2511	7,4	0,1011
Tvrdá – ZO – ZH	748,3	0,0566	5,8	0,4017
Měkká – OO	713,8	-	18,3	-
Měkká – OO	669,2	0,5933	9,4	0,8545
Měkká – OO	643,1	0,5736	8,2	0,9012
Měkká – OO – ZH	1240,4	-	22,6	-
Měkká – OO – ZH	1151,1	0,6767	13,5	0,9355
Měkká – OO – ZH	1136	0,9301	12,8	0,5573
Měkká – ZO	1856,7	-	29,2	-
Měkká – ZO	1718,1	0,7571	29,8	0,0776
Měkká – ZO	2046,4	0,2344	21,4	0,6618
Měkká – ZO – ZH	1916,2	-	30,2	-
Měkká – ZO – ZH	1622,1	0,7095	42,2	0,2876
Měkká – ZO – ZH	2328,4	0,0884	25,2	0,9966

Tabulka 5. PRŮMĚRY A P-HODNOTY DÉLKY TRAJEKTORIE COP A PLOCHY COP dle senzorické situace

1. měření: fialově, 2. měření: zeleně, 3 měření: modře; signifikantní p-hodnota: červeně; průměr > průměr 1. měření: tučně; OO – otevřené oči, ZO – zavřené oči, ZH – zakloněná hlava.

Podrobnější pohled na jednotlivé senzorycké situace zobrazuje Graf 2. Vyplývá z něj, že během 2. měření došlo k prodloužení délky trajektorie COP ve všech situacích při stoji na tvrdé podložce (4 situace).

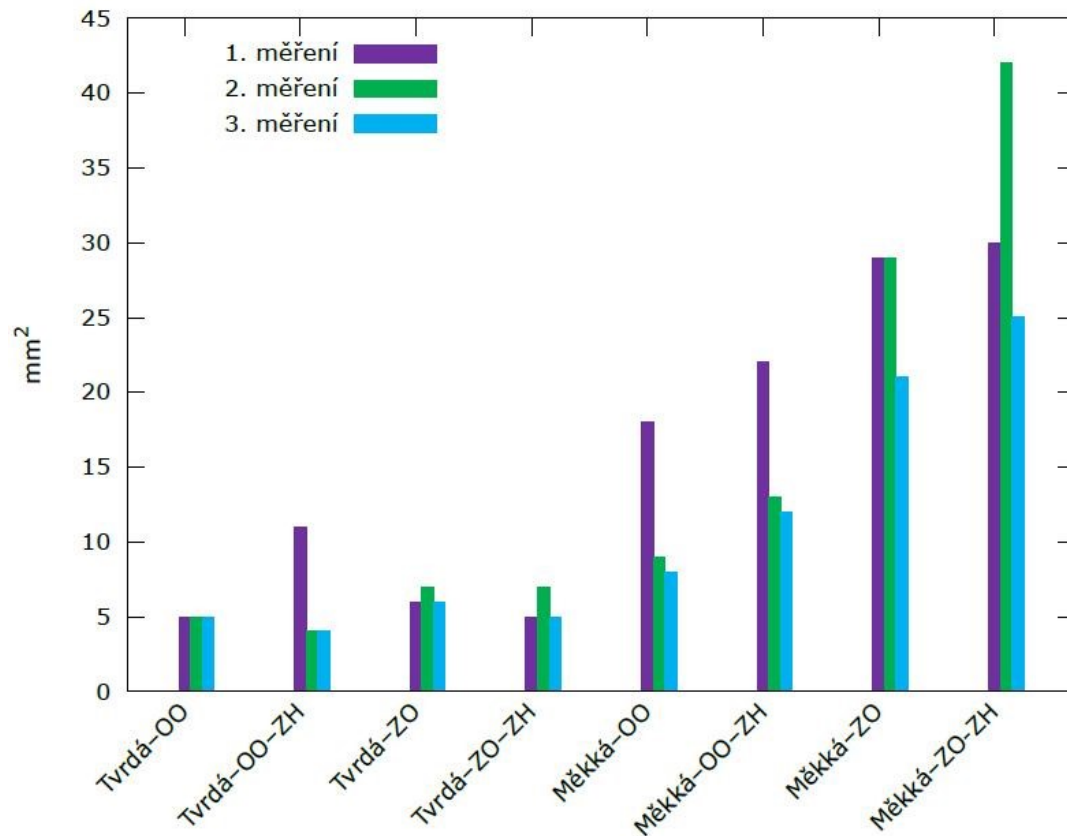
Ve třetím měření se délka trajektorie COP prodloužila ve všech senzoryckých situacích s vyloučením zraku a při stoji na tvrdé podložce s otevřenými očima a zakloněnou hlavou (5 situací).



Graf 2. POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT DÉLKY TRAJEKTORIE COP dle senzorycké situace

OO – otevřené oči, ZO – zavřené oči, ZH – zakloněná hlava.

Z Grafu 3 lze pozorovat, že zvětšení plochy COP v 2. měření nastalo ve všech situacích s vyloučením zraku (4 situace). Při 3. měření se toto průměrné zvětšení plochy týkalo pouze 2 situací. Obě byly s vyloučením zraku, a to při stojí na tvrdé podložce a stojí na tvrdé podložce se zakloněnou hlavou.



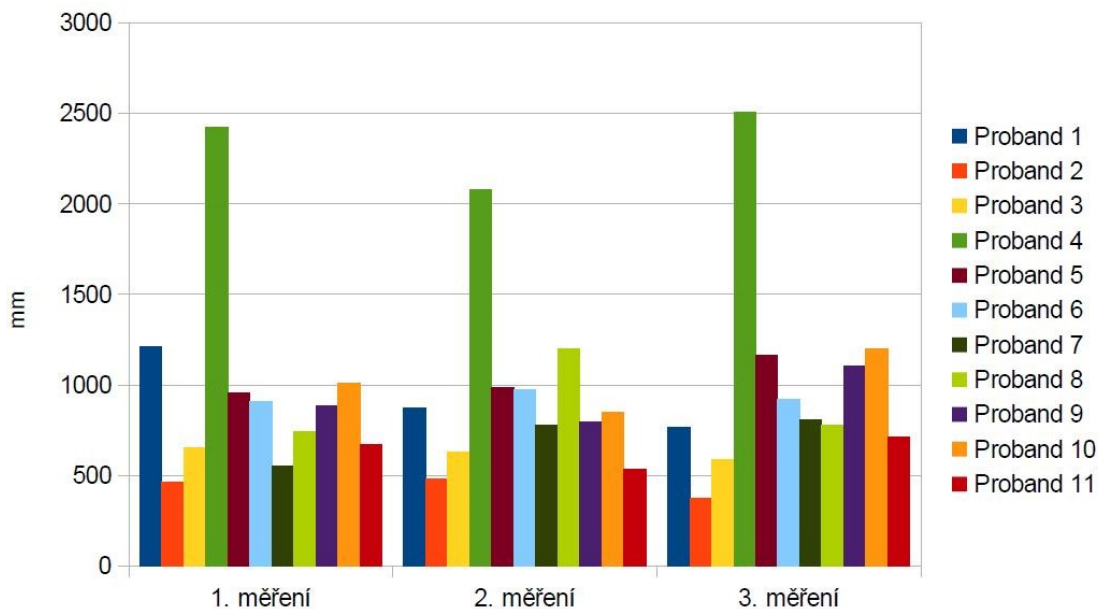
Graf 3. POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH HODNOT PLOCHY COP dle sensorické situace

OO – otevřené oči, ZO – zavřené oči, ZH – zakloněná hlava.

Podívejme se nyní ještě na celkový průměr bez ohledu na senzoricou situaci. Průměrné hodnoty délky trajektorie COP jednotlivých probandů bez ohledu na senzoricou situaci zobrazuje Graf 4. Při druhém měření došlo ke zvýšení hodnot u pěti probandů (Proband 2, 5, 6, 7, 8). Naopak u 6 probandů bylo patrné mírné snížení (zejm. Proband 1, 8).

Naproti tomu při porovnání 1. měření s 3. došlo ke zvýšení hodnot u osmi probandů. Pouze tři probandi (Proband 1, 2, 3) při třetím měření snížili průměrnou hodnotu délky trajektorie COP.

V obou měřeních po operaci došlo ke zhoršení u 4 probandů (Proband 5,6,7,8). Proband 2 byl horší pouze ve 2. měření a další 4 pouze ve 3. měření (Proband 4, 9, 10, 11). Nejvyšších hodnot během všech tří měření dosahoval Proband 4 a nejnižších Proband 2. Více jak polovina probandů (celkem 7) měl hodnoty ve 3. měření vyšší než v prvním.

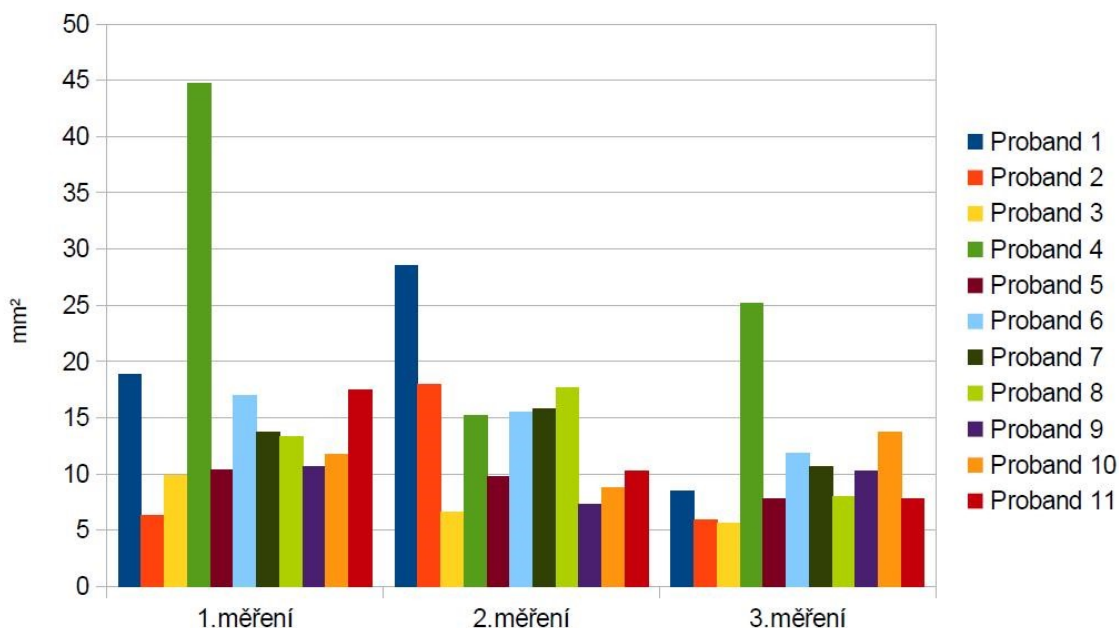


Graf 4. PRŮMĚRNÉ HODNOTY DÉLKY TRAJEKTORIE COP bez ohledu na senzoricou situaci

Graf 5 zobrazuje průměrné hodnoty plochy COP jednotlivých probandů bez ohledu na senzoricou situaci. Při druhém měření došlo ke zvětšení plochy COP u čtyř probandů (Proband 1, 2, 7, 8). U 7 probandů bylo patrné mírné zmenšení plochy (zejm. Proband 1, 8). Ve třetím měření bylo patrné zhoršení pouze u Probanda 10. U všech ostatních došlo ke zmenšení plochy (zejm. Proband 1, 4, 11).

U žádného probanda nebylo patrné zhoršení v obou měření. Celkově po operaci bylo zřejmé zvětšení plochy COP u pěti probandů, z nichž u Probanda 10 se to týkalo 3. měření, ostatní měli zhoršení pouze ve 2. měření.

Nejvyšších hodnot dosahovali Proband 1 a 4 a nejnižších Proband 3. Nikdo z probandů neměl při 3. měření průměrné hodnoty vyšší, než při 1. měření.



Graf 5. PRŮMĚRNÉ HODNOTY PLOCHY COP bez ohledu na senzoricou situaci

6.4 Subjektivní zraková vertikála

Odchytky SVV byly zaznamenány jako číselné hodnoty v úhlových stupních (°) a jejich rozpětí ze všech pokusů při všech podmínkách promítání vertikály se pohybovalo od -13° do 9°. Zprůměrované pokusy jednotlivých probandů ze všech měření pro každou podmínku promítání vertikály ukazuje Tabulka 6.

Proband	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Operovaná strana	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-
Samostatná vertikála	0,71	-0,71	1,57	-0,17	1,33	-0,57	2,00	1,17	-3,00	-0,83	0,14
	1,17	-7,13	-4,33	3,80	-2,50	-0,86	-4,00	-2,43	3,71	2,71	1,71
	-0,14	-1,00	-0,86	3,71	-0,71	-0,43	-2,50	0,86	2,00	3,57	1,67
Vertikála a rotace +40°/s	0,14	0,00	0,00	-1,60	-2,00	-0,67	-1,00	1,00	-0,43	0,00	-0,33
	2,67	-5,14	-5,33	3,33	-4,20	-1,17	-6,00	-4,50	1,83	-2,33	0,40
	0,33	-0,83	-1,17	1,00	0,33	-1,00	-3,00	1,33	1,67	-4,33	-0,67
Vertikála a rotace -40°/s	-4,17	-3,75	-0,67	-4,29	-4,00	-1,50	-5,33	-0,33	-1,00	-1,80	-1,50
	1,43	-11,13	-8,14	1,17	-7,83	0,17	-7,17	-7,17	1,67	-9,00	-0,83
	-3,67	-9,50	-4,67	-1,00	-2,43	-1,86	-4,67	-0,71	1,33	-8,33	-0,67

Tabulka 6. Subjektivní zraková vertikála – průměrné hodnoty [°] pacientů

1. měření: červeně, 2. měření: okrově, 3. měření: žlutě; hodnoty $> \pm 2^\circ$: tučně; znaménko plus = operace na pravém uchu, rotace zorného pole nebo odchytka doprava; znaménko minus = operace na levém uchu, rotace zorného pole nebo odchytka doleva.

Podíváme-li se na celkové výsledky průměrné odchytky, zjistíme, že výsledné p-hodnoty (Tabulka 7) pro 2. měření byly ve všech podmínkách promítání vertikály nižší, než hladina významnosti a nulovou hypotézu tedy **zamítáme** ve prospěch alternativní. Těsně po operaci lze předpokládat zvýšení odchytky SVV.

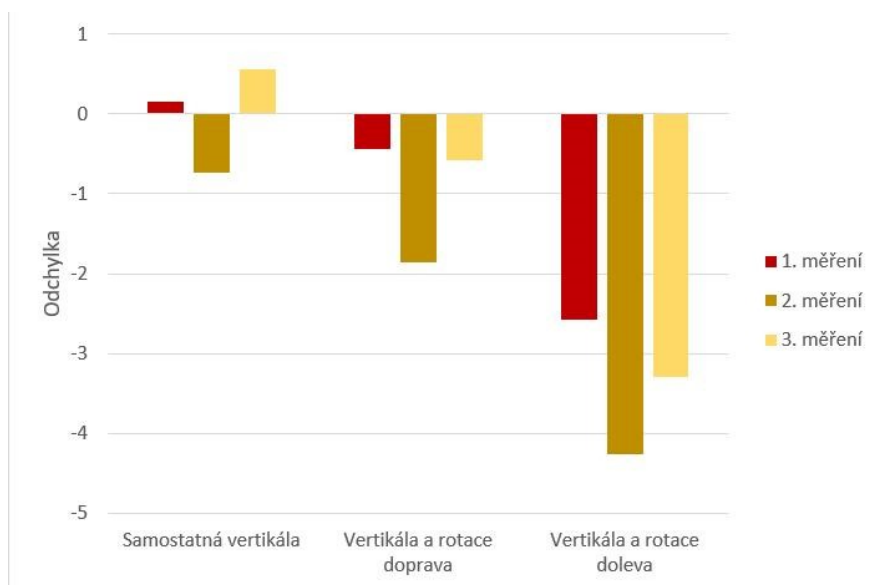
	Průměr	p-hodnota
Samostatná vertikála	0,15	-
	-0,74	0,0018
	0,56	0,159
Vertikála a rotace doprava	-0,44	-
	-1,86	0,0003
	-0,58	0,0622
Vertikála a rotace doleva	-2,58	-
	-4,26	0,0398
	-3,29	0,1665

Tabulka 7. PRŮMĚRNÉ ODCHYLKY A P-HODNOTY

1. měření: červeně, 2. měření: okrově, 3. měření: žlutě

Ačkoliv byly odchylky ve 3. měření průměrně vyšší než v prvním, výsledné p-hodnoty se pod hladinu významnosti nedostaly, a tedy nulovou hypotézu **nezamítáme**. Nepředpokládáme zvýšení odchylky SVV s odstupem času od operace. Je třeba však poznamenat, že při rotaci zorného pole doprava byla p-hodnota relativně blízko hladině významnosti i při třetím měření (0,0622).

Z hodnocení jednotlivců víme, že se odchylka nad fyziologickou mez 2° vyskytuje ve všech podmínkách promítání SVV. Pokud však všechna měření zprůměrujeme, zjišťujeme, že se průměr nedostane nad normu ani při statické SVV ani při dynamické SVV s rotací zorného pole doprava (Graf 6). Naopak při rotaci zorného pole doleva nacházíme patologickou odchylku ve všech měřeních. Průměrně největší odchylky byly naměřeny v 2. měření, zejména při rotaci zorného pole doleva, nejmenší průměrnou odchylku měli pacienti v 1. měření při vyšetření statické SVV.



Graf 6. PRŮMĚRNÉ ODCHYLKY

Pokud zkoumáme vztah mezi operovanou stranou a směrem úchylky, tak vidíme, že mezi pacienty s levou a pravou operovanou stranou (Tabulka 8) nejsou významné různé odchylky v prvním měření. Naopak v druhém měření jsou odchylky signifikantně různé za všech podmínek promítání vertikály. Pro 2. měření tedy nulovou hypotézu č. 4 **zamítáme**. V druhém měření očekáváme silný vztah mezi operovanou stranou a směrem odchylky. Pacienti s operací vpravo mají významně vyšší odchylku směrem doleva (Graf 7 a 8). Poznamenejme, že pacienti operovaní vlevo sice nemají průměrnou odchylku nad fyziologickou mez, ale průměrně se odchylují spíše vpravo.

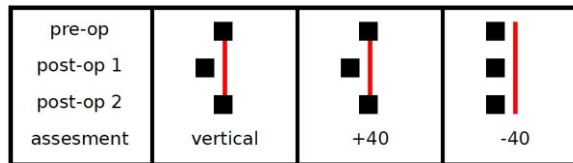
Ve třetím měření pozorujeme signifikantně různé odchylky pouze při rotaci zorného pole doleva. Pro tuto situaci nulovou hypotézu č. 4 **zamítáme**, očekáváme vztah mezi operovanou stranou a směrem odchylky při rotaci zorného pole doleva.

V ostatních situacích nenalzáme statisticky významné rozdíly a pro ně tedy nulovou hypotézu č. 4 **nezamítáme**. Neočekáváme vztah mezi operovanou stranou a směrem odchylky při statické subjektivní vertikále a rotace zorného pole doprava. Opět zde však platí, že pacienti s operovanou pravou stranou mají vyšší odchylku směrem doleva.

Operovaná strana	Průměr		p-hodnota
	-	+	
Počet probandů	5	6	
Samostatná vertikála	-0,58	0,75	0,129852
	1,91	-2,95	0,017199
	1,36	-0,11	0,239709
Vertikála a rotace +40	-0,58	-0,33	0,658531
	1,41	-4,58	0,000118
	0,27	-1,28	0,174262
Vertikála a rotace -40	-2,49	-2,65	0,891221
	0,72	-8,41	0,000001
	-1,17	-5,05	0,046928

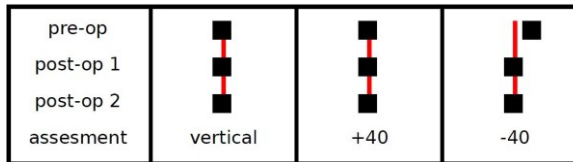
Tabulka 8. PRŮMĚRNÉ ODCHYLKY PACIENTŮ OPEROVANÝCH VLEVO A VPRAVO A P-HODNOTY

1. měření: červeně, 2. měření: okrově, 3. měření: žlutě; odchylka $> \pm 2^\circ$: tučně; signifikantní p-hodnota: červeně; znaménko mínus = operace vlevo, odchylka doleva; znaménko plus = operace vpravo, odchylka doprava.



Graf 7. PRŮMĚRNÁ SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA PACIENTŮ OPEROVANÝCH VPRAVO

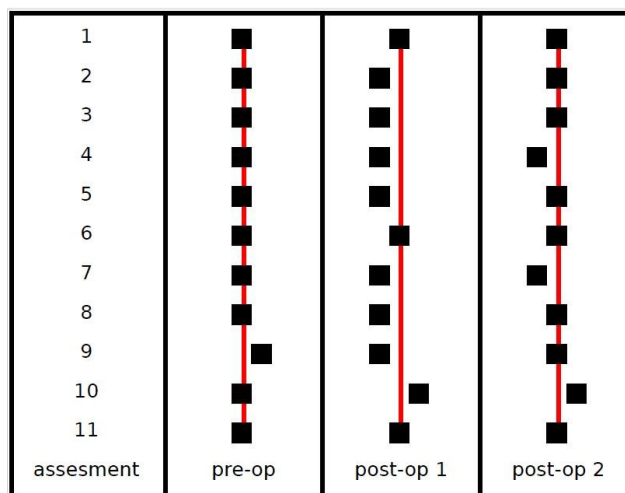
Čtverce na červené linii = probandi, u nichž průměr pokusů nepřesáhl fyziologickou odchylku $\pm 2^\circ$; čtverce mimo linii = odchylka $> \pm 2^\circ$; čtverce vlevo = odchylka **od** operovaného ucha; čtverce vpravo = odchylka **k** operovanému uchu.



Graf 8. PRŮMĚRNÁ SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA PACIENTŮ OPEROVANÝCH VLEVO

Čtverce na červené linii = probandi, u nichž průměr pokusů nepřesáhl fyziologickou odchylku $\pm 2^\circ$; čtverce mimo linii = odchylka $> \pm 2^\circ$; čtverce vlevo = odchylka **od** operovaného ucha; čtverce vpravo = odchylka **k** operovanému uchu.

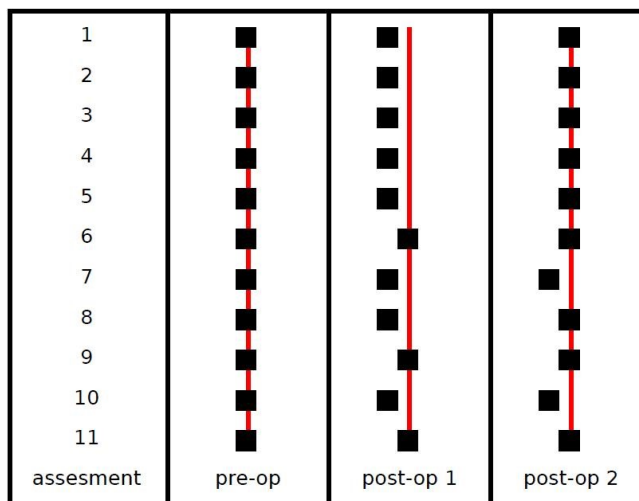
Nyní se podíváme podrobněji na výsledky jednotlivých probandů. Z porovnání všech měření při promítání samostatné vertikály na statické zorné pole (Graf 9) vyplývá, že z 33 měření došlo v 12 situacích k odchylce větší, než je fyziologická norma. Z těchto 12 situací šlo v 9 případech o odchylku směrem od operovaného ucha a pouze ve 3 směřovala odchylka k operovanému uchu. Před operací se významnější odchylky dopustil pouze Proband 9. Nejvíce odchylek nad fyziologickou mez bylo zaznamenáno den po operaci (8x) a méně pak s odstupem několika dní od operace (3x).



Graf 9. STATICKÁ SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA

Čtverce na červené linii = probandi, u nichž průměr pokusů nepřesáhl fyziologickou odchylku $\pm 2^\circ$; čtverce mimo linii = odchylka $> \pm 2^\circ$; čtverce vlevo = odchylka **od** operovaného ucha; čtverce vpravo = odchylka **k** operovanému uchu, viz hodnoty Tabulka 6.

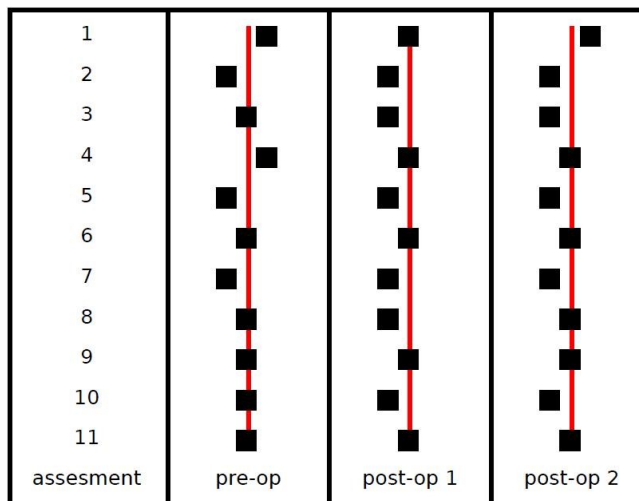
Při porovnání všech měření za podmínky promítání vertikály a rotace zorného pole doprava (Graf 10) se ukázalo, že z 33 měření došlo k odchylce v 10 případech a ve všech směřovala od operovaného ucha. Před operací nebyla u nikoho naměřena odchylka nad fyziologickou normu, nejvíce odchytek se projevilo opět těsně po operaci (8x) a pouze 2x se objevila odchylka s odstupem několika dní od operace.



Graf 10. DYNAMICKÁ SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA PŘI ROTACI ZORNÉHO POLE DOPRAVA

Čtverce na červené linii = probandi, u nichž průměr pokusů nepřesáhl fyziologickou odchylku $\pm 2^\circ$; čtverce mimo linii = odchylka $> \pm 2^\circ$; čtverce vlevo = odchylka od operovaného ucha; čtverce vpravo = odchylka k operovanému uchu; viz hodnoty Tabulka 6.

Z porovnání všech měření při rotaci zorného pole doleva (Graf 11) lze pozorovat nejvíce naměřených odchylek ze všech podmínek. Z 33 měření došlo v 17 případech k odchylce nad fyziologickou normu. Opět nejvyšší počet odchylek (14) směřovalo od operovaného ucha. Před operací byla změřena odchylka u 5 probandů. V každém pooperačním měření byla odchylka zaznamenána 6x.



Graf 11. DYNAMICKÁ SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA PŘI ROTACI ZORNÉHO POLE DOLEVA

Čtverce na červené linii = probandi, u nichž průměr pokusů nepřesáhl fyziologickou odchylku $\pm 2^\circ$; čtverce mimo linii = odchylka $> \pm 2^\circ$; čtverce vlevo = odchylka od operovaného ucha; čtverce vpravo = odchylka k operovanému uchu.

Z celkem 99 hodnocení bylo naměřeno 39 odchylek nad fyziologickou mez, přičemž z nich 33 směřovalo od operovaného ucha (Tabulka 9). 22 odchylek bylo změřeno během 2. měření po operaci, 11 při 3. měření a 6 při prvním měření. Nejvíce odchylek (17) se vyskytlo při promítání vertikály na rotující zorné pole doleva, nejméně (10) při promítání vertikály na rotující zorné pole doprava a při promítání vertikály na statické pole se odchylka vyskytla ve 12 měřeních.

Stojí za povšimnutí, že u Probanda 10 po operaci směřovala odchylka statické SVV k operovanému uchu. Odchylky u dynamických vertikál však po operaci směřovaly vždy od operovaného ucha.

	$\pm 2^\circ$	$>2^\circ$ od	$>2^\circ$ k
Statická SVV	10	0	1
	3	7	1
	8	2	1
Rotace doprava	11	0	0
	3	8	0
	9	2	0
Rotace doleva	6	3	2
	5	6	0
	5	5	1
Celkem	60	33	6

Tabulka 9. SMĚR ODCHYLEK VZHLEDEM K IMPLANTOVANÉ STRANĚ

1. měření: červeně, 2. měření: okrově, 3. měření: žlutě

7 DISKUZE

Aplikace kochleárního implantátu je dnes běžně používanou léčbou sensorineurální ztráty sluchu. V poslední době se však uvažuje nad tím, zda užívání implantátu může vést k ovlivnění vestibulárního systému.

Vestibulární systém může být ohrožen buď prostřednictvím přímého poškození vyplývajícím z chirurgického zásahu nebo z elektrické stimulace produkované aktivovaným CI (Tien et al., 2016; Miwa et al., 2019). Příznaky vestibulární dysfunkce se mohou projevit časně po operačním zákroku nebo později s aktivací implantátu a mohou přetrvávat různě dlouhou dobu (Kubo et al., 2001).

Buchman et al. (2004) uvádí, že imlantace kochleární elektrody může změnit homeostázu tekutin vnitřního ucha a vyvolat přímé trauma vestibulárních sensorických struktur nebo chirurgicky vyvolat zánět s výslednou fibrózou nebo ztrátou vlasových buněk. Toto může být zdrojem závratí, motání hlavy či pocitu nerovnováhy bez ohledu na to, zda je CI aktivován, avšak dochází ke spontánní úpravě v průběhu kompenzace a habituace.

K elektrické stimulaci dochází po aktivaci zařízení a může způsobovat závratě, nystagmus či nerovnováhu. Elektrická stimulace okolních nervů může vyvolávat konflikt sensorických vstupů vedoucí k vestibulární dysfunkci (Miwa et al., 2019). Na druhou stranu, studie prováděná u dětí s CI ukázala, že elektrická stimulace z CI může napomáhat korigovat abnormální vnímání SVV, zejména tehdy pokud je stimulované ucho ipsilaterální jako směr odchylky SVV (Gnanasegaram, 2016).

Některá výše zmíněná poškození dokládají i histologické nálezy. Fibróza, hydrops s pokroucením otolitické membrány či reaktivní neuromy byly pozorovány ve vestibulu i polokruhovitých kanálcích u pacientů po CI. Postižení scala vestibuli korelovalo s rupturou kostní spirálové laminy v blízkosti okrouhlého okénka (Buchman et al., 2004).

Subjektivní příznaky vestibulární dysfunkce jako motání hlavy, polohové vertigo, nestabilita se u pacientů s CI mohou objevovat v různém časovém odstupu a mohou trvat různě dlouhou dobu. V diplomové práci byly hodnoceny časné příznaky (den po operaci) a příznaky krátce po operaci (do 1 měsíce) pomocí dotazníku DHI. Výsledky nebyly vzhledem k malému výskytu těchto příznaků nijak významné. Pouze u dvou probandů se vyskytly mírné obtíže den po operaci a s odstupem několika dní.

Výsledky existujících studií, které použili dotazník DHI většinou rovněž neprokazují signifikantní rozdíl výskytu subjektivních příznaků před operací a po operaci. Pokud studie obsahují více měření po operaci, subjektivní potíže se procentuálně spíše snižují. Studie Katsiari et al. (2013) zaznamenala měsíc po operaci subjektivní potíže u 10 pacientů z 20. Půl roku po operaci mělo subjektivní potíže 6 pacientů. Buchman et al. (2004) v rámci dotazníku DHI pozoroval rovněž sestupnou tendenci výskytu subjektivních příznaků i jejich závažnosti. Studie Le Nobel et al. (2016) zaznamenala zlepšení DHI u 5 pacientů a zhoršení u 2 pacientů z celkového počtu 12 pacientů. Žádná ze studií nezaznamenala statisticky významný rozdíl mezi měřeními před operací a po operaci. Ani výsledky meta-analýzy Ibrahim et al. (2017), která zkoumala 27 studií používajících dotazník DHI, neukázaly, že by operace CI statisticky významně ovlivňovala DHI skóre v kratším či delším časovém horizontu po operaci.

Studie rovněž často nekorelují s klinickým nálezem. Krause et al. (2010) potvrzují signifikantní zhoršení funkce sakulu a horizontálního kanálku. 8 z 16 pacientů, kteří před operací nevykazovali obtíže, mělo funkci dle těchto vyšetření těsně po operaci zhoršenou. Dva měsíce po operaci byla zaznamenána zhoršená funkce sakulu u 6 pacientů. Zhoršení v testech však celkově nekorelovalo se subjektivními obtížemi.

Hodnocení rizikovosti nestability a pádu v této práci taktéž neprokázalo v dlouhodobém horizontu signifikantní výsledky. Pouze časně po operaci lze předpokládat prodloužení času pro vykonání TUG, ale s odstupem od operace se čas opět zkracuje. Jediná studie, která použila test TUG po aplikaci CI rovněž neprokázala statisticky významný rozdíl před a po operaci (Le Nobel, 2016).

Stabilometrické vyšetření v této práci ukázalo, že statisticky významné zhoršení posturální stability bylo zaznamenáno v situacích, kdy měli pacienti zavřené oči nebo šlo o posturálně náročnější situace. Zhoršení se týkalo stejné situace v 2. i ve 3. měření (stoj na tvrdé podložce se zavřenýma očima) a stoj na tvrdé podložce se zavřenýma očima a zakloněnou hlavou při 3. měření. V této situaci jsou narušeny dva vstupy pro udržení rovnováhy (vizuální a vestibulární). Extenzí hlavy dochází zřejmě k tomu, že se utrikulární otolity dostávají mimo svůj optimální pracovní rozsah. Rovina utrikulární makuly je zvýšena vzhledem k její normální orientaci – rovnoběžná s horizontálním kanálkem (odpovídá přibližně 20° flexi hlavy). Dochází zřejmě ke snížení cervikální proprioceptivní informace o rovnováze (Zelený, 2015; Brandt 1981).

Vestibulární informace rostou na významu při náročnějších podmínkách, tedy když jsou narušeny další vstupy (vizuální, propioceptivní) pro udržení rovnováhy. Tak se to děje např. při stožení na měkké podložce se zavřenými očima a zakloněnou hlavou. V této situaci byla p-hodnota poměrně blízko hladině významnosti (0,0884).

Ačkoliv při statistickém hodnocení parametru plochy COP nedošlo ke statisticky významným výsledkům. Blízkost hladině významnosti ve 2. měření při stožení na měkké podložce se zavřenými očima (0,0776) se opět týkala posturálně náročnější situace. Když se podíváme, v jakých situacích došlo ke zvětšení plochy COP, byť statisticky nevýznamnému, tak se jednalo o situace s vyloučením zrakové kontroly (všechny situace v 2. měření) a obě situace s vyloučením zraku na tvrdé podložce ve 3. měření.

Podobný náález má i studie Gao et al. (2017), podle které CI ovlivnil statickou rovnováhu v rámci 1 týdne po operaci a tento vliv byl větší při zavřených očích.

Podle některých studií má mírné zhoršení posturální stability po aplikaci CI ve většině případů spíše dočasný charakter. Pilotní studie Parietti-Winkler (2015) hodnotila 10 pacientů (55 ± 20 let) dva dny před operací a rok po operaci a porovnávala jejich výsledky s kontrolní skupinou 10 účastníků (63 ± 16 let). Hodnocení probíhalo pomocí videonystagmografie, kalorických a rotačních testů a posturografie v 6 situacích (stoj s otevřenými očima, stoj při vizuálním pohybu okolí, stoj při pohybu podložky, stoj s vizuálním pohybem okolí a pohybem podložky, stoj se zavřenými očima, stoj se zavřenými očima a pohybem podložky). Rok po aplikaci CI výsledky ukázaly signifikantní zlepšení a normalizaci vestibulárních funkcí u většiny sensorických situací až na situaci, v níž se kombinoval vizuální pohyb okolí s pohybem podložky (klade největší nároky na vestibulární funkce).

Autoři Steenerson et al. (2001) došli k závěru, že posturální nestabilita se vyskytuje často u pacientů už v preoperačním stavu. Benigní paroxysmální polohové vertigo může být častým příznakem po kochleární implantaci, nicméně dobře reaguje na repositionální manévry. Zřídka se vyskytovala závrať v dlouhodobějším horizontu (1 rok).

Ve studii Miwa et al. (2019) podstoupilo statické stabilometrické vyšetření 9 pacientů. Pacienti stáli s otevřenými očima, se zavřenými očima a v pozadí byl slyšet zvuk asi 50dB. Výsledky prokázaly zhoršení u 6 pacientů s vypnutým CI. V zapnutém módu bylo pozorováno signifikantní zlepšení.

Integraci zvukových signálů z CI pro posturální stabilitu považuje za důležité Guigou et al. (2018). Zde byli porovnáváni pacienti s bilaterální vestibulopatií (BVP)

a s jednostranným (UCI) a oboustranným CI (BCI). Byla vyšetřována dynamická posturografie v tichu a se sluchátky s rotující zvukovou stimulací hudebního mixu. Rotující zvuk ovlivnil rovnováhu všech probandů. Destabilizoval pacienty s bilaterální CI a BVP a stabilizoval pacienty s jednostrannou CI. Skupina BVP preferovala proprioceptivní informace pro udržení rovnováhy, BCI preferovali vestibulární a vizuální informace a UCI měli vyšší vestibulární preferenci.

Z výše uvedených studií vyplývá, že posturální stabilita může být narušena zejména v posturálně náročnějších situacích, avšak s odstupem času od operace se spíše zlepšuje. Nicméně u některých pacientů potíže s rovnováhou přetrvávají i v dlouhodobějším horizontu. Steenerson et al. (2001) však potvrzují pozitivní výsledky vestibulární rehabilitace (trénink okulomotorické kontroly, habituační cvičení, trénink rovnováhy, případně repositionální manévry) u pacientů s poruchami rovnováhy vzniklými po kochleární implantaci.

Velikost celkové odchylky SVV byla statisticky významně vyšší při druhém měření. Při 2. měření však nelze vyloučit vliv celkového oslabení pacienta po operačním zákroku a potenciální vliv anestetických farmak na otolitické funkce.

Hladině významnosti se blížila rovněž p-hodnota ve 3. měření při rotaci zorného pole doprava. Pacienti operovaní vpravo měli významně větší odchylku doleva.

Z individuálních rozdílů byly zajímavé především výsledky u Probanda 10, kdy v obou měřeních po operaci směřovala odchylka statické subjektivní vertikály k operovanému uchu, odchylky po operaci u dynamických subjektivních vertikál však směřovaly od operovaného ucha.

Z 99 měření SVV bylo zjištěno 39 odchylek nad fyziologickou mez. Ve většině případů (33) tato odchylka směřovala od operovaného ucha. Podobné zjištění měla i studie Le Nobel et. al (2016), kde z 60 měření směřovala odchylka 21x od operovaného ucha a pouze 6x k operované straně.

To, kam vertikála deviuje, určuje stranu s hypofunkčním labiryntem (Černý, 2017). Sun et al. (2014) tvrdí, že jednostranná utrikulární dysfunkce koresponduje s odchylkou ke straně léze, od silnějšího utrikulu. Studie se týkala pacientů s jednostrannou lézí. Je otázkou, jak si vysvětlit náklon pozorovaný v této diplomové práci směrem od operované strany.

Stude Le Nobel et al. (2016) podotýká, že je pozoruhodné, že odchylka u většiny pacientů směřovala od operovaného ucha, což by navrhovalo relativní hyperfunkci utrikulu k operovanému uchu. K tomu však chybí jasný patofyziologický mechanismus,

který by to vysvětloval. Studie se odkazuje na malý počet probandů, kvůli kterému mohlo dojít ke statistické anomálii.

U některých pacientů, může vkládání elektrody do kochley podráždit tok endolymfy a způsobit endolymfatický hydroks. Potíže jsou pak podobné jako u Meniérovovy choroby. Funkce utrikulu bude snižena a odchylka SVV bude směřovat k operovanému uchu (Kubo et al., 2001).

Dalším možným vysvětlením změněné funkce utrikulu je serózní labyrintitida způsobená přítomností cizího tělesa. Příčina časných závratí po aplikaci CI je vysvětlována perilymfatickou fistulí vznikající proděravěním kochley. Ačkoliv není jednoznačně potvrzeno, že by elektrický proud pacienty nějak významněji poškozoval, mohl by v tomto případě rovněž hrát roli (Kubo et al., 2001; Le Nobel et al., 2016). To však v případě této diplomové práce není příliš relevantní, neboť pacienti byli měřeni před aktivací CI.

Uvažuje se také o tlakové vlně při vkládání elektrod, různé délce elektrod a zda jde o elektrodu rovnou nebo zatočenou. Také byl zkoumán úhel a hloubka zasunutí elektrod. Výsledky ukazují, že úhlová hloubka zasunutí větší než 405° může slabě ovlivnit zbytkový sluch, ale patrně nemá významnější vliv na vestibulární funkce (Nordfalk et al., 2016; Imai et al., 2019).

Nelze jednoznačně patofyziologicky vysvětlit, proč u pacientů dochází k odchylce od operované strany. Z výše uvedených poznatků však vyplývá, že operační zásah může působit na utrikulus nejen ve smyslu snižování funkce a odchylovat vertikálu směrem k operovanému uchu, ale i ve smyslu dráždění a vést tak k jeho hyperfunkci, a tedy kontralaterální úchylce SVV.

Dle některých autorů (Le Nobel et al., 2016, Sun et al., 2014) také měření pomocí SVV nemusí být dostatečně citlivé pro statické dysfunkce utrikulu, na rozdíl od oVEMP. oVEMP – je dynamický test, který měří utrikulární funkci v závislosti na stimulaci (lineárním zrychlení), kdežto SVV je statický test, který reflektuje tonickou aktivitu utrikulu. Jakožto statický test, může být SVV více senzitivní na adaptaci a kompenzaci.

Druhý rozdíl je v tom, že SVV reflektuje graviceptivní percepci na úrovni centrálního systému. Výsledek SVV je závislý nejen na koncovém otolitovém orgánu, ale také na interním odhadu gravitačního náklonu odvozeného ze syntézy všech percepčních vjemů mozkem. SVV tak může, na rozdíl od oVEMP, zachytit centrální lézi

(SVV byla původně vyvíjena pro screening pacientů s infarktem mozku). To může hrát roli při použití SVV u starších pacientů (Sun et al., 2014).

Autoři Imai et al. (2019), hodnotili funkce utrikulu pomocí oVEMP a lineárního VOR při rotační zkoušce, kde výsledky ukázaly zhoršení funkce utrikulu při oVEMP, nikoliv však u rotační zkoušky. CI podle nich tedy může způsobit zhoršení funkce otolitových orgánů (dle cVEMP a oVEMP). V případě funkce utrikulu však jde o mírné poškození, které nepůsobí ani vertigo ani zhoršení lineárního VOR.

Dle meta-analýzy Abouzayd et al. (2016) je pro hodnocení vestibulárních funkcí nejlepší použít hodnocení všech pěti vestibulárních sensorů včetně vyšetření utrikulu pomocí oVEMP nebo OVAR (off-vertical axis rotation) s CI v zapnutém i vypnutém módu. Časové a finanční náklady však toto znemožňují. Po revizi 3000 referencí bylo vybráno 16 studií reprezentujících 967 pacientů. Meta-analýza ukázala, že přinejmenším čtyři z pěti vestibulárních sensorů mohou být po CI zasaženy. Žádný test (kalorický test, cVEMP, HIT) nebyl prokázán jako dostatečně citlivý sám o sobě. Hodnocení je tedy efektivnější, pokud se zkoumá více vestibulárních sensorů kombinací alespoň dvou a více různých testů nebo více sensorů v jednom testu (např. HIT). Analýza vyhodnotila senzitivitu pro kalorický test 0,21, pro cVEMP 0,32 a pro HIT 0,5 a do praxe doporučuje strategii case-to-case podle symptomů pacienta a příčin ztráty sluchu.

Limitem této diplomové práce byl především malý vzorek pacientů. Stabilometrické vyšetření bylo provedeno pouze pro statickou posturální stabilitu. Vzhledem k časově krátkému odstupu mezi jednotlivými měřeními, mohlo docházet k efektu posturálního učení. Ten nastává při opakovaném provádění testů sensorické integrace a může přetrvávat v horizontu 3 měsíců (Parietti-Winkler, 2015).

Drtivá většina pacientů při 2. měření neslyšela, což mírně komplikovalo získání odpovědí pro dotazník DHI, zejména pokud měli přidruženou závažnější zrakovou poruchu.

Diplomová práce však předkládá celkem podrobný popis testované skupiny osob, včetně přidružených zdravotních problémů, které mohou mít důležitý význam při zjišťování etiologie vestibulárních příznaků. Dále kombinuje vyšetření mající významný vztah k funkční kapacitě pacienta (rizikovitost pádů, aktuální funkční deficit), což je důležité pro určení případné následné vestibulární rehabilitace. Vyšetření subjektivních příznaků má nemalý podíl na kvalitě života pacienta a také upřesňuje vztah mezi subjektivním vnímáním obtíží pacientem a zjištěným klinickým nálezem.

V další výzkumné činnosti s ohledem na prozkoumané studie, by bylo velmi přínosné, dosáhnout většího počtu probandů. Zachovat při tom také pestrou škálu prováděných vyšetření, s co největším záběrem receptorů vestibulárního systému. V souvislosti s měřením v této diplomové práci bylo zvláštní, že největší odchylky v SVV se pacienti celkově dopouštěli při rotaci zorného pole doleva, které následovalo vždy jako třetí v pořadí po rotaci doprava. V tomto ohledu by mohlo být zajímavé zjistit, zda se tento výsledek změní, pokud bychom pořadí vyšetření nějak pozměnili.

ZÁVĚR

V diplomové práci byl zjišťován vliv kochleárního implantátu na vestibulární funkce u 11 dospělých pacientů.

V rámci subjektivních pocitů nestability hodnocených zkrácenou verzí dotazníku Dizziness Handicap Inventory nebyly zaznamenány významné rozdíly před implantací a po aplikaci kochleárního implantátu. Ačkoliv v některých dalších klinických testech bylo patrné zhoršení vestibulárních funkcí, pacienti toto zhoršení významně nepociťovali.

Dle testu Timed Up and Go při měření těsně po operaci došlo k signifikantnímu prodloužení času pro vykonání testu. Pacienti tedy těsně po operaci mohou být ohroženi rizikem pádu. S odstupem od operace se toto riziko však snížilo na úroveň před operací a u některých došlo dokonce k lepším výsledkům než před operací.

K signifikantnímu zhoršení posturální stability docházelo pouze v situacích s vyloučením zraku a v situacích, které kladly vyšší nároky na posturální kontrolu ztížením propioceptivních (měkká podložka) nebo vestibulárních (extenze hlavy) podmínek. Šlo především o situace buď těsně po operaci nebo o situaci, která poprvé vyžadovala větší aktivitu vestibulárního systému (stoj na tvrdé podložce se zavřenýma očima).

Průměrné patologické odchylky nad 2° při percepci subjektivní zrakové vertikály se pacienti dopouštěli pouze při rotaci zorného pole doleva. Drtivá většina zprůměrovaných pokusů, které byly hodnoceny jako odchylka nad patologickou mez směřovaly od operovaného ucha (33 z 39 naměřených odchylek). Všichni pacienti s operovanou pravou stranou měli průměrně tendenci uchylovat se od operovaného ucha.

Vlivem kochleární implantace může docházet ke zhoršení vestibulárních funkcí zejména těsně po operaci. Zhoršení se projevuje významně v posturálně náročných situacích a při dynamické subjektivní zrakové vertikále. Předoperačního stavu bylo dosaženo v testu TUG. Zhoršení vestibulárních funkcí, však nevedlo k tomu, že by pacienti subjektivně pocíťovali větší posturální nestabilitu.

REFERENČNÍ SEZNAM

- ABOUZAYD, M., et al., 2017. What vestibular tests to choose in symptomatic patients after a cochlear implant? A systematic review and meta-analysis. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. **274**(1), 53-63 [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1007/s00405-016-4007-4. ISSN 0937-4477. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00405-016-4007-4>
- BATUECAS-CALETRIO, A. et al., 2015. Vestibular function in cochlear implantation: Correlating objectiveness and subjectiveness. *The Laryngoscope* [online]. **125**(10), 2371-2375 [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1002/lary.25299. ISSN 0023-852X. Dostupné z: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/lary.25299>
- BOUČEK, J. et al., 2017. 30 let kochleárních implantací v České republice. *Časopis lékařů českých* [online]. **156**(4), 178-182 [cit. 2019-12-08]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/320432573_30_years_of_the_cochlear_implantations_in_the_Czech_Republic/citations
- BRANDT, Th., KRAFCZYK, S. a MALSSENDEN, I., 1981. Postural imbalance with head extension: improvement by training as a model for ataxia therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. **374**(1 Vestibular an), 636-649 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1981.tb30907.x. ISSN 0077-8923. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.1981.tb30907.x>
- BUCHMAN, C. et al., 2004. Vestibular Effects of Cochlear Implantation. *The Laryngoscope* [online]. **114**(S103), 1-22 [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1097/00005537-200410001-00001. ISSN 0023852X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1097/00005537-200410001-00001>
- COLIN, V. et al., 2018. Impact of cochlear implantation on peripheral vestibular function in adults. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases* [online]. **135**(6), 417-420 [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1016/j.anorl.2018.10.007. ISSN 18797296. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1879729618301686>

- COZMA, R., S. et al., 2018. Vestibular sensory functional status of cochlear implanted ears versus non-implanted ears in bilateral profound deaf adults. *Romanian Journal of Morphology and Embryology* [online]. **59**(1), 105–112 [cit. 2019-09-24]. Dostupné z: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=347ab1f6-061c-4b4c-ad48-80899c44ee61%40pdc-v-sessmgr06>
- ČERNÝ, R., ČAKRT O., a JEŘÁBEK, J., 2017. Laboratorní metody vyšetření vestibulárního aparátu. *Neurologie pro praxi* [online]. **18**(3), 163-169 [cit. 2020-03-17].
- DUMAS, G. et al., 2016. How to perform the skull vibration-induced nystagmus test (SVINT). *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases* [online]. **133**(5), 343-348 [cit. 2020-03-30]. DOI: 10.1016/j.anorl.2016.04.002. ISSN 18797296. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1879729616300576>
- FILIPO, R. et al., 2009. Vestibular impairment and cochlear implantation. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. **126**(12), 1266-1274 [cit. 2020-04-29]. DOI: 10.1080/00016480600678789. ISSN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00016480600678789>
- GAO, Y. et al., 2017. Sudden onset of static equilibrium dysfunction in patients receiving a cochlear implant. *Medicine* [online]. **96**(44) [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1097/MD.00000000000008465. ISSN 0025-7974. Dostupné z: <http://Insights.ovid.com/crossref?an=00005792-201711030-00049>
- GJURIC, M. et al., 2007. Vestibular Schwannoma Volume as a Predictor of Hearing Outcome After Surgery. *Otology & Neurotology* [online]. **28**(6), 822-827 [cit. 2020-01-15]. DOI: 10.1097/MAO.0b013e318068b2b0. ISSN 1531-7129. Dostupné z: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00129492-200709000-00018>
- GUIGOU, C. et al., 2018. Effect of Rotating Auditory Scene on Postural Control in Normal Subjects, Patients With Bilateral Vestibulopathy, Unilateral, or Bilateral Cochlear Implants. *Frontiers in Neurology* [online]. **9** [cit. 2019-09-24]. DOI:

- 10.3389/fneur.2018.00972. ISSN 1664-2295. Dostupné z:
<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2018.00972/full>
- HAHN, A., 2007. *Otorinolaryngologie a foniatrie v současné praxi*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-0529-3.
- HAHN, A., 2015. *Otoneurologie a tinitologie*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4345-5.
- HAJNÁ, B., 2014. *Kompenzace poruchy posturální stability v čase u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2.LF.
- IBRAHIM, I. et al., 2017. Effect of cochlear implant surgery on vestibular function: meta-analysis study. *Journal of Otolaryngology – Head & Neck Surgery* [online]. **46**(1) [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1186/s40463-017-0224-0. ISSN 1916-0216. Dostupné z: <http://journalotohns.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40463-017-0224-0>
- IMAI, T. et al., 2019. Effects of cochlear implants on otolith function as evaluated by vestibulo-ocular reflex and vestibular evoked myogenic potentials. *Auris Nasus Larynx* [online]. **46**(6), 836-843 [cit. 2020-05-06]. DOI: 10.1016/j.anl.2019.03.011. ISSN 03858146. Dostupné z:
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0385814618310770>
- JACOBSON, G. P. a NEWMAN, C. W., 1990. The Development of the Dizziness Handicap Inventory. *Archives of Otolaryngology – Head and Neck Surgery* [online]. **116**(4), 424-427 [cit. 2019-11-05]. DOI: 10.1001/archotol.1990.01870040046011. ISSN 0886-4470. Dostupné z:
<http://archotol.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=618622>
- JUNQUEIRA, L. C. U., CARNEIRO, J. a KELLEY, R. O., 1997. *Základy histologie*. Jinočany: H & H. ISBN 80-85787-37-7.
- JEŘÁBEK, J., 2015. Diagnostika pacienta s akutní závratí. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. **78/111**(5), 503-510.

- KABELKA, Z. a VÝBORNÁ, L., 2013. Rozhovor: Naše síla tkví v tom, že překonáváme své handicapy. *Mujrozhlaz.cz* [online]. Praha: Radiožurnál [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://www.mujrozhlaz.cz/host-lucie-vyborne/nase-sila-tkvi-v-tom-ze-prekonavame-sve-handicap-y-je-presvedcen>
- KATSIARI, E. et al., 2013. Influence of cochlear implantation on the vestibular function. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. **270**(2), 489-495 [cit. 2020-04-29]. DOI: 10.1007/s00405-012-1950-6. ISSN 0937-4477. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00405-012-1950-6>
- KUBO, T. et al., 2001. Different forms of dizziness occurring after cochlear implant. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. **258**(1), 9-12 [cit. 2020-05-03]. DOI: 10.1007/PL00007519. ISSN 0937-4477. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/PL00007519>
- LE NOBEL, G. et al., 2016. Vestibular function following unilateral cochlear implantation for profound sensorineural hearing loss. *Journal of Otolaryngology – Head & Neck Surgery* [online]. **45**(1) [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1186/s40463-016-0150-6. ISSN 1916-0216. Dostupné z: <http://journalotohns.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40463-016-0150-6>
- MARIEB, E. N. a HOEHN, K., 2016. *Human anatomy & physiology*. Tenth edition. Boston: Pearson. ISBN 978-0321927040.
- MIWA, T. et al., 2019. The effect of cochlear implants on vestibular-evoked myogenic potential responses and postural stability. *Auris Nasus Larynx* [online]. **46**(1), 50-57 [cit. 2019-09-24]. DOI: 10.1016/j.anl.2018.06.002. ISSN 03858146. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0385814618302700>
- NORDFALK, K. F., 2016. Insertion Depth in Cochlear Implantation and Outcome in Residual Hearing and Vestibular Function. *Ear and Hearing* [online]. **37**(2), e129-e137 [cit. 2020-05-07]. DOI: 10.1097/AUD.0000000000000241. ISSN 0196-0202. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00003446-201603000-00019>

- PARIETTI-WINKLER, C. et al., 2015. Effects of Unilateral Cochlear Implantation on Balance Control and Sensory Organization in Adult Patients with Profound Hearing Loss. *BioMed Research International* [online]. **2015**, 1-7 [cit. 2020-04-29]. DOI: 10.1155/2015/621845. ISSN 2314-6133. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/621845/>
- PLZÁK, J. a MYSLIVCOVÁ, N., 2017. Kochleární implantát dostalo za třicet let v ČR přes tisíc pacientů. In: *Medical Tribune* [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://www.tribune.cz/clanek/42624-kochlearni-implantat-dostalo-za-tricet-let-v-cr-pres-tisic-pacientu>
- PODSIADLO, D. a RICHARDSON, S., 1991. The Timed “Up & Go”: A Test of Basic Functional Mobility for Frail Elderly Persons. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. **39**(2), 142-148 [cit. 2019-11-06]. DOI: 10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x. ISSN 00028614. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1532-5415.1991.tb01616.x>
- STEENERSON, R. L., CRONIN, G. W. a GARY, L. B., 2001. Vertigo after Cochlear Implantation. *Otology & Neurotology* [online]. **22**(6), 842-843 [cit. 2020-03-11]. DOI: 10.1097/00129492-200111000-00021. ISSN 1531-7129. Dostupné z: <http://journals.lww.com/00129492-200111000-00021>
- SUN, D. Q. et al., 2014. Evaluation of a bedside test of utrikular function – the bucket test – in older individuals. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. **134**(4), 382-389 [cit. 2020-05-05]. DOI: 10.3109/00016489.2013.867456. ISSN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016489.2013.867456>
- ŠÁRA, F., 2018. *Já slyším! První kochleární implantát, který spustil revoluci, dostal před 40 lety Australan* [online]. In: [cit. 2020-05-03]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/historie/clanek/ja-slysim-prvni-kochlearni-implantat-ktery-spustil-revoluci-dostal-pred-40-lety-australan-354234>
- TIEN, H. a LINTHICUM, F. H., 2016. Histopathologic Changes in the Vestibule after Cochlear Implantation. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery* [online]. **127**(4), 260-264 [cit. 2020-05-03]. DOI: 10.1067/mhn.2002.128555. ISSN 0194-5998. Dostupné z: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1067/mhn.2002.128555>

ZELENÝ, M., 2015. *Vliv věku na posturální stabilitu při různých pozicích krční páteře*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2.LF.

INTERNAL PARTS: CI532, 2017. In: *CIC Berlin-Brandenburg* [online]. Berlin [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://www.cic-berlin-brandenburg.de/what-is-a-ci/>

HEARING IMPLANTS: Med-EL Cochlear Implant System, 2019. In: *The Ear Center of Greensboro* [online]. [cit. 2020-01-17]. Dostupné z: http://www.earcentergreensboro.com/hearing-implants/med_el_ci.php#med_el_electrodes

A COCHLEAR IMPLANT, 2020. In: *Profesor Marcus Atlas* [online]. [cit. 2020-05-02]. Dostupné z: <https://www.earspecialistperth.com.au/what-we-do/hearing-rehabilitation-better-hearing-for-all/hearing-devices-hearing-aids-to-cochlear-implants/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1: Kochleární implantát	8
Obrázek č. 2: Vnitřní část implantátu	9
Obrázek č. 3: Modiolus.....	10
Obrázek č. 4: Pozice elektrod uvnitř kochley a tonotopické uspořádání kochley	11
Obrázek č. 5: Statoakustický systém	15
Obrázek č. 6: Příklad sensorické situace	24
Obrázek č. 7: Měření statické subjektivní zrakové vertikály.....	25

SEZNAM TABULEK

Tabulka č. 1: Charakteristika testovaných osob	21
Tabulka č. 2: Senzorické situace.....	24
Tabulka č. 3: Dizziness Handicap Inventory – odpovědi	28
Tabulka č. 4: Timed Up and Go – naměřené časy, průměry, p-hodnoty	29
Tabulka č. 5: Průměry a p-hodnoty délky trajektorie COP a plochy COP	31
Tabulka č. 6: Subjektivní zraková vertikála – průměrné hodnoty pacientů	36
Tabulka č. 7: Průměrné odchylky a p-hodnoty	37
Tabulka č. 8: Průměrné odchylky pacientů operovaných vlevo a vpravo a p-hodnoty..	38
Tabulka č. 9: Směr odchylek vzhledem k implantované straně.....	41

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Krabicový diagram časových hodnot TUG	29
Graf č. 2: Porovnání průměrných hodnot délky trajektorie COP dle senzorické situace	32
Graf č. 3: Porovnání průměrných hodnot plochy COP dle senzorické situace.....	33
Graf č. 4: Průměrné hodnoty délky trajektorie COP bez ohledu na senzorickou situaci	34
Graf č. 5: Průměrné hodnoty plochy COP bez ohledu na senzorickou situaci.....	35
Graf č. 6: Průměrné odchylky	37
Graf č. 7: Průměrná subjektivní zrková vertikála pacientů operovaných vpravo	39
Graf č. 8: Průměrná subjektivní zrková vertikála pacientů operovaných vlevo	39
Graf č. 9: Statická subjektivní zrková vertikála	39
Graf č. 10: Dynamická subjektivní zrková vertikála při rotaci zorného pole doprava .	40
Graf č. 11: Dynamická subjektivní zrková vertikála při rotaci zorného pole doleva ...	41

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Zkrácená forma dotazníku Dizziness Handicap Inventory	49
---	----

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Zkrácená forma dotazníku Dizziness Handicap Inventory

Smyslem tohoto dotazníku je zhodnocení potíží, které Vám působí závratě nebo poruchu rovnováhy. Odpovězte prosím na každou otázku „ano“, „ne“ nebo „někdy“. Každá odpověď se týká pouze potíží způsobených závratí nebo poruchou rovnováhy.

1. Zhoršuje se závrat' při pohledu nahoru?	
2. Musel/a jste pro nemoc omezit cestování?	
3. Máte potíže při uléhání nebo vstávání z postele?	
4. Máte potíže se čtením (v důsledku závratí)?	
5. Zhoršuje rychlý pohyb hlavou Vaše potíže?	
6. Vyhýbáte se kvůli obavě ze závratí výškám?	
7. Máte potíže při přetáčení těla v posteli?	
8. Je pro Vás obtížné jít sám bez doprovodu na procházku?	
9. Je pro Vás obtížné jít sám bez doprovodu po chodníku?	
10. Je pro Vás obtížné pohybovat se po bytě ve tmě?	
11. Máte kvůli svým potížím obavu zůstat doma sám/sama?	
12. Jste depresivní?	
13. Zhoršují se Vaše problémy při předklonu nebo záklonu?	

Datum:

Jméno: