

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FN Motol

Markéta Zárubová

**DYNAMIKA VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE U PACIENTŮ
PO RESEKCI VESTIBULÁRNÍHO SCHWANNOMU**

Diplomová práce

Praha 2016

Autor práce: **Bc. Markéta Zárubová**

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

Oponent práce:

Datum obhajoby: **2016**

BIBLIOGRAFICKÝ ZÁZNAM

ZÁRUBOVÁ, Markéta. *Dynamika vestibulární kompenzace u pacientů po resekcii vestibulárního schwannomu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. 2016. 93 s. Vedoucí diplomové práce: PhDr. Ondřej Čákr, Ph. D.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou vestibulární kompenzace u pacientů po resekcii vestibulárního schwannomu. Cílem práce bylo objektivně zhodnotit dynamiku vestibulární kompenzace v raném pooperačním období a zejména zjistit, zda předoperační intratympanická aplikace gentamicinu má vliv na dynamiku kompenzace rovnovážných funkcí. Studie se zúčastnilo celkem 32 pacientů (20 žen a 12 mužů) ve věkovém rozmezí od 28 do 73 let. Pacienti absolvovali rehabilitační program s využitím vizuálního biofeedbacku pomocí interaktivního systému Homebalance. Tento program probíhal denně od 5. pooperačního dne do ukončení hospitalizace. Pacienti byli vyšetřeni před operací, po operaci a následně před propuštěním. K objektivnímu hodnocení vestibulární kompenzace byla zvolena statická posturografie, přístroj Synapsys Posturography System, a dotazník Activities-Specific Balance Confidence. Statistická analýza dat prokázala signifikantní zvýšení průměrných hodnot sledovaných parametrů COP (délka trajektorie COP a plocha konfidencí elipsy COP) pooperačně. Po absolvování terapeutického programu nedošlo k signifikantnímu snížení sledovaných parametrů COP. Výsledky celkového skóre dotazníku Activities-Specific Balance Confidence prokázaly statisticky významný pokles hodnot pooperačně a následně významné zvýšení celkového skóre po ukončení rehabilitačního programu. Mezi skupinami pacientů, kterým byl aplikován gentamicin, a pacientů bez aplikace gentamicinu, nebyly nalezeny signifikantní rozdíly při stabilometrickém vyšetření, ani v celkovém skóre dotazníku Activities-Specific Balance Confidence.

KLÍČOVÁ SLOVA

Vestibulární schwannom, vestibulární rehabilitace, vestibulární kompenzace, zpětná vazba, vestibulární prehabilitace

BIBLIOGRAPHIC IDENTIFICATION

ZÁRUBOVÁ, Markéta. *The dynamic of vestibular compensation in patients after vestibular schwannoma surgery*. Prague: Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine. 2016. 93 pages. Supervisor: PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

ABSTRACT

The thesis deals with the issue of vestibular compensation in patients after vestibular schwannoma surgery. The aim of this thesis was to objectively evaluate the dynamics of vestibular compensation in the early postoperative period and to determine whether the application of gentamicin impacts the dynamics of equilibrium functions. 32 patients participated in the study (20 women and 12 men) ranging from 28 to 73 years of age. Patients underwent a rehabilitation program with visual feedback using the interactive rehabilitation system, Homebalance. This rehabilitation program was carried out daily from the 5th postoperative day until hospital discharge. Patients were examined preoperatively, postoperatively and after rehabilitation. To assess the vestibular compensation, static posturography, the Synapsys Posturography System, and the Activities-Specific Balance Confidence Scale were used. The statistical analysis showed a significant increase in mean values of measured COP parameters (the length of the COP trajectory and COP confidence ellipse area) postoperatively. After completing the rehabilitation program no significant reduction of measured COP parameters was found. The total score from the Activities-Specific Balance Confidence Scale showed a statistically significant decrease in postoperative values and a significant increase in the total score after completion of the rehabilitation program. There was no significant difference when comparing the group of patients with a preoperative application of gentamicin and the group without a gentamicin application neither in the posturographic examination nor in the Activities-Specific Balance Confidence Scale.

KEY WORDS

Vestibular schwannoma, vestibular rehabilitation, vestibular compensation, biofeedback, vestibular prehabilitation

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci zpracovala samostatně pod vedením PhDr. Ondřeje Čakrta, Ph.D., uvedla všechny literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita k získání jiného nebo stejného akademického titulu. Současně dávám svolení k tomu, aby tato diplomová práce byla umístěna v Ústřední knihovně UK a používána ke studijním účelům.

V Praze dne: 1. 5. 2016

Bc. Markéta Zárubová

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotu a cenné rady, které mi pomohly k vypracování této práce. Mé poděkování patří také Prof. MUDr. Janu Betkovi, DrSc. a Doc. MUDr. Martinovi Chovancovi, Ph.D. za možnost vyšetření pacientů, hospitalizovaných na Klinice otorhinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN Motol. Dále bych ráda poděkovala MUDr. Kryštofovi Slabému za statistické zpracování dat a jeho trpělivou interpretaci. Za pomoc při organizaci vyšetření pacientů děkuji Mgr. Kristýně Trávníčkové a MUDr. Silvii Hrubé. V neposlední řadě patří mé díky také všem pacientům, kteří se studie zúčastnili.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	9
1 PŘEHLED POZNATKŮ	13
1.1 VESTIBULÁRNÍ SCHWANNOM	13
1.1.1 <i>Obecná charakteristika</i>	13
1.1.2 <i>Incidence a prevalence.....</i>	13
1.1.3 <i>Klasifikace.....</i>	14
1.1.4 <i>Etiologie.....</i>	15
1.1.5 <i>Symptomatologie.....</i>	17
1.1.6 <i>Biologické chování a růst tumoru</i>	19
1.1.7 <i>Diagnostika.....</i>	20
1.1.8 <i>Strategie léčby.....</i>	21
1.1.8.1 <i>Observace</i>	21
1.1.8.2 <i>Stereoradiochirurgie</i>	22
1.1.8.3 <i>Chirurgická léčba.....</i>	23
1.1.8.3.1 <i>Komplikace mikrochirurgické terapie</i>	24
1.1.9 <i>Kvalita života pacientů po resekci vestibulárního schwannomu</i>	25
1.2 VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	27
1.2.1 <i>Faktory ovlivňující vestibulární kompenzaci</i>	27
1.2.1.1 <i>Věk.....</i>	27
1.2.1.2 <i>Pohlaví.....</i>	28
1.2.1.3 <i>Velikost nádoru.....</i>	28
1.2.1.4 <i>Psychologické aspekty.....</i>	30
1.2.1.5 <i>Pravidelná pohybová aktivita</i>	30
1.2.2 <i>Kompenzační mechanismy</i>	31
1.2.2.1 <i>Buněčná obnova</i>	31
1.2.2.2 <i>Spontánní úprava funkce</i>	31
1.2.2.3 <i>Adaptace</i>	31
1.2.2.4 <i>Substituce.....</i>	32
1.2.2.5 <i>Habituační</i>	32
1.3 STRATEGIE FACILITACE VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	33
1.3.1 <i>Vestibulární rehabilitace.....</i>	33
1.3.1.1 <i>Stanovení individuálního plánu</i>	34
1.3.1.2 <i>Včasně zahájení</i>	34
1.3.1.3 <i>Efekt vestibulární rehabilitace</i>	35
1.3.2 <i>Vestibulární prehabituace.....</i>	38
1.3.3 <i>Biofeedback.....</i>	41

1.3.3.1	Vizuální zpětná vazba.....	43
1.3.3.2	Vybrané studie - vizuální zpětná vazba u pacientů s vestibulární patologií	45
2	CÍLE A HYPOTÉZY.....	48
2.1	CÍLE PRÁCE	48
2.2	HYPOTÉZY	49
3	METODIKA	50
3.1	SOUBOR PACIENTŮ	50
3.2	METODIKA VYŠETŘENÍ	51
3.2.1	<i>Posturografické vyšetření</i>	<i>52</i>
3.2.2	<i>Dotazník Activities-Specific Balance Confidence Scale.....</i>	<i>53</i>
3.2.3	<i>Vyšetření subjektivní zrakové vertikály</i>	<i>54</i>
3.2.4	<i>Dynamic Gait Index</i>	<i>55</i>
3.3	PRŮBĚH TERAPIE S VIZUÁLNÍ ZPĚTNOU VAZBOU.....	55
3.4	STATISTICKÁ ANALÝZA DAT	56
4	VÝSLEDKY.....	57
4.1	VLIV APLIKACE GENTAMICINU NA SLEDOVANÉ PARAMETRY	57
4.1.1	<i>Skóre ABC.....</i>	<i>57</i>
4.1.2	<i>Délka trajektorie COP</i>	<i>58</i>
4.1.3	<i>Plocha konfidenční elipsy COP</i>	<i>59</i>
4.2	DYNAMIKA VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	62
4.2.1	<i>Skóre ABC.....</i>	<i>62</i>
4.2.2	<i>Délka trajektorie COP</i>	<i>62</i>
4.2.3	<i>Plocha konfidenční elipsy COP</i>	<i>64</i>
5	DISKUZE.....	66
	ZÁVĚR.....	73
	REFERENČNÍ SEZNAM	74
	SEZNAM OBRÁZKŮ	88
	SEZNAM TABULEK	89
	SEZNAM GRAFŮ	90
	SEZNAM PŘÍLOH.....	91
	PŘÍLOHY	92

SEZNAM ZKRATEK

ABC	Dotazník Activities-Specific Balance Confidence
ADL	Activities of Daily Living
BERA	Brainstem Evoked Responses Audiometry
BZV	Biologická zpětná vazba
CNS	Centrální nervový systém
COP	Center of Pressure
CTSIB	Clinical Test of Sensory Interaction on Balance
dB	Decibel
DGI	The Dynamic Gait Index
DHI	Dizziness Handicap Inventory
Gy	Gray
MMK	Mostomozečkový kout
MRI	Magnetic Resonance Imaging
n.	Nerv
OO	Otevřené oči
OP	Operace
ORL	Otorhinolaryngologie
POH	Pooperační bolest hlavy
PREHAB	Prehabituace
ROM	Range of Motion
SD	Směrodatná odchylka
SF 36	Short Form 36 dotazník
SOT	The Sensory Organisation Test
SRS	Stereotaktická radiochirurgie
SSNHL	Sudden Hearing Loss

SVV	Subjektivní zrková vertikála
VOR	Vestibulo-okulární reflex
VRHB	Vestibulární rehabilitace
VS	Vestibulární schwannom
VSS	Vertigo Symptom Scale
QOL	Quality of Life
ZO	Zavřené oči

ÚVOD

Onemocnění vestibulárního aparátu jsou širokou skupinou chorob, které se velmi často prezentují poruchou stability stoje a chůze. Vestibulární schwannom patří mezi zástupce této kategorie neurologických onemocnění. Přestože je v České republice ročně léčeno pouze okolo 120 pacientů, jedná se o závažnou problematiku. Expanzí, byť benigního tumoru v nitrolební dutině, dochází k postižení okolních struktur s řadou symptomů, které mají dopad na kvalitu života pacienta. Mezi nejčastější obtíže patří jednostranná ztráta sluchu, tinnitus, vertigo a poruchy rovnováhy. Tyto symptomy mají dopad na pracovní kapacitu jedince, narušují jeho sociální vztahy a mají vliv na psychický „wellbeing“ (Myrseth E. et al., 2006, s. 67 – 68). V ojedinělých případech může nádor způsobit nitrolební hypertenzi a vést ke smrti pacienta, zejména jedná-li se o tumor velkých rozměrů (Betka J. et al., 2008, s. 223).

V průběhu minulého století se značně změnil cíle terapie vestibulárního schwannomu. Zatímco v minulosti byla prioritou záchrana života nemocného, dnes je rovněž kladen důraz na ochranu funkčních schopností a kvalitu života pacientů (Scheich M. et al., 2014, s. 1909). Terapie vestibulárního schwannomu spočívá ve třech léčebných modalitách: chirurgická léčba, stereotaktická radiochirurgie a observace. Volba terapeutického přístupu závisí na velikosti tumoru a dynamice jeho růstu, závažnosti symptomů, věku pacienta a jeho zdravotním stavu. Vždy je třeba pečlivě zvážit benefity a rizika jednotlivých strategií léčby.

Operačním odstraněním vestibulárního schwannomu dochází u většiny pacientů ke zničení vestibulárních funkcí, protože převážná většina těchto nádorů vyrůstá z vestibulárního nervu (Uehara N. et al., 2011, s. 289). Následná akutní jednostranná vestibulární léze může mít nepříznivý dopad na schopnost udržení rovnováhy. V řádu týdnů až měsíců se odehrává postupná úprava posturální stability a rovnovážných funkcí v procesu zvaném vestibulární kompenzace (Horak F. B., 2009, s. 76). V posledních letech se objevila nová metoda v terapeutickém přístupu k pacientům s vestibulárním schwannomem. Jde o intratympanickou aplikaci aminoglykosidu gentamicinu, který se takto již standardně využívá pro léčbu Meniérovovy choroby. Koncept vestibulární prehabilitace, tzv. „PREHAB“, rozpracovali švédští autoři Magnusson M. et al. (2007). Předpokládá se, že resekce vestibulárního schwannomu představuje pro pacienta dvě traumata, jednostrannou vestibulární deaferentaci a samotný operační zákrok. Pokud probíhají současně, vedou k pomalejší a narušené

kompenzaci. Separací těchto traumat v čase docílíme efektivnější adaptace na vestibulární ztrátu (Tjernström F. et al., 2009, s. 1254).

Současným trendem užívaným v rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy se stávají metody založené na principu biologické zpětné vazby. V této diplomové práci jsme do rehabilitačního programu zařadili trénink s vizuální zpětnou vazbou.

Tato diplomová práce navazuje na práce Mgr. Anny Markvartové a Mgr. Nikoly Jandové. Cílem naší práce je dále rozšířit soubor pacientů a zhodnotit efekt aplikace gentamicinu na vývoj dynamiky vestibulární kompenzace v raném pooperačním období.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 VESTIBULÁRNÍ SCHWANNOM

1.1.1 *Obecná charakteristika*

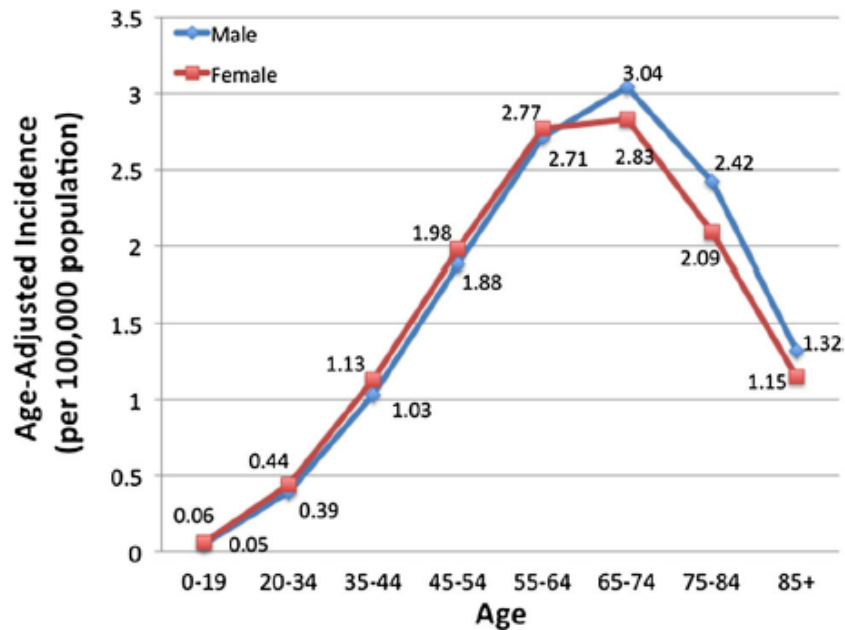
Vestibulární schwannom (dále VS) je benigní intrakraniální extraaxiální nádor vyrůstající ze Schwannových buněk osmého hlavového nervu. Dříve používaný název neurinom akustiku je nesprávný a obsolentní, přesto se v literatuře ještě stále používá. Dnes je již známo, že nádor téměř výhradně vyrůstá z vestibulární větve vestibulokochleárního nervu, nikoli z kochleární, tedy akustické. VIII. hlavový nerv je od výstupu z mozkového kmene, v celém mostomozečkovém koutě (MMK) a vnitřním zvukovodu, výběžkem mozku. Nádor postihuje nerv v hloubce meatus acusticus v tzv. Obersteinerově-Riedlichově zóně, kde dochází k přechodu centrálního myelinu v periferní. Z místa vzniku se následně propaguje do MMK a do zadní jámy lební (Zvěřina E., 2010, s. 270).

1.1.2 *Incidence a prevalence*

Vestibulární schwannomy tvoří 8 – 10 % intrakraniálních nádorů, v oblasti pontocerebelárního úhlu však představují 80 – 95 % všech nádorů. Dle Kutze (2015) zbylých 20 % tvoří nejčastěji meningiomy, výjimečně neuromy fatálního nervu, vaskulární tumory, lipomy nebo metastatické léze (Kutz J. W., 2015; Zvěřina E., 2010, s. 271).

Incidence VS se celosvětově liší a je udávána mezi 1 - 20 případy na 1 milion obyvatel (Larjavaara S. et al., 2011, s. 1069).

Kshetry V. R. et al. v roce 2015 publikoval studii zabývající se incidencí VS ve Spojených státech amerických. Během let 2004 - 2010 bylo nově diagnostikováno 23 729 případů, což představuje incidenci 1.09 na 100 000 obyvatel za rok. Studie prokázala, že výskyt VS u obou pohlaví je přibližně stejný. Vyšší je incidence u žen ve věku 35 – 54 let, zatímco u mužů je výskyt častější ve věku 65 - 84 let (Obrázek 1).



Obrázek 1. Incidence VS dle pohlaví a věku v době stanovení diagnózy (Zdroj: Kshetry V. R. et al, 2015, s. 225).

Práce také poukazuje na určité rasové rozdíly v incidenci VS. Nejvyšší výskyt byl zaznamenán u obyvatelstva asijského původu, následovali evropané a nejméně případů bylo zjištěno v populaci afrických američanů. Mezi hispánským obyvatelstvem byla rovněž nižší incidence oproti nehispánskému (Kshetry V. R. et al., 2015, s. 223 - 228). V evropských severských státech se incidence mezi léty 1987 - 2007 meziročně zvyšovala až do 90. let, poté došlo ke stabilizaci situace a od roku 2000 došlo dokonce k mírnému poklesu výskytu VS (Larjavaara S. et al., 2011, s. 1069). V České republice s 10 miliony obyvatel je ročně diagnostikováno až 120 nových případů (Zvěřina E., 2010, s. 271).

1.1.3 Klasifikace

Ve snaze správně indikovat terapii a srovnávat její výsledky, byla navržena celá řada klasifikací. Rozhodujícími kritérii jsou velikost nádoru a příznaky, které působí. Jedná se zejména o objektivní poruchy sluchu posuzované v rámci audiologického vyšetření. Za užitečný sluch je považován pokles sluchu ne více než o 35 - 50 dB a zároveň slovní diskriminace nad 50 %. Velikost tumoru dnes snadno určíme z MRI.

Jedním z klinicky osvědčených dělení je klasifikace podle velikosti a šíření nádoru dle Koose:

- I. stupeň - intrameatální, intrakanalikulární, nachází se pouze ve vnitřním zvukovodu
- II. stupeň - nádor se začíná propagovat do MMK
- III. stupeň - nádor vyplňuje většinu MMK
- IV. a) stupeň - nádor se chová expanzivně, tlačí na mozkový kmen, mozeček, tentorium a na postranní smíšený systém
- IV. b) stupeň - nádor se chová expanzivně a působí syndrom nitrolební hypertenze, dochází k městnání na očním pozadí, může vést ke smrti (Zvěřina E., 2010, s. 270 - 271)

Dále mohou být vestibulární schwannomy klasifikovány dle rychlosti růstu na:

- nerostoucí nebo velmi pomalu rostoucí
- pomalu rostoucí, do 2 mm za rok
- rychle rostoucí, nad 1 cm za rok (Betka J. et al., 2008, s. 222)

Dle velikosti klasifikovali VS Tos a Thomsen:

- malé (1 - 10 mm)
- střední (11 - 25 mm)
- velké (26 - 40 mm)
- velmi velké (nad 40 mm) (Jaisinghani et al., 2000, s. 142)

1.1.4 Etiologie

Naprostá většina (95 %) všech VS je idiopatická a jedná se o tzv. sporadický typ. Příčiny vzniku tohoto typu nádoru nejsou zatím zcela jasné. Již několik studií se zabývalo možnými faktory ovlivňujícími vznik VS. Schütz et al. (2010) ve své studii *Sociodemographic factors and vestibular schwannoma: a Danish nationwide cohort study* uvádí, že výskyt VS je méně častý u lidí s nižším sociálněekonomickým statutem, s nižším stupněm vzdělání, mezi nezaměstnanými a lidmi, kteří odešli dříve do důchodu. Zajímavým výstupem této studie byl také fakt, že VS byl třikrát častější u ženatých a vzdělaných mužů oproti mužům svobodným a méně vzdělaným (Schütz J. et al., 2010, s. 1891 - 1297).

Často diskutovaným faktorem je dlouhodobé používání mobilních telefonů. Toto bylo některými studiemi potvrzeno, jiné studie tento rizikový faktor nepotvrdily. Moon S. I. et al. (2014) analyzovali data 119 pacientů, kteří podstoupili resekci VS. Z výsledků studie vyplývá, že pravděpodobnost incidence nádoru u uživatelů mobilních telefonů byla 0.956. Dále prokázali silnou korelaci mezi velikostí tumoru a odhadovaným počtem hodin užívání mobilního telefonu. U lidí, kteří pravidelně užívají mobilní telefon, byly rovněž nalezeny výrazně vyšší objemy tumoru v porovnání s nepravidelnými uživateli. Silnou korelaci vykazovala také lateralita tumoru s preferenčně používaným uchem (Moon S. I. et al., 2014, s. 581 - 587). Na druhé straně, již několik studií nepotvrdilo souvislost mezi dlouhodobým užíváním mobilního telefonu a zvýšenou incidencí VS (Schütz J. et al., 2011; The INTERPHONE Study Group, 2011; Schlehofer B. et al., 2007).

Dalšími diskutovanými faktory jsou permanentní expozice hlasitému zvuku a alergie, například senná rýma. Tyto faktory mohou být dle Schlehofera et al. (2007) považovány za rizikové při vzniku VS.

Zatím jediným prokázaným rizikovým faktorem je vystavení vysokým dávkám ionizujícího záření, zvláště v dětském věku (Kutz J. W., 2015; Schneider A. B. et al., 2008, s. 73-78). Naopak jako protektivní faktor se dle některých autorů (Palmisano S. et al., 2012; Schoemaker M. J. et al., 2006) zdá být kouření cigaret. Tito autoři uvádí, že kuřáci muži mají výrazně snížené riziko vzniku VS, u žen kuřáček je tento protektivní vliv o něco nižší. Vzhledem k tomu, že u uživatelů šňupacího tabáku nebyla tato souvislost prokázána, nejedná se zřejmě o nikotin, ale o jinou látku nacházející se v cigaretovém kouři, která se tohoto vlivu účastní.

Minoritní část nálezů (5 %) tvoří bilaterální schwannomy, které jsou součástí obrazu neurofibromatózy typu II. Jedná se o autozomálně dominantní onemocnění, kdy dochází k mutaci tumor supresorového genu na dlouhém raménku 22. chromozomu (Olshan M. et al., 2014, s. 304). K manifestaci dochází nejčastěji v období puberty a rané dospělosti. K obrazu onemocnění patří mnohočetné intrakraniální meningiomy, schwannomy i gliomy, nádory v páteřním kanálu a juvenilní katarakta (Betka J. et al., 2008, s. 222).

1.1.5 Symptomatologie

Symptomatologie VS vzniká útlakem sousedících struktur, tedy mozkových nervů, mozečku a mozkového kmenu, ovlivněním cévního zásobení nebo poruchou cirkulace mozkomíšního moku (Kalitová P. et al., 2013, s. 470).

Jednostranná ztráta sluchu bývá jednoznačně nejčastějším symptomem a měla by vést k diagnóze. Tato ztráta sluchu může být způsobena dvěma mechanismy. Kochleární nerv může být jednak přímo infiltrován tumorem, ve druhém případě se jedná o útlak cévního zásobení nervu s následnou ischemizací a demyelinizací (Koval' J., 2006, s. 29). Pomalá progresivní ztráta sluchu svědčí spíše pro přímou infiltraci kochleárního nervu. Postupující komprese nervu při růstu nádoru způsobí suprakochleární typ nedoslýchavosti, který můžeme najít u většiny pacientů. Naopak náhlá či kolísající ztráta sluchu, vypovídající o poruše cévního zásobení, je nalezena u 5 – 15 % pacientů. Tyto vady sluchu se někdy mohou upravit spontánně, případně po kortikosteroidní terapii. Zcela normální sluch může mít 3 – 5 % pacientů. Nejedná se pouze o pacienty s malými nádory, stejné zastoupení zde mají i pacienti se středně velkými a velkými tumory (Betka J. et al., 2008, s. 223). Velikost tumoru jen velmi málo koreluje s tíží sluchového postižení. Pacient s malým nádorem může být kompletně hluchý, zatímco pacient s velkým nádorem nemusí mít žádnou objektivní poruchu sluchu (Kutz J. W., 2015).

Současně se ztrátou sluchu se v 50 – 70 % případů objevuje tinnitus. Jako samostatný příznak se unilaterální tinnitus prezentuje u 10 % pacientů (Betka J. et al., 2008, s. 223). Jednostranný tinnitus jako samostatný příznak popisují Komazec Z. et al. (2014). Uvádí případ 18leté pacientky, která udávala „bzučení“ v pravém uchu trávající jeden měsíc. Tinnitus byl kontinuální, nízké intenzity a pacientka jej subjektivně nevnímala jako závažný problém. Během klinického ORL vyšetření nebyla nalezena žádná patologie, pouze tónová audiometrie vykazovala drobnou percepční vadu pravého ucha. Při MRI vyšetření byl nalezen VS o velikosti 5 x 3 x 3 cm, který způsobil přesun mozkového kmene nalevo od střední linie (Obrázek 2).



Obrázek 2. Nález VS o velikosti 5 x 3 x 3 cm (Zdroj: Komazec Z. et al., 2014).

Porucha rovnováhy je třetím nejčastějším symptomem. Problémy s rovnováhou udává až 50 % pacientů, ale pouze 10 % z nich uvádí závažnější obtíže. Menší nádory většinou nezpůsobují výraznou poruchu rovnováhy, pacienti pociťují spíše závrať, nejčastěji rotačního charakteru. Důvodem, proč jsou poruchy rovnováhy zpočátku nevýrazné, je pomalý růst tumoru, který dovoluje adaptaci vestibulárního aparátu a kompenzaci pomalých patologických změn. Se zvětšující se masou tumoru se poruchy rovnováhy objevují častěji (Battista R. A. et Messina J., 2012).

K dalším příznakům VS patří bolesti hlavy. V době diagnózy jimi trpí 50 – 60 % pacientů. Avšak méně než 10 % pacientů je uvádí jako dominantní příznak. Tento symptom je odvislý od velikosti nádoru. Pacienti s velkými tumory trpí výraznými bolestmi hlavy v důsledku rozvoje obstrukčního hydrocefalu (Kutz J. W., 2015).

Porucha citlivosti obličeje se prezentuje až u 25 % pacientů. Hypestezie v inervační oblasti n. V. se vyskytuje zejména u velkých nádorů. Dříve, než se objeví hypestezie, bývá snížený korneální reflex. Přestože objektivní poruchu citlivosti má až 70 % pacientů, nemocní si hypestezii málokdy uvědomují a tento příznak nebývá pozorován jako první (Kutz J. W., 2015).

Méně častým příznakem je porucha funkce VII. hlavového nervu, jehož motorická vlákna jsou mnohem odolnější než vlákna n. V. Snížený tonus mimického svalstva a hemispasmus postihuje méně než 10 % nemocných.

Obrovské VS mohou vést ke vzniku obstrukčního hydrocefalu se syndromem nitrolební hypertenze. Ještě v polovině minulého století se 2/3 pacientů prezentovaly

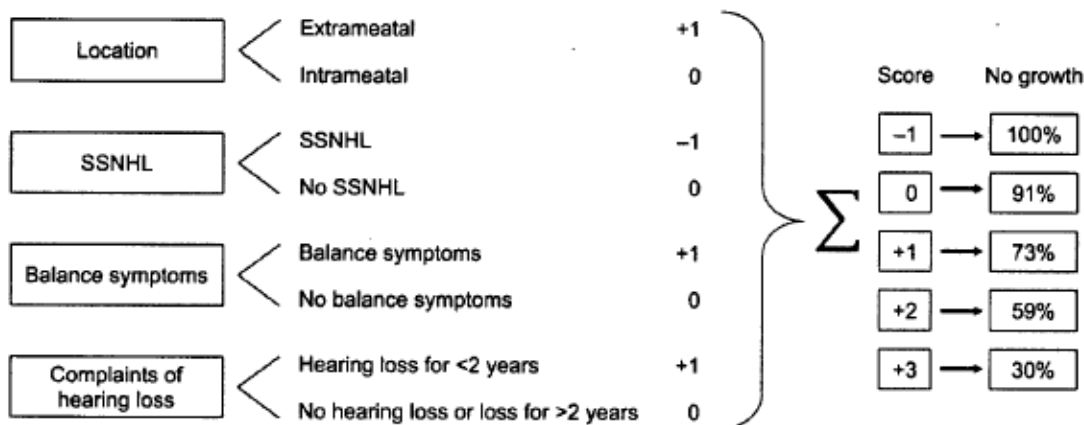
hydrocefalem, bohužel ani dnes nejsou podobné nálezy raritou (Betka J. et al., 2008, s. 223).

V neposlední řadě je třeba zmínit skupinu nemocných, u kterých může být vestibulární schwannom asymptomatický. Jak uvádí Lin D. et al. (2005) v článku *The Prevalence of "Incidental" Acoustic Neuroma*, VS může být náhodným nálezem na MRI u 2 z 10 000 lidí.

1.1.6 Biologické chování a růst tumoru

Průměrný růst tumoru je udáván 2 mm za rok. Ovšem skutečná rychlost růstu je velmi individuální. Některé nádory rostou kontinuálně a rychle, zatímco jiné v určité chvíli růst přestanou (Olsham M. et al., 2014, s. 306). Nizozemští autoři Willem P. et al. (2009) v prospektivní studii *Conservative Treatment of Vestibular Schwannoma: A Follow-Up Study on Clinical and Quality-of-Life Outcome*, sledovali po dobu 43 měsíců celkem 70 pacientů, kteří byli indikováni k observační terapii. Z výsledků práce vyplývá, že u více než poloviny pacientů (63 %) nebyl po sledovanou dobu zaznamenán žádný růst tumoru.

Timmer F. C. A. et al. v roce 2011 uvedli studii *Prediction of Vestibular Schwannoma Growth: A Novel Rule Based on Clinical Symptomatology*, ve které stanovili pravidla umožňující předpovědět rychlost růstu tumoru v době po zjištění diagnózy. Jako jedno z kritérií, by měla být posuzována lokalizace nádoru. Tumor expandující extrameatálně představuje vyšší riziko růstu. Dále je posuzována náhlá ztráta sluchu, přítomnost poruch rovnováhy a vertiga či pacientem zaznamenaná postupná ztráta sluchu v posledních dvou letech. Jestliže nejsou tato kritéria splněna, je riziko růstu nádoru minimální, naopak, splní-li pacient tři a více z těchto kritérií, je riziko dalšího růstu tumoru až 70 % (Timmer F. C. A. et al., 2011, s. 811 - 812).



Obrázek 3. Pravidla předpovídající rychlost růstu tumoru. SSNHL - Sudden Sensorineural Hearing Loss (Zdroj: Timmer F. C. A. et al., 2011, s. 812).

1.1.7 Diagnostika

Základem stanovení správné diagnózy je dnes adekvátní zobrazovací metoda, magnetická rezonance (MRI) se zaměřením na mostomozečkový kout a vnitřní zvukovod. Díky snazší dostupnosti stále kvalitnější MRI je dnes více případů diagnostikováno již v době, kdy má pacient zachovalé či nepoškozené sluchové funkce (Kalitová P. et al., 2013, s. 470; Kondziolka D. et al., 2012, s. 1). Nedílnou součástí diagnostického procesu je klinické ORL vyšetření a dále neurologické vyšetření cílené na funkce vestibulárního aparátu, posouzení přítomnosti poruchy hlavových nervů a mozečkových příznaků. Standardně prováděné audiometrické vyšetření často prokáže poruchu řečové diskriminace disproporcionálního charakteru v tónové audiometrii. K průkazu suprakochleární léze je indikováno vyšetření evokovaných kmenových potenciálů (BERA - Brainstem Evoked Responses Audiometry). Pro vyšetření vestibulární patologie slouží i některé elektrofyziologické testy. K běžně používaným patří tzv. elektronystagmografie, která hodnotí vestibulookulární reflex a okulomotoriku. Další metodou, která však nepatří mezi standardně užívané v diagnostickém algoritmu, je posturografie. Tato metoda hodnotí vestibulospinální reflexní okruh a v praxi je využívána k hodnocení poruch stability (Betka J. et al., 2008, s. 224; Kalitová P. et al., 2013, s. 470).

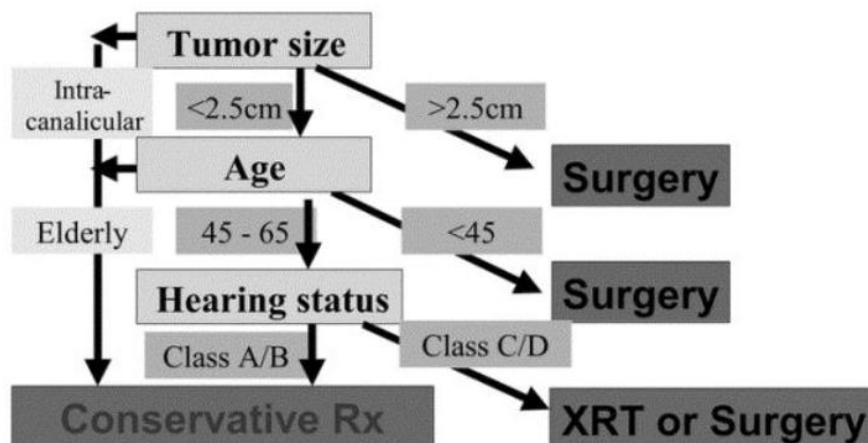
Herdman S. J. upozorňuje, že na vestibulární schwannom je třeba pomýšlet vždy, pokud se objeví nevysvětlitelná unilaterální ztráta sluchu, zvláště u pacientů

s abnormálními sluchovými kmenovými odpověďmi nebo hypoaktivními či chybějícími kalorickými odpověďmi (Herdman S. J., 2007, s. 251).

1.1.8 Strategie léčby

Cílem léčby VS je nádor odstranit anebo alespoň zpomalit a kontrolovat jeho růst, při současném zachování sluchových a neurologických funkcí (McDonald R., 2011, s. 2). Volba léčebné metody závisí na mnoha faktorech, jako je věk pacienta a jeho celkový zdravotní stav, lokalizace tumoru a jeho tendence k růstu, je také přihlédnuto k preferencím pacienta (Kutz J. W., 2015). Protože je odstranění VS technicky velmi obtížné, používají se tři různé strategie léčby: observace, stereoradiochirurgie a chirurgická léčba.

Na základě metaanalýzy studií zabývajících se terapií VS, definoval Smouha E. et al. (2005) terapeutický algoritmus (Obrázek 4). Toto schéma je pouze arbitrážní, každý případ by měl být vždy posuzován individuálně (Smouha E. et al., 2005, s 453).



Obrázek 4. Terapeutický algoritmus. Pacienti nad 65 let věku s čistě intrakanalikulární lézí a pacienti ve věku 45 – 65 let s tumorem do velikosti 2,5 cm a dobrou úrovní sluchových funkcí jsou určeni ke konzervativní terapii. Pacienti mladší 45 let či s tumorem velikosti nad 2,5 cm jsou indikováni k operační terapii. Pacienti ve věku 45 – 65 let s nízkou úrovní sluchových funkcí jsou indikováni ke stereoradiochirurgické léčbě, případně k operační terapii. Conservative Rx – konzervativní terapie, XRT – stereoradiochirurgická léčba (Zdroj: Smouha E. et al., 2005, s 453).

1.1.8.1 Observace

Observace je metodou volby u pacientů, kteří z různých důvodů nemohou podstoupit chirurgický zákrok či radiologickou terapii, a dále u pacientů s malými

nádory bez deteriorace sluchu (Betka J. et al., 2008, s. 224). Jak uvádí Arthurs B. J. et al. (2011), tato vyčkávací strategie není metodou bez rizika. Růstový potenciál nádoru se může v čase měnit, a proto je nutno pacienta pravidelně sledovat. Jakmile dojde k rozvoji či zhoršení příznaků, musí být zahájena další léčba (Arthurs B. J. et al., 2011, s. 267 - 268).

Battista R. A. et Messina J. (2012) navrhují pro observaci následující guidelines. Po stanovení diagnózy a vyčkávací strategie je indikován kontrolní MRI snímek po 6 měsících. Pokud nedojde ke zvětšení tumoru, je následující kontrolní snímek zhotoven po 9 měsících a následuje sledování pacienta s ročními odstupy. Tento postup doporučují pro nádory menší než 2,5 cm v průměru (Battista R. A. et Messina J., 2012).

1.1.8.2 Stereoradiochirurgie

Tato léčebná modalita využívá tzv. Leksellova gama nože. Je založena na principu jednorázového ozáření cílové tkáně fokusovaným gama zářením z 201 sféricky uložených zdrojů. Cílem metody není nádor odstranit, ale potlačit jeho růst (Arthurs B. J. et al., 2011, s. 268). Stereotaktická radiochirurgie (SRS) je vhodná pro malé a středně velké nádory do 3 cm v průměru (Battista R. A. et Messina J., 2012). Jak uvádí Kondziolka D. et al. (2012), je to metoda umožňující zachování sluchových funkcí u 60 – 90 % pacientů. Zachování funkce n. VII a n. V je rovněž dosaženo u většiny pacientů (více jak 95 %).

Ačkoli se jedná o méně invazivní metodu oproti chirurgické léčbě, expozice radiačnímu záření nese svá rizika. Ozáření VS vysokými dávkami může vést k poškození přiléhajících struktur, zejména hlavových nervů a mozku kmene. Z těchto důvodů byla maximální marginální dávka stanovena z původních 50 - 60 na 12 Gy. Postradiační postižení n. VII. se tak podařilo snížit z 38 % na pouhá 1 – 2 %, nicméně poruchy sluchu a rovnováhy se redukovat nepodařilo. V důsledku ozáření může také vzácně dojít k malignímu zvratu nádoru (Arthurs B. J. et al., 2011, s. 268; Zvěřina E., 2010, s. 273).

Dlouhodobou úspěšnost stereotaktické radiochirurgie VS sledovali australští autoři Roos D. E. et al. (2012). Studie zahrnovala celkem 44 pacientů (průměrný věk 63 let), kteří podstoupili SRS a byli následně sledováni po dobu průměrně 10,7 let. Marginální dávka záření byla 14 Gy u prvních 4 pacientů, zbylých 40 obdrželo dávku 12 Gy. Průměrná velikost nádoru před intervencí byla 21 mm. Kontrolní MRI sken po zákroku prokázal přechodné zvětšení nádoru u 8 pacientů, po jednom roce u 6 pacientů,

po dvou letech u 1 pacienta a stejně tak po třech letech. V následujících letech se všechny tyto tumory vrátily k původní velikosti, 5 z nich se dokonce zmenšilo. Na konci sledovaného období 14 % nálezů vykazovalo původní velikost a 83 % nálezů se zmenšilo (v průměru o 6 mm). Jen jedna léze se po 5 letech beze změny velikosti začala pomalu zvětšovat a byla následně indikována k chirurgické terapii. Kontrola růstu nádoru, tzv. „tumor control rate“, činila na konci sledovaného období 97.1 % (Roos D. E., Potter A. E. et Brophy B. P., 2012, s. 1352 - 1355).

Volba terapie malých nádorů do 2 cm je kontroverzním tématem. Dle nedávné meta-analýzy, pacienti léčení stereotaktickou radiochirurgií mají mnohem lepší dlouhodobé výsledky zachování sluchových funkcí než ti, kteří podstoupili mikrochirurgickou resekci (Maniakas A. et Saliba I., 2012, 1611 - 1620).

1.1.8.3 Chirurgická léčba

Cílem chirurgické léčby je bezpečné a kompletní odstranění VS při současné snaze o zachování funkce lícního nervu a sluchových funkcí (You Y-P. et al., 2013, s. 293). Ponechání části tumoru znamená recidivu, která se může klinicky projevit i po dvaceti letech. Ačkoli může radikalita obecně zhoršit šanci na zachování sluchu a funkci lícního nervu, prof. Zvěřina zastává názor, že pouze snaha o radikální resekci tumoru je jediným oprávněním k operaci (Zvěřina E., 2010, s. 273). Při kompletním odstranění nádoru je riziko recidivy velmi malé, méně než 1 – 0.1 % (Betka J. et al., 2008, s. 225). Existuje několik různých operačních přístupů, jejichž volba závisí na velikosti nádoru, úrovni sluchu, ale i na zkušenostech operátora (Olsham M. et al., 2014, s. 306).

Přístup cestou střední jámy

Tento přístup je využíván u pacientů, kteří disponují užitečným sluchem a v případech, kdy je tumor lokalizován ve vnitřním zvukovodu. Technika je nejvhodnější zejména pro malé VS. Výhodou je zachování struktur vnitřního ucha a tedy sluchu (Battista R. A. et Messina J., 2012; Herdman S. J., 2007, s. 206).

Retrosigmoideální přístup

Retrosigmoideální přístup nebo také subokcipitální kraniotomie, je operační technikou vhodnou pro všechny velikosti VS bez ohledu na předoperační úroveň sluchových funkcí. Umožní dokonalejší přehled všech struktur mostomozečkového

koutu, zachování funkcí n. VII i sluchu. Tato technika je limitována nedostatečným přehledem dna vnitřního zvukovodu a je spojena s rizikem vzniku pooperačních bolestí a likvorové píštěle (You Y-P. et al., 2013, s. 289 - 290; Zvěřina E., 2010, s. 272).

Translabyrinthální přístup

Translabyrinthální přístup je metodou volby u nádorů do velikosti 3 cm v průměru (Herdman S. J., 2007, s. 206). Dává možnost velmi dobrého přehledu laterálního vnitřního zvukovodu a jeho dna. Výhodou je rychlé ozřejnění průběhu n. VII a kompletní odstranění nádoru z této oblasti. Jak uvádí Koval'j (2006), patří tato technika k nejbezpečnějším, s nejmenším množstvím per- a post-operačních komplikací a s rychlou rekonvalescencí pacienta. Z těchto důvodů bývá preferována některými operátory, ačkoli během operace zpravidla dochází ke ztrátě sluchu (Koval' J., 2006, s. 28; You Y-P. et al., 2013, s. 289 - 290).

1.1.8.3.1 Komplikace mikrochirurgické terapie

I přes velké pokroky v terapeutických možnostech, speciální instrumentárium a dobře vyškolené operační týmy, se i dnes objevují komplikace mikrochirurgické terapie.

Nonaka Y. et al. (2013) publikovali studii prezentující komplikace, které mohou nastat po mikrochirurgické resekcí VS. Během let 2000 až 2009 operoval tento tým celkem 410 pacientů, jejichž klinický stav byl hodnocen postoperačně (během prvních 7 dní) a 357 z těchto pacientů pak bylo dále hodnoceno v dlouhodobém sledování (průměrně 32.7 měsíců). Retrosigmoidální přístup byl zvolen u 209 pacientů (70.7 %), kteří měli malé až středně velké nádory a byl zde požadavek na zachování sluchu. Operaci translabyrinthálním přístupem podstoupilo 103 pacientů (25.1 %) a přístup ze střední jámy lební byl využit v 17 případech (4.2 %). Nejčastější pooperační neurologickou komplikací byla obrna lícního nervu, která se vyskytla u 56 pacientů (14 % případů) a která se během dlouhodobého sledování u 59 % případů upravila. Dalšími neurologickými komplikacemi byly poruchy rovnováhy (6.2 %), porucha citlivosti tváře (2.2 %) a postižení ostatních hlavových nervů (0.5 %). Kromě neurologických komplikací se vyskytl únik mozkomíšního moku (7.6 %), infekce operační rány (2.2 %) a meningitis (1.7 %). Z dlouhodobých komplikací se nejčastěji vyskytly ztráta sluchu (24.6 % případů), obrna lícního nervu (7.3 % případů) a poruchy rovnováhy (6.3 %) (Nonaka Y. et al., 2013, s. 103 -115).

Podobnou studii publikoval v roce 2014 prof. Betka a jeho tým. Tato rozsáhlá retrospektivní studie analyzuje data 333 pacientů, kteří podstoupili mikrochirurgickou resekci VS mezi lety 1997 až 2012. Z výsledků studie vyplývá, že jednoznačně nejčastější neurologickou komplikací byla dysfunkce lícního nervu, která byla nalezena u 45 % pacientů ihned po operaci a u 33 % pacientů v delším časovém odstupu. Poruchy vestibulární kompenzace se vyskytly u 13 % případů, dysfunkce IX. – XI. hlavového nervu u 6 % a permanentní dysfunkce n. V u 1 % případů. Z ostatních komplikací se velmi často vyskytoval únik mozkomíšního moku (63 %) a dále bolesti hlavy (9 %) a intracerebrální krvácení (5 %) (Betka J. et al., 2014, s. 1 - 10).

1.1.9 Kvalita života pacientů po resekci vestibulárního schwannomu

K nejčastějším symptomům pacientů s VS, které mají dopad na kvalitu života, patří jednostranná ztráta sluchu, tinnitus, vertigo a poruchy rovnováhy. Ztráta sluchu často způsobuje obtíže v komunikaci, může vést k sociální izolaci a psychickému stresu. Tinnitus může způsobit poruchy spánku, únavu, deprese, obtížnou koncentraci, ale i sluchové obtíže s následnými sociálními a emočními dopady. Závratě a poruchy rovnováhy vyvolávají u řady pacientů anxiety, deprese a omezení jejich pohybových i sociálních aktivit. Tyto obtíže mají závažný dopad na pracovní kapacitu jedince, narušují jeho sociální vztahy a mají vliv na psychický „wellbeing“ (Myrseth E. et al., 2006, s. 67 - 68).

Zatímco v minulosti byla prioritou záchrana života nemocného, v současné době je kladen důraz na ochranu funkčních schopností a kvalitu života pacientů (Scheich M. et al., 2014, s. 1909). Výsledky terapie mohou být posuzovány z různých hledisek, jako je mortalita, morbidita, neurologický či kognitivní deficit, kvalita života, ale také pracovní kapacita nebo schopnost nezávislého života (AL-Shudifat A. R. et al., 2014, s. 106).

Faktory předpovídající výsledek terapie se pokusili ozřejmit AL-Shudifat, A. R. et al. (2014) v retrospektivní studii *Age, gender and tumour size predict work capacity after surgical treatment of vestibular schwannomas*. Autoři oslovili pomocí několika různých dotazníků 430 pacientů, kteří byli chirurgicky léčeni mezi léty 1979 - 2000. Dotazníky se týkaly neurologického statusu, pracovní kapacity a nezávislého života. Návratnost činila 93 % (395 respondentů). Pacienti byli rozděleni na dvě skupiny dle věku, ≥ 64 a < 64 let. Třetina pacientů referovala zhoršení rovnovážných funkcí po operaci. Deteriorace rovnováhy byla častější ve skupině starších pacientů, zatímco

tinnitem trpěli více pacienti mladší věkové skupiny. Dysfunkce n. VII udávalo 75 % respondentů a 33 % uvedlo dysfunkci n. V. Ztráta chuti byla zaznamenána u 27 % pacientů. Deprese a změny nálady byly častější v mladší skupině (22 % vs. 15 %). Analýza pracovní kapacity ukázala, že 79 % pacientů mladší věkové skupiny se vrátilo do původního zaměstnání v časovém rozmezí 5.0 ± 4.6 měsíců a 16 % pacientů zůstalo nezaměstnaných. Rizikovými faktory pro návrat do zaměstnání byl věk nad 50 let, velikost tumoru více jak 25 mm a příslušnost k ženskému pohlaví (AL-Shudifat A. R. et al., 2014, s. 106 - 110).

Kvalitou života pacientů po resekci VS se zabýval Schreich M. et al. (2013). Ve studii analyzoval výsledky „Short Form-36“ (tzv. SF 36) dotazníků 86 pacientů. Signifikantně větší dopad na kvalitu života (QOL) byl u pacientů starších 50 let. Faktory nepříznivě ovlivňujícími QOL byly ztráta sluchu a vertigo. Naopak u tinnitu nebyl zaznamenán signifikantně významný vliv na kvalitu života a rovněž nebyla nalezena souvislost mezi pooperační QOL a velikostí tumoru (Schreich M. et al., 2013, s. 1909 - 1916).

Kromě ztráty sluchu, poruchy funkce lícního nervu, tinnitu a závratí, mohou mít na zhoršení QOL vliv pooperační bolesti hlavy. Ty mohou přetrvávat mnoho týdnů i měsíců po operaci a mohou být velmi intenzivní. Přítomnost a intenzitu pooperačních bolestí hlavy (POH) po chirurgické terapii VS hodnotili Ryzeman J. M. et al. (2005). Studie se zúčastnilo 1 657 pacientů. Předmětem hodnocení byl vliv velikosti nádoru, chirurgického přístupu, pohlaví a věku. Přítomnost předoperačních bolestí hlavy udávala třetina pacientů, zejména s velkými nádory. POH byla zaznamenána u 73 % pacientů, přičemž velikost tumoru nebyla shledána významným faktorem. Naopak operační přístup byl významným faktorem POH, U pacientů operovaných retrosigmoidálním přístupem se vyskytly těžké bolesti hlavy v 82.3 % případů. Při volbě translabyrinthálního přístupu o něco méně (75.2 %) a nejméně těžkých bolestí bylo zaznamenáno u operací z přístupu infratemporálního (63.3 %). Dle výsledků studie byli pacienti, u kterých byl zvolen retrosigmoidální přístup operace, dvakrát častěji neschopni výkonu původního zaměstnání z důvodu POH. Ženy a mladší pacienti byli shledáni jako více riziková pro vznik POH (Ryzeman J. M., Pensak M. L. et Tew J. M., 2005, s. 703 - 711).

1.2 VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE

Odstraněním vestibulárního schwannomu dojde u velké části pacientů ke zničení vestibulárních funkcí, protože převážná většina těchto nádorů vyrůstá z vestibulárního nervu (Uehara N. et al., 2011, s. 289). Akutní jednostranná vestibulární léze má devastující následky na schopnost udržení rovnováhy. Ihned po operačním zákroku pacienti trpí ataxií a závažnou posturální instabilitou. Míra této instability a doba trvání je závislá na schopnosti nervového systému vyrovnat se se ztrátou důležitého senzoryckého vstupu. Postupná úprava posturální stability a rovnovážných funkcí se odehrává v řádu týdnů až měsíců v procesu zvaném vestibulární kompenzace (Horak F. B., 2009, s. 76). Nejedná se pouze o jeden určitý proces, ale o několik různých, současně probíhajících procesů, uplatňujících se na několika úrovních. Zahrnují percepční, vestibulookulární a vestibulospinální přizpůsobení se nové situaci (Wagner J. N. et al., 2011, s. 1). Proto je velmi těžké předpovědět, zda po odstranění vestibulárního schwannomu dojde či nedojde ke kompletní úpravě rovnovážných funkcí (Uehara, N. et al., 2011, s. 291). Existuje různé spektrum pacientů, od těch, kteří již nikdy nebudou schopni samostatné chůze a stoje, až po ty, kteří ani při chůzi v obtížném terénu nebudou mít obtíže (Horak F. B., 2010, s. 57).

1.2.1 Faktory ovlivňující vestibulární kompenzaci

Z uvedeného je zřejmé, že vestibulární kompenzace je proces velmi individuální. Jeho průběh a délku mohou ovlivnit rozličné faktory, jako jsou věk, pohlaví, velikost tumoru, centrální vestibulární a mozečkové poruchy, psychologické aspekty a pravidelná předoperační fyzická aktivita (Saman Y., Bamiou D-E. et Gleeson M., 2009, s. 2085). Vybrané faktory jsou podrobněji popsány níže.

1.2.1.1 Věk

Se stárnutím lidského organismu je posturální stabilita kompromitována degenerativními změnami jako jsou zhoršení vize, zpomalení stretch reflexů a změny ve vestibulární části labyrintu, které vyústí ve sníženou adaptivní schopnost.

Vliv věku na posturální kontrolu pacientů po operaci VS sledovali Gauchard G. C. et al. (2012). Longitudinální studie se zúčastnilo 47 pacientů, kteří byli dle věku rozděleni do tří skupin, 30 - 44 let, 45 - 59 let a 60 - 79 let. Pacienti podstoupili vestibulární (videonystagmografie) a posturografické testování (Sensory Organization Test) v době těsně před operací, dále 8 dní po operaci a 3 měsíce po výkonu. Ve skupině

nejstarších pacientů byla již předoperačně horší posturální kontrola v senzoryckých konfliktních situacích. V době těsně po operaci došlo k signifikantnímu zhoršení sledovaných parametrů ve všech věkových skupinách oproti předoperačním hodnotám, nejvíce však v nejstarší věkové kategorii. Rozdíly byly výrazně menší při vyšetření 90 dní po chirurgickém výkonu. Toto zlepšení bylo zaznamenáno převážně v situacích, kdy byli pacienti vystaveni senzoryckému konfliktu (zavřené oči a pohybující se měřicí plošina) a kde byly struktury CNS vyčerpány (pohybující se vizuální pozadí i měřicí plošina). Autoři se domnívají, že u nejstarších pacientů má vliv na horší posturální stabilitu přirozený proces stárnutí, ale i neblahý vliv samotného tumoru. Mladší pacienti se s vestibulární dysfunkcí způsobenou růstem nádoru vyrovnávají lépe, protože jsou schopni potlačit patologické vestibulární informace vyšším gainem ostatních senzoryckých vjemů. Vysvětlením může být také to, že starší lidé se více spoléhají na vizuální informace než lidé mladí (Gauchard G. C., Lion A., Perrin P. P. & Parietti-Winkler C., 2012, s. 2285 - 2290). Také Levo H. et al. prokázali, že starší pacienti mají vyšší riziko nedosáhnout plné vestibulární kompenzace a jak uvádí Sparrer I. et al. (2013), po ztrátě vestibulárních funkcí starší lidé kompenzují mnohem pomaleji (Levo H., Blomstedt G. et Pyykkö I., 2004, s. 998; Sparrer I. et al., 2013, s. 244). Na druhou stranu, existují také studie, které korelaci mezi věkem a vestibulární kompenzací nepotvrdily (Herdman S. J. et al., 1995, s. 77 - 87; Lynn S. G. et al., 1999, s. 484 - 494; Cohen H. S., Kimball K. T. et Jenkins H. A., 2002, s. 842 - 845).

1.2.1.2 Pohlaví

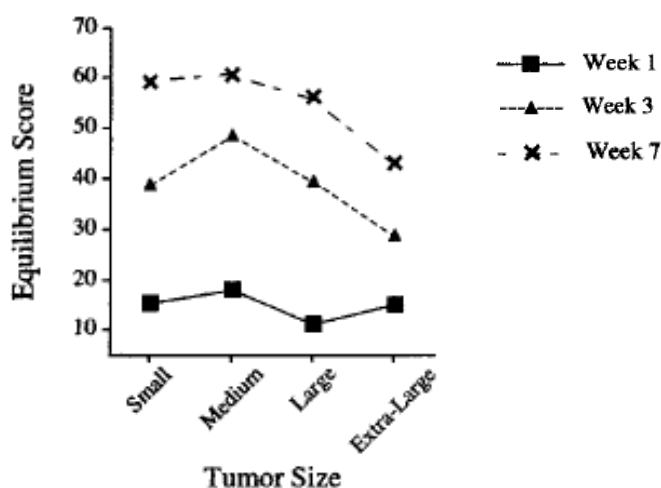
Příslušnost k ženskému pohlaví je dle některých autorů (Driscoll C. L. et al., 1998; Levo H. et al., 2004; Nicouear K. et al., 2006) rizikovým faktorem pooperační vestibulární kompenzace. Nicouear K. et al. (2006) upozornili na korelaci mezi ženským pohlavím a problémy s rovnováhou, Driscoll C. L. et al. (1998) rovněž zjistili, že ženy mají větší tendenci k perzistentním poruchám rovnováhy. Pooperační potíže s chůzí uvádí Levo H. et al. (2004) a dodávají, že posturální rovnovážné funkce mohou souviset s hladinou estrogenů (Driscoll C. L. et al., 1998, s. 493; Levo H., Blomstedt G. Et Pyykkö I., 2004, s. 998; Nicouear K. et al., 2006, s. 205 - 2012).

1.2.1.3 Velikost nádoru

Ztráta vestibulárních funkcí plně koreluje s velikostí nádoru, avšak velikost této ztráty nekoreluje se zhoršením v ADL. Wagner J. N. et al (2011) sledovali proces

vestibulární kompenzace u 38 pacientů rozdělených dle velikosti nádoru na dvě skupiny. První skupinu tvořili pacienti s nádorem do 20 mm, druhou skupinu pacienti s nádory většími než 20 mm. Pacienti byli vyšetřeni pomocí standardizovaných neurologických, oftalmologických a audiometrických testů, a dále byl hodnocen Dizziness Handicap Inventory (DHI). Vyšetření byla provedena před terapií a následně po 50 dnech a po 6 měsících od operační terapie VS. Skupina pacientů s většími nádory měla nižší skóre DHI předoperčně v porovnání s druhou skupinou, nicméně skóre před a po operaci bylo relativně srovnatelné. Ve skupině pacientů s malými tumory naopak DHI skóre po operaci kleslo o 40 %. Autoři tyto výsledky vysvětlují tím, že při velké či plné ztrátě vestibulárních funkcí preoperačně se již uplatní mechanismus centrální kompenzace. Hlavní neuronální změnou ve vestibulárních jádrech během kompenzace je zřejmě zlepšení zbytkové aktivity vestibulárních jader ipsilaterálně straně nálezu. U menších nádorů dochází růstem tumoru k neustálým změnám vestibulárního vstupu, které činí vestibulární kompenzaci mnohem obtížnější (Wagner J. N. et al., 2011, s. 5 - 6).

Odlišné výsledky prezentuje studie *Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection*. Zde autoři v posturografickém hodnocení pacientů prokázali, že u menších tumorů je signifikantně lepší vestibulární kompenzace a probíhá také mnohem rychleji. Výsledek demonstruje obrázek 5, kde jsou výsledky Sensory Organization Testu v situaci 5 (SOT 5; zavřené oči, nestabilní podložka) (Cohen H. S. et al., 2002, s. 841 - 850).



Obrázek 5. Vliv velikosti nádoru na vestibulární kompenzaci. Velikost nádoru: malé 0.5 – 0.8 cm, střední 1.2 – 1.8 cm, velké 2.0 – 2.5, obrovské 3.0 – 4.5 cm. SOT 5 skóre měřeno 1, 3 a 7 týdnů po resekcí VS (Zdroj: Cohen H. S. et al., 2002, s. 846).

Jiní autoři naopak nepotvrdili korelaci mezi velikostí tumoru a stupněm vestibulární kompenzace (Levo H. et al., 2004, s. 998; Bergson E. & Sataloff R. T., 2005, s. 154 -156).

1.2.1.4 Psychologické aspekty

Zvýšená hladina stresu a úzkost často doprovází vestibulární poruchy a naopak, závratě a poruchy rovnováhy jsou časté u pacientů s panickými a dalšími úzkostnými poruchami. Interakce mezi stresem a vestibulárními funkcemi byly hodnoceny na zvířecích modelech i v klinických studiích. Ve studiích na zvířatech bylo prokázáno, že stresová odpověď hraje důležitou roli v podpoře synaptické a neuronální plasticity vestibulárního systému a mozečku. U člověka je role stresu u vestibulárních dysfunkcí dosud málo prozkoumanou oblastí (Saman Y. et al., 2012, s. 1). Je známo, že akutní stresová reakce se uplatňuje při učení a v paměťových funkcích, ale naopak opakované vystavení stresovým situacím a chronický stres může vést k inhibici neuronální plasticity a změnám v prefrontálním kortexu, hippocampu a amygdale (Roosendaal B., McEwen B. & Chattarji S., 2009, s. 423 - 433). Nadměrná akutní stresová reakce na vestibulární symptomatologii vzniklou po resekci VS může u vnímavých jedinců ovlivnit proces centrální kompenzace a vést k přetrvávajícím deficitům (Saman, Y. et al., 2012, s. 6). Levo H. et al. (2009) ve studii *Postural Stability After Vestibular Schwannoma Surgery* prokázali, že depresivní poruchy u pacientů byly signifikantním rizikovým faktorem pro pooperační obtíže s chůzí a horší posturální stabilitu (Levo H., Blomstedt G. & Pyykkö I., 2004, s. 998).

1.2.1.5 Pravidelná pohybová aktivita

Pravidelná pohybová aktivita umožní implementaci nových senzomotorických a behaviorálních strategií, které vedou ke zlepšení posturální kontroly. Toto potvrdili Gauchard G. C. et al. (2013) ve studii *Impact of pre-operative regular physical activity on balance control compensation after vestibular schwannoma surgery*. 30 pacientů s VS rozdělili na dvě skupiny, podle fyzické aktivity pacientů. Pacienti první skupiny byli shledáni za fyzicky aktivní, denně se věnovali pohybové aktivitě (např. plavání, jogging, lyžování, fitness, fotbal, Tai-Chi), zatímco druhá skupina pacientů vedla sedavý styl života. Tři dny před plánovanou operací byli pacienti vyšetřeni pomocí videonystagmografie a posturografie (SOT) a tato vyšetření byla následně zopakována

8, 90 a 180 dní po operaci. Zatímco výsledky videonystagmografického vyšetření se u obou skupin během doby sledování příliš nelišily, posturografie vykazovala rozdíly mezi skupinami. Fyzicky aktivní pacienti se v situacích klidného stoje a jednoduchého sensorického konfliktu pooperačně nezhoršili a vykazovali mnohem lepší výsledky v situacích s více sensorickými konflikty. Ačkoli se v dlouhodobém sledování pacienti se sedavým způsobem života přiblížili hodnotám fyzicky aktivních, byly jejich výsledky stále o něco nižší (Gauchard G. C. et al., 2013, s 82 - 87.).

1.2.2 Kompenzační mechanismy

Existuje několik různých mechanismů, které se účastní obnovy ztracené vestibulární funkce. Tyto mechanismy budou popsány v následujících kapitolách.

1.2.2.1 Buněčná obnova

Teorie buněčné obnovy předpokládá, že poškozené neurony a receptory mohou obnovit svou funkci. Toto bylo demonstrováno na vláskových buňkách savců (neprimátů), které byly zničeny aplikací aminoglykosidů. V současnosti zatím není jasné, zda obnova vláskových buněk u člověka hraje významnou roli ve vestibulární funkční úpravě (Herdman S. J., 2007, s. 309).

1.2.2.2 Spontánní úprava funkce

K úpravě statických symptomů (nystagmus, vertikální divergence bulbů či tonické úchyly těla a končetin) dochází spontánně během 3 až 14 dní. Podstatou spontánní úpravy je rekalibrace statické úrovně vestibulární signalizace. Dysbalance, která nastává po jednostranné vestibulární lézi, je způsobena vyšším tonem intaktního vestibulárního systému. Nerovnováha se projevuje jak na úrovni vestibulookulární, tak na úrovni vestibulospinální. Spontánní úprava nastává pravděpodobně v důsledku denervační hypersenzitivity a axonálního sproutingu (Herdman S. J., 2007, s. 309; Vrabec P. et al., 2007, s. 42).

1.2.2.3 Adaptace

Vestibulární adaptace je proces, který ovlivňuje zejména úpravu dynamických funkcí vestibulookulárního reflexu (VOR). Fyziologický VOR zajišťuje stabilizaci retinálního obrázku tím, že dojde k pohybu oka, jehož amplituda a rychlost je přesně

opačná pohybu hlavy. Jeho gain je roven 1. Při vestibulární deaferentaci dochází ke zpomalení reakce oka na pohyb hlavy, snížení gainu VOR a toto se projeví oscilopsií. Během adaptace dochází ke zvýšení gainu VOR, aby bylo možno zachovat stabilizaci zrakového vjemu. Postupně nastává úprava gainu, ten ale zůstává stále nižší a asymetrický, což se projeví zejména při rychlých pohybech hlavy ke straně postižené. U výrazných vestibulárních poruch je zapotřebí využít dalších mechanismů kompenzace, jako je například substituce (Deveze A. et al., 2014, s. 20 - 51; Herdman S. J., 2007, s. 310 - 311).

1.2.2.4 Substituce

Dalším mechanismem je substituce vestibulární funkce, kdy dochází k vypracování náhradních strategií. Tento mechanismus spouští centrální nervový systém skrz sensorické, behaviorální a kognitivní oblasti. Sensorická substituce je spojena se změnami důležitosti proprioceptivních a vizuálních vstupů, které se podílí na udržení rovnováhy. Podpora vizuální dependence však není žádoucí, protože nadměrné lpění na vizuálních vstupech má negativní dopad na přirozený proces vestibulární kompenzace. Náhrada vestibulárních funkcí vizuálními a proprioceptivními vstupy nemůže obstát ve všech situacích. Potíže se objeví v situaci, kdy se člověk pohybuje ve tmě či na nestabilním povrchu. Behaviorální substituce je méně známá. Zahrnuje například vyhýbavou strategii, spočívající v imobilizaci a snaze vyhnout se pocitům spojeným s vertigem. Tato strategie rovněž není žádoucí. Další možností je vytvoření sakád, které pomáhají kompenzovat pomalou fázi nystagmu. Tyto sakády, které se objeví při rotačním pohybu hlavy, jsou velmi rychlé a zpravidla je nelze pozorovat pouhým okem (Deveze A. et al., 2014, s. 51; Herdman S. J., 2007, s. 311).

1.2.2.5 Habitace

Habitace je nefyziologický jev, jehož podkladem je redukce symptomů pomocí opakování specifických pohybů. Jedná se o centrální proces vyvolaný mnohonásobnou expozicí danému pohybu. Oscilopsie například může být potlačena opakováním rotačních pohybů. Tento fenomén souvisí se snížením postsynaptické amplitudy neuronů vystavených opakovaně stimulaci. Pro habitaci je možné využít pohybové, optické, kalorické i taktilní aferentace (Deveze A. et al., 2014, s. 51; Herdman S. J., 2007, s. 312; Vrabec P. et al., 2007, s. 43).

1.3 STRATEGIE FACILITACE VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE

1.3.1 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace (VRHB) představuje soubor technik a postupů na neurofyziologickém podkladě, které umožní urychlení procesu vestibulární kompenzace a adaptace na vzniklou vestibulární patologii (Vrabec P. et al., 2007, s. 39).

Vestibulární rehabilitace nachází své uplatnění u celé řady poruch rovnováhy. Jedná se jak o periferní, tak i centrální vestibulární poruchy, bez ohledu na věk pacienta. Je zejména vhodná pro pacienty se stabilní vestibulární lézí, s centrální či kombinovanou periferně-centrální lézí, po úrazech mozku, u psychogenního vertiga, starších pacientů trpících závratí či benigního paroxysmálního polohového vertiga (Black F. O. et Pesznecker S. C., 2003; Han B. I., Song H. S. et Kim J. S., 2011, s. 185).

Představuje především vlastní „vestibulární“ cvičení podporující centrální kompenzaci u akutních periferních lézí. Zahrnuje edukaci substitučních strategií u pacientů s chronickým postižením, a nácvik stability stoje a chůze, vedoucí ke zlepšení posturální stability a redukci rizika pádu. Součástí VRHB jsou také polohové manévry u pacientů s benigním paroxysmálním polohovým vertigem (Black F. O. et Pesznecker S. C., 2003; Čákr O. et al., 2007, s. 354).

Koncept VRHB má dlouhodobou historii. Byl zformován již na konci druhé světové války, kdy otorhinolaryngolog Terence Cawthorne a fyzioterapeut F. S. Cooksey vyvinuli sérii balančních cviků pro zraněné britské vojáky. Tato technika byla následně rozpracována do protokolu vestibulárního habituačního tréninku (Čákr O. et al., 2007, s. 354; Lacour M. et Bernard-Demanze L., 2015, s. 2).

Dnes již nenahlížíme na vestibulární rehabilitaci pouze jako na cvičení pro „zlepšení rovnováhy“, ale jako na komplex postupů, které podpoří proces přirozené vestibulární kompenzace. Hlavní cíle VRHB jsou:

- Facilitace adaptace na alterovanou vestibulární funkci
- Zlepšení stability chůze (včetně schopnosti reagovat na neočekávanou ztrátu rovnováhy)
- Zmírnění symptomů spojených s pohybem
- Korekce nadměrné závislosti na vizuálních a somatosenzorických vstupech
- Redukce úzkosti a somatizace vzniklé na podkladě pohybové dezorientace

- Facilitace návratu k všedním denním činnostem
- Zlepšení a obnova neuromuskulární kondice (Black F. O. et Pesznecker S. C., 2003).

Existuje mnoho faktorů, které mohou ovlivnit výsledek VRHB. Jsou to například typ vestibulární poruchy, medikace, komorbidita (zejména senzorické a zrakové poruchy), úroveň kognitivních funkcí, motivace a sociální prostředí pacienta (Whitney S. L. et Sparto P. J., 2011, s. 162).

Aby VRHB mohla být úspěšná, je třeba individuálního sestavení rehabilitačního plánu s ohledem na výsledky vyšetření, symptomy a funkční dysabilitu každého jednotlivého pacienta (Eleftheriadou A., Skalidi N. et Velegrakis G. A., 2012, s. 2310).

1.3.1.1 Stanovení individuálního plánu

Neexistuje pouze jeden optimální program VRHB, protože funkční úprava a proces vestibulární kompenzace závisí na mnoha vnitřních (typ vestibulární patologie, věk, motivace, psychologické aspekty) i vnějších faktorech (kontext zevního prostředí) (Lacour, M. et Bernard-Demanze. L., 2015, s. 11). Pro stanovení optimálního rehabilitačního plánu je nutné pacienta nejprve důkladně vyšetřit. K vyšetření je možné využít celou řadu dotazníků, založených na subjektivním hodnocení rovnováhy a schopnosti vykonávat běžné denní činnosti, a jejich vlivu na kvalitu života. Mezi nejčastěji používané patří Activities Specific Balance Confidence Scale (ABC), Vestibular Activities of Daily Living Scale (VADL) a Dizziness Handicap Inventory. Dále se vyšetření zaměřuje na funkční schopnosti. Jejich evaluace je možná pomocí Timed "Up & Go", Dynamic Gait Index (DGI), Rombergova testu či vyšetření VOR. Dalším objektivním vyšetřením, které určí míru využívání senzorických informací k dosažení posturální kontroly, je posturografie (Black F. O. et Pesznecker S. C., 2003; Eleftheriadou A., Skalidi N. et Velegrakis G. A., 2012, s. 2310 - 2311).

1.3.1.2 Včasné zahájení

Akutní jednostranná vestibulární deafferentace je jednoznačnou indikací časně vestibulární rehabilitace. Existuje několik studií dokazujících, že čím dříve je VRHB započata, tím rychlejší je proces vestibulární kompenzace (Herdman S. J. et al., 1995; Cohen H. S., Kimball K. T. et Jenkins H. A., 2002; Lacour M. et al., 2009). V akutním období je pacient nejvíce senzitivní na vizuální a somatosenzorickou stimulaci (Deveze

et al., 2014, s. 51). Pro stanovení jednoznačného terapeutického „okna“ zatím nejsou dostatečné poznatky o mechanismech mozkové plasticity v období po vzniku léze. Nicméně se zdá, že tato časová „okna“, vhodná pro úpravu vestibulární funkce, se mohou lišit mezi jednotlivými pacienty, zvláště pokud jde o pacienty po resekci VS v porovnání s pacienty po chemické ablacii labyrintu (Lacour M. et Bernard-Demanze L., 2015, s. 5 - 6).

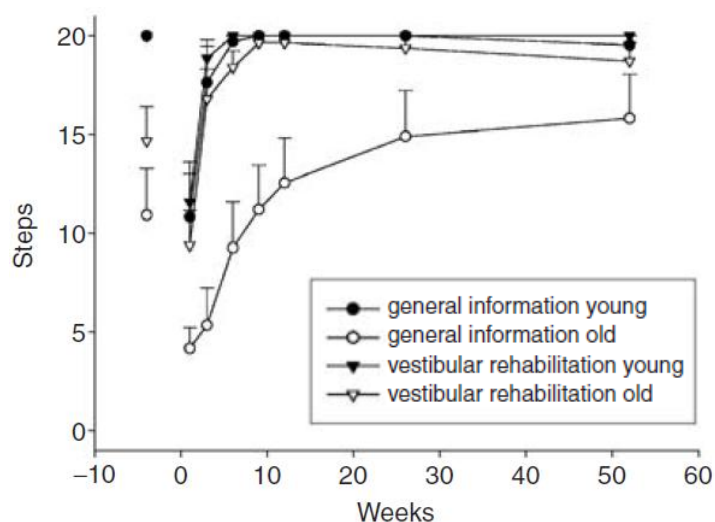
1.3.1.3 Efekt vestibulární rehabilitace

Jak uvádí Eleftheriadou A. et al. (2012), vestibulární rehabilitace má větší efekt u pacientů s periferní vestibulární lézí oproti pacientům s lézí centrální, stejně tak je lepších výsledků dosaženo u unilaterálních lézí v porovnání s bilaterálními. Úprava centrálních lézí je mnohem více limitována a její symptomy přetrvávají mnohem déle, než je tomu u periferních dysfunkcí (Eleftheriadou A., Skalidi N. et Velegrakis G. A., 2012, s. 2309 - 2310; Hain T. C., 2011, s. 140).

Toto tvrzení podporují výsledky studie *Changes in Postural Control Parameters after Vestibular Rehabilitation in Patients with Central Vestibular Disorder*. Autoři na 14 pacientech s centrální vestibulární poruchou prokázali, že neuronální poškození negativně ovlivňuje pacientovu schopnost dosáhnout adaptivních změn. Ačkoli většina pacientů těsně po ukončení VRHB vykazovala zlepšení posturografických parametrů, během 12 ± 5 měsíců po ukončení tréninku došlo opět ke zhoršení sledovaných parametrů a zvýšení rizika pádu. Autoři dodávají, že pro udržení výsledků VRHB je nutné ve vestibulárním tréninku pokračovat dlouhodobě (Suarez H. et al., 2003, s. 143 - 147).

Efekt časně individuální vestibulární rehabilitace u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu hodnotil Vereck L. (2008). Studie se zúčastnilo celkem 53 pacientů, kteří byli rozděleni do 4 skupin dle věku a pooperačního průběhu. První skupinu tvořili pacienti mladší 50 let, kteří byli pouze obecně informováni o průběhu vestibulární kompenzace a o významu pohybu v tomto procesu, zároveň byli motivováni k brzkému návratu ke svým dosavadním pohybovým aktivitám. Druhou skupinu tvořili pacienti ≥ 50 let, kteří rovněž obdrželi tyto informace. Do třetí skupiny byli zařazeni mladší pacienti (< 50 let), kteří se zúčastnili individuálního programu časně vestibulární rehabilitace. Čtvrtou skupinu tvořili starší pacienti (≥ 50 let), kteří také podstoupili program VRHB. Rehabilitační trénink trval 12 týdnů a byl zahájen již v době hospitalizace. Před propuštěním pacienta byl sestaven individuální plán

„na míru“, ve kterém pacient pokračoval v domácím prostředí. Po dokončení programu VRHB měli tyto pacienti signifikantně lepší výsledky pouze v 1 z užitých testů, v testu Tandem Gait, oproti pacientům, kteří byli pouze obecně informováni. Signifikanční rozdíly byly nalezeny mezi věkově odlišnými skupinami. Starší pacienti, kteří se podrobili programu individuální VRHB, se již 6 týdnů od operace přiblížili svým předoperačním hodnotám ve všech vyšetřovaných testech (Standing Balance Sum, Time “Up and Go“, Tandem Gait Test, DGI). Po 12 týdnech od resekce VS byly jejich výsledky dokonce lepší, než předoperačně. Tyto hodnoty zůstaly stejné i po 1 roce od výkonu. Autoři vysvětlují zlepšení sledovaných parametrů u starších pacientů zejména tím, že již předoperačně tyto pacienti modifikují své chování, zvláště se vyhýbají pohybům hlavy a situacím, kdy jsou vizuální a somatosenzorické vjemy sníženy. Účast v programu VRHB dává těmto pacientům možnost naučit se tyto situace zvládat a zlepšit tak úroveň svých každodenních aktivit (Vereck L. et al., 2008, s. 698-713).



Obrázek 6. Skóre testu Tandem Gait v pooperačním období u 4 skupin pacientů (Zdroj: Vereck L. et al., 2008, s. 708).

Cílem prospektivní studie *Vestibular rehabilitation Exercise in acute vertigo* bylo zhodnotit efekt VRHB v časném stádiu periferní vestibulární poruchy. Sledovaná skupina (45 pacientů) podstoupila cvičení pro adaptaci VOR, zatímco kontrolní skupina (42 pacientů) pouze placebo trénink. Pacienti obou skupin byli instruováni, že v případě závažných vestibulárních symptomů mohou užít dimenhydrinát. Pacienti byli hodnoceni na základě vizuální analogové škály hodnotící závažnost závratě, neuro-otologického vyšetření a užívání medikace. Pacienti, kteří podstoupili adaptační cvičení VOR,

vykazovali rychlejší zotavení a užívali méně medikace. Po dvou týdnech 43 % pacientů sledované skupiny a pouze 5 % pacientů kontrolní skupiny nemělo žádné signifikantní symptomy. Zároveň 67 % pacientů sledované a 3 % pacientů kontrolní skupiny nepotřebovalo žádnou medikaci. Přestože na konci sledovaného období (21 dní) neměli pacienti obou skupin žádné signifikantní symptomy, užívalo stále medikaci 14 % sledované a 83 % kontrolní skupiny. Autoři závěrem shrnují, že VRHB je efektivní ve zkrácení doby trvání symptomů a snížení užívání medikace v časném stádiu periferní vestibulární poruchy (Venosa A. R. et Bittar R. S., 2007, s. 1482 - 1487).

Ve studii *Effect of vestibular rehabilitation therapy on emotional aspects in chronic vestibular patients* autoři prokázali pozitivní vliv VRHB na emocionální statut pacientů. Autoři vycházeli z faktu, že vestibulární dysfunkce a úzkostné poruchy spolu často úzce korelují. Studie se účastnilo 80 pacientů s chronickými vestibulárními poruchami periferního i centrálního typu. Před zahájením vestibulárního tréninku byli pacienti podrobeni psychologickému vyšetření, které bylo následně zopakováno při ukončení rehabilitačního programu a znovu po 10 týdnech. VRHB program zahrnoval 15 lekcí pod vedením a dohledem fyzioterapeuta a následně byli pacienti instruováni k domácímu cvičení po dobu minimálně jednoho měsíce. Cvičení byla prováděna denně a byla zaměřena na zvýšení gainu VOR, nácvik substitučních strategií a habituační trénink. U všech pacientů došlo po absolvování programu ke snížení úzkosti a deprese, snížení subjektivního míry hendikepu a zvýšení kvality života a tyto výsledky se nezměnily po celou dobu sledování. Psychologický benefit vestibulární rehabilitace by lékaři i fyzioterapeuti vždy měli vzít do úvahy v terapii pacientů s vestibulární poruchou (Měli A. et al., 2007, s. 185 - 190).

Na druhé straně, oproti výše zmíněným studiím, prokazujícím pozitivní efekt vestibulární rehabilitace, stojí skeptické výsledky autorů Mruzek M. et al (1995). Cílem této studie bylo zjistit, zda je VRHB efektivnější ve zlepšení jak subjektivního, tak funkčního stavu pacientů po ablativní vestibulární operaci, ve srovnání s běžným cvičením horních a dolních končetin udržujícím ROM. Výzkumný soubor tvořilo 24 pacientů náhodně rozdělených do tří skupin. První skupina probandů byla zařazena do programu VRHB a byli zároveň povzbuzováni fyzioterapeutem k dodržování stanoveného programu, druhá skupina absolvovala stejný program VRHB bez povzbuzování a třetí skupina pacientů cvičila pouze běžné cviky udržující ROM. Rehabilitační program trval 8 týdnů a po této době byli pacienti vyšetřeni za pomoci dynamické posturografie, dotazníku DHI, Motion Sensitivity Quotient a rotačního testu.

Výsledky ukázaly, že mezi skupinami pacientů nebyly signifikantní rozdíly, pokud byla všechna vyšetření posouzena jako jeden celek. Autoři studie se domnívají, že většina pacientů s akutní vestibulární poruchou může dosáhnout efektivní úpravy vestibulárních funkcí bez ohledu na rehabilitační program, a to zejména pacienti po odstranění VS, kteří vykazují vysoký stupeň spontánní úpravy (Mruzek M. et al., 1995, s. 686 - 691).

1.3.2 Vestibulární prehabituace

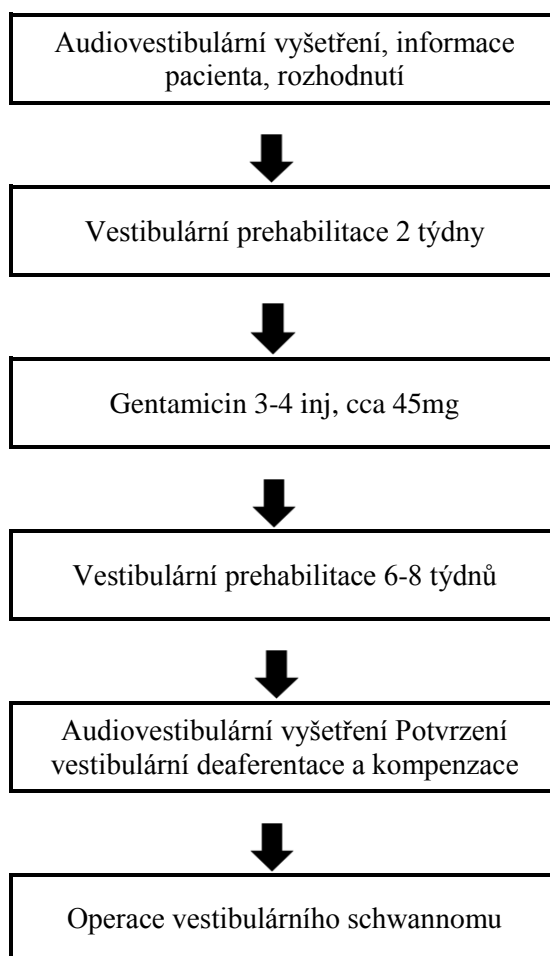
Většina pacientů s velkými nádory ztrácí vestibulární funkce již před operací a v době resekce schwannomu jsou již kompletně vestibulárně kompenzováni. U pacientů s menšími a mediálně uloženými tumory, kteří mají stále část vestibulárních funkcí zachovánu, představuje operace náhlou unilaterální vestibulární ztrátu. Právě tito pacienti mohou profitovat z předoperační vestibulární ablace použitím gentamicinu. Tento postup umožní organismu vyrovnat se s vestibulární deaferencí nástupem kompenzace již v době před operací (Magnusson M., Karlberg M. et Tjernström F., 2011, s. 154). Jak uvádí Tjernström F. et al. (2009), resekce vestibulárního schwannomu představuje pro pacienta dvě traumata, jednostrannou vestibulární deaferenci a samotný operační zákrok. Pokud probíhají současně, vedou k pomalejší a nerušené kompenzaci. Separací těchto traumat v čase docílíme efektivnější adaptace na vestibulární ztrátu (Tjernström F. et al., 2009, s. 1254).

Gentamicin patří mezi aminoglykosidy a jeho vestibulotoxický účinek byl poprvé využit v roce 1948 Fowlerem k léčbě vertiga. Je-li instilován do středoušní dutiny, difunduje do perilymfy a endolymfy skrz membránu kulatého okénka. Uvnitř vestibulárního aparátu jsou na gentamicin více citlivé buňky I. typu a při nízkém dávkování jsou rovněž ovlivněny tzv. tmavé buňky, které produkují endolymfu. Přesné působení na buněčné úrovni zatím není zcela známé. Zřejmě dochází k vazbě na fosfolipidy buněčné membrány, inaktivaci enzymů a při vazbě na železo k produkci volných kyslíkových radikálů. Tyto procesy vedou k apoptóze a nekróze zasažených buněk. Nejspíše v důsledku tohoto působení je dnes intratympanická aplikace gentamicinu standardní metou terapie pacientů s Métiérovou chorobou. Cílem léčby je dosažení částečné paralýzy postiženého labyrintu a jeho stabilní hypofunkce, kterou CNS dokáže kompenzovat a poskytnout tak úlevu perzistentním poruchám rovnováhy. Tato chemická ablace labyrintu má několik výhod oproti klasickému chirurgickému přístupu (labyrintektomie nebo sekce vestibulokokleárního nervu). Jedná se o metodu mnohem méně invazivní, která může být provedena ambulantně v lokální anestezii

bez operační zátěže pacienta. Gentamicin je rovněž mnohem více vestibulotoxický než kochleotoxický, proto je možné dosáhnout zachování sluchu (Giannuzzi, A. L., Merkus P. et Falcioni M., 2013, s. 1098; Watson G. J. et Irving R. M., 2013, s. 40 - 41).

U pacienta s VS byl gentamicin poprvé úspěšně použit pro léčbu vertiga Brantbergem K. et al. v roce 1996 (Brantberg K., Berfenius J. et Tribukait A., 1996, s. 277 - 279). Podobně Giannuzzi A. L. et al. v nedávné studii prokázali velmi dobrý efekt kontroly vertiga u 4 starších pacientů s VS menšími než 1 cm (Giannuzzi A. L., Merkus P. et Falcioni M., 2013, s. 1096 - 1098).

Koncept vestibulární prehabilitace, tzv. „PREHAB“, rozpracovali švédští autoři Magnusson M. et al. (2007). Tato metoda redukuje symptomy spojené s jednostrannou vestibulární deaferentací a urychlí tak rekonvalescenci pacienta po operačním zákroku. Autoři navrhli následující schéma vestibulární prehabilitace:



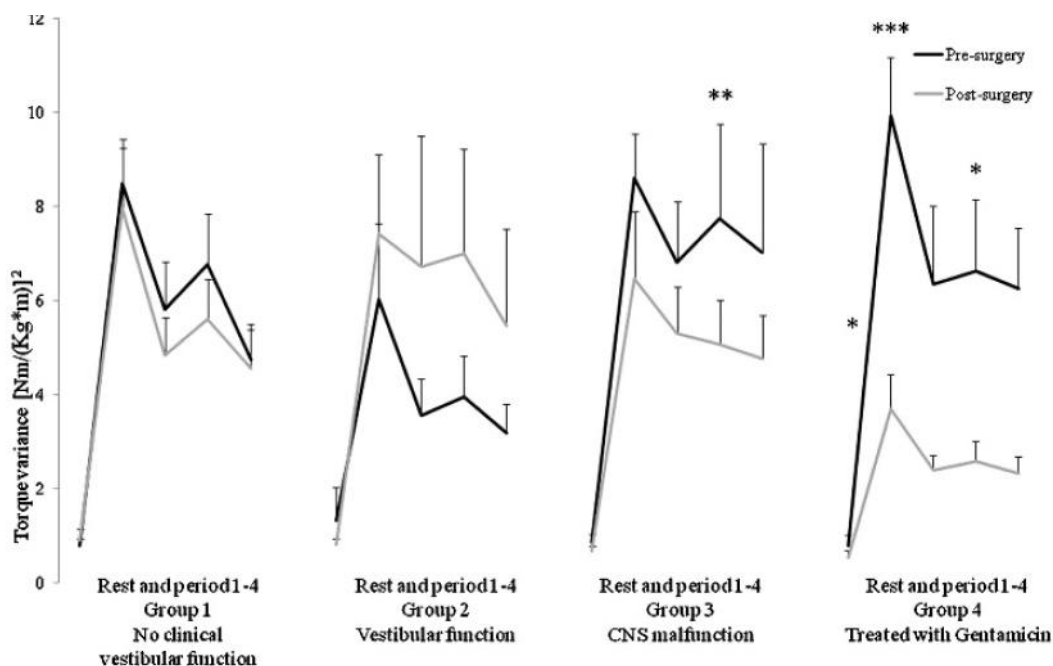
Obrázek 7. Schéma procesu prehabilitace u pacientů s VS (Upraveno dle Magnusson M. et al., 2007).

Pacienti zařazení do programu vestibulární prehabilitace jsou nejprve důkladně vyšetřeni. Pro zhodnocení vestibulárních funkcí je proveden pulzní test (tzv. Head Impulse Test), vestibulární evokované myogenní potenciály (VEMP), kalorická zkouška, posturografie, tzv. test tyče a rámu (Rod and Frame Test), vyšetření očních pohybů a subjektivní zrakové vertikály a horizontály. Dále je vyšetřena tónová audiometrie a schopnost diskriminace řeči (Magnusson M. et al., 2007, s. 1237; Magnusson M., Karlberg M. et Tjernström F., 2011, s. 154).

Následuje vlastní „PREHAB“, tedy vestibulární trénink. Pacienti podstoupí dvoutýdenní domácí cvičební program, který zahrnuje cviky obdobné těm, které jsou využívány při VRHB. Cviky jsou prováděny třikrát denně (Magnusson, M. et al., 2009, s. 259).

Po dvou týdnech tréninku je pacientům transtympanicky instilován gentamicin ve 3 – 4 aplikacích (cca 45 mg gentamicinu), vždy v odstavu dvou dnů. V průběhu chemické ablace labyrintu pacienti pokračují v intenzivním cvičení a vestibulární trénink následuje dalších 6 - 8 týdnů. V této době je provedeno znovu vestibulární vyšetření, a pokud je již pacient kompenzován, může podstoupit operaci bez vzniku nežádoucích vestibulárních symptomů. Pokračovat ve vestibulárním tréninku je pacientům doporučeno i v prvních týdnech po operaci (Magnusson M. et al., 2009, s. 260).

Tjernström, F. et al. (2009) ve studii *Vestibular PREHAB and gentamicin before schwannoma surgery may improve long-term postural function* hodnotili efekt vestibulární prehabilitace s aplikací gentamicinu preoperačně a 6 měsíců po resekci VS pomocí vibrační posturografie. Pacienti v této studii byli rozděleni do 4 skupin podle preoperační vestibulární aktivity. Celkem 6 pacientů s reziduální funkcí vestibulárního aparátu podstoupilo program prehabilitace (skupina 4). U těchto pacientů byly sledované parametry signifikantně nižší, než u ostatních skupin (Tjernström F. et al., 2009, s. 1254 - 1260). Výsledky prezentuje obrázek 7.



Obrázek 8. Posturografické vyšetření pacientů rozdělených do 4 skupin. Zavřené oči: předoperační hodnoty (tmavá linie), 6 měsíců po operaci (světlá linie) (Zdroj: Tjernström F. et al., 2009, s. 1258).

Intenzivní vestibulární trénink aktivuje proces vestibulární kompenzace simultánně s progredující ztrátou vestibulárních funkcí po aplikaci gentamicinu. Koncept vestibulární prehabilitace je benefitem pro pacienty nejen z hlediska pooperačního well-beingu, ale také z dlouhodobého hlediska, naučí se zvládat posturálně náročné situace, kdy dojde k sensorickému konfliktu (Tjernström F. et al., 2009, s. 1259 - 1260).

1.3.3 Biofeedback

Biofeedback neboli biologická zpětná vazba (BZV) je metoda, kdy jsou jedinci v reálném čase dodávány informace o probíhajícím biologickém procesu prostřednictvím jiných receptorů, drah a struktur CNS, než je běžné. Poskytuje jedinci přídatnou informaci nad rámec informací, které má přirozeně k dispozici (Giggins O. M., Persson U. M-C. et Caulfiels B., 2013, s. 1). Metody založené na BZV v současnosti vhodně doplňují běžné fyzioterapeutické metody. V rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy je BZV používána již řadu let. Je předpokládáno, že facilituje multisenzorickou (zrakovou, proprioceptivní a vestibulární) stimulaci a urychluje tak

kompenzační proces. Biofeedback může být využit jak k substituci, tak k augmentaci fyziologické funkce (Zijlstra A. et al., 2010, s. 2).

V klinické praxi v rámci VRHB poskytuje fyzioterapeut pacientovi zpětnou vazbu prostřednictvím verbálních instrukcí, vizuální demonstrací cviků a taktilním vedením. Tato zpětná vazba však chybí v době, kdy je pacient propuštěn z hospitalizace a pokračuje v domácím cvičení.

Díky rozvoji biomedicíny je dnes využíváno mnoho různých přístrojových technologií pro rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy. Jedná se zejména o zrakovou, sluchovou, vibrotaktilní či elektrotaktilní zpětnou vazbu. Užití těchto metod může zvýšit pacientovu compliance k terapii, sloužit jako motivace a potenciálně zlepšit výsledky terapie (Bechly K. E. et al., 2013, s. 391 - 392).

Vizuální zpětná vazba je dnes jednou z nejvíce užívaných metod v rehabilitaci posturální stability. Této problematice se věnuje kapitola 1.3.3.1.

Využití sluchové zpětné vazby pro pacienty s poruchou rovnováhy je v současnosti diskutováno. Benefit této metody u pacientů s bilaterální vestibulární ztrátou hodnotili Dozza M. et al. (2007) ve studii *Auditory biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance*. Prokázali, že v podmínkách, kdy je limitována vizuální informace (zavřené oči), mohou pacienti profitovat ze sluchové stimulace. Největší benefit však sluchová zpětná vazba přináší v situaci, kdy jsou limitovány jak zrakové, tak somatosenzorické vstupy (zavřené oči, měkká podložka), zejména u pacientů se závažnou ztrátou vestibulárních funkcí (Dozza M., Horak F. B. et Chiari L., 2007, s. 37 - 48). Je však třeba si uvědomit, že u pacientů s vestibulární poruchou, jako jsou pacienti po resekcii VS, je častá deteriorace sluchu a využitelnost této metody klesá (Bechly K. E. et al., 2013, s. 392).

Efekt vibrotaktilní stimulace u pacientů s vestibulární patologií prokázali Basta D. et al. (2011). Během dvoutýdenního tréninkového programu došlo u pacientů k signifikantnímu zmenšení výchylek těžiště a k redukci subjektivních symptomů. Výsledky byly objektivizovány pomocí SOT a DHI (Basta D. et al., 2011, s. 1492 - 1499). Efekt vibrotaktilní zpětné vazby na zlepšení tandemové chůze u pacientů s jednostrannou vestibulární poruchou prokázali Horak et al. (2010). Zlepšení sledovaných parametrů bylo zaznamenáno ihned po terapii, nicméně dlouhodobé výsledky se nepodařilo prokázat (Horak F. B. et al., 2010, s. 279 - 281).

Elektrotaktilní zpětná vazba, pomocí přístroje Brain Port, umožní vnímat informace, jež jsou běžně poskytovány vestibulárním systémem, a to elektrickou

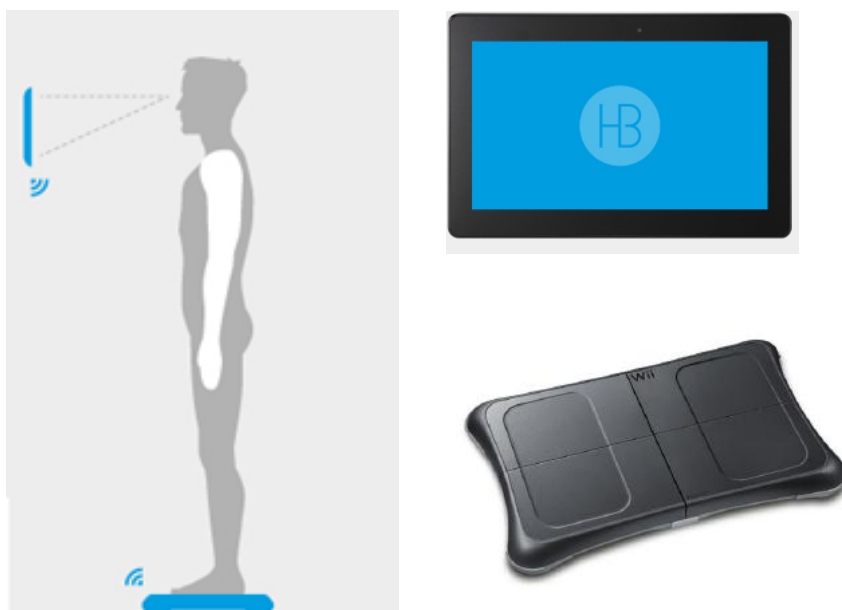
stimulací jazyka. Toto zařízení bylo vyvinuto zejména pro pacienty s bilaterální ztrátou vestibulárních funkcí. Účinnost Brain Portu byla prokázána v mnoha studiích (Barros C. G. C. et al., 2010; Danilov Y. P. et al., 2007; Uneri A. et Polat S., 2009; Vuilherme N. et al., 2010). Limitem těchto studií je nedostatečně dlouhá doba sledování pacientů po ukončení vestibulární rehabilitace. Barros C. G. C et al. (2010) navíc uvádí, že ačkoliv prokázali pozitivní efekt Brain Portu ihned po ukončení terapeutického programu, došlo u pacientů postupně k poklesu rovnovážných funkcí na původní hodnoty (Barros C. G. C. et al., 2010, s. 125).

1.3.3.1 Vizualní zpětná vazba

Využití vizualní zpětné vazby v terapii pacientů s poruchami rovnováhy se zdá být slibnou metodou. Její pozitivní efekt u pacientů s vestibulární patologií byl prokázán již několika autory (Čakrt O. et al., 2010; Hahn A. et al., 2001; Meldrum D. et al., 2012; Sparter I. et al., 2013).

Během terapie stojí pacient na stabilometrické (silové) plošině, která pomocí snímačů registruje polohu a výchylky jeho těla. Z těchto hodnot je vypočítáno působíště tlakové síly, tedy Centre of Pressure (COP) pacienta. Poloha COP je v reálném čase zobrazena na monitoru, který pacient sleduje. Takto je mu poskytnut zpětnovazebný vizualní signál, který jej informuje o aktuální poloze jeho těla (Halická Z. et al., 2014, s. 410 - 411). Pacient se snaží reagovat na vizualní podněty zobrazené na monitoru a adekvátně se jim přizpůsobit posturální reakcí.

Byly vyvinuty různé systémy s řadou rozličných aplikací určených k tréninku různých aspektů posturální kontroly. Jedním z nich je interaktivní rehabilitační systém **Homebalance**. Tento systém byl vyvinut na společném pracovišti biomedicínského inženýrství Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT a 1. lékařské fakulty UK. Zařízení se skládá ze stabilometrické plošiny Wii balance board a tabletu, jež jsou bezdrátově propojeny. Plošina Wii balance board byla původně vytvořena pro herní účely, dnes je využívána pro rehabilitaci i diagnostiku pacientů s poruchami rovnováhy nejrůznější etiologie (Bohunčák M. et al., 2011, s. 21). Kromě využití ve zdravotnických zařízeních je vhodným prostředkem také pro domácí terapii. Výhodou je její nízká váha (3,5 kg) a snadná přenosnost. Plošina obsahuje 4 tlakové senzory umístěné v rozích plošiny, vzorkovací frekvence činí 80 Hz. Nosnost Wii balance board je až 150 kg (TecniCall, 2014, s. 20; Tichá M. et al.).

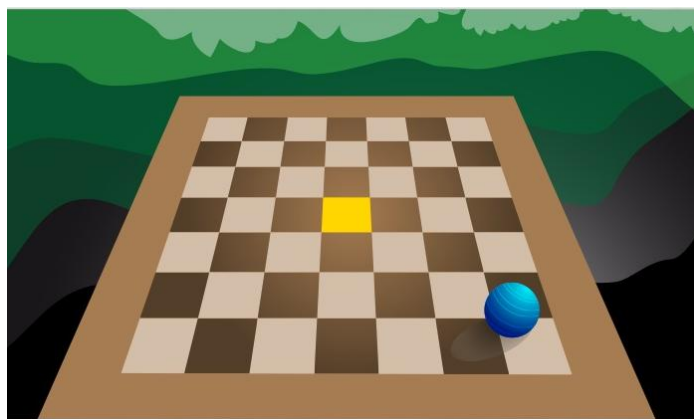


Obrázek 9. Interaktivní rehabilitační systém Homebalance. Vpravo nahoře: Tablet ASUS Transformer Pad TF700T 10,1. Vpravo dole: stabilometrická plošina Wii balance board (Zdroj: <http://www.homebalance.eu/cz.html>; Tichá M. et al.).

Zařízení obsahuje software pro diagnostiku a dále soubor terapeutických scén. Terapie probíhá formou hry, kdy pacient stojí na stabilometrické plošině a sleduje displej tabletu umístěný před sebou, na kterém je promítána terapeutická scéna. Přenášením váhy a změnou polohy svého těžiště plní úkoly, které jsou mu předkládány. Výsledky pacienta jsou ihned po ukončení terapie zobrazeny na monitoru, je možno je uložit a monitorovat tak průběžně pacientovy pokroky. Terapie probíhající zábavnou formou s možností sledovat své pokroky, je pro pacienty vysoce motivační. Pacienti touto formou zlepšují svou schopnost udržení vzpřímené postury a nalézají bezpečné limity stability, ve kterých jsou schopni se pohybovat (Dupalová D., Šlachtová M. et Doleželová E., 2013, s. 135 - 141; TecniCall, 2014, s. 20; Tichá M. et al.).

Horak F. B. uvádí, že vizuální zpětná vazba představuje vhodnou metodu, jak naučit pacienty „přepnout“ somatosenzorický systém na vizuální, pokud jsou somatosenzorické informace nedostupné, například při stožení na měkké podložce.

Limitace využití vizuální BZV u pacientů s vestibulární poruchou nastávají v důsledku obtížné stabilizace retinálního obrázku a následné oscilopsie. V případě že se pacient nadměrně spoléhá na vizuální vstup, může být následně destabilizován při nestabilitě vizuálního prostředí (Horak F. B., 2010, s. 64).

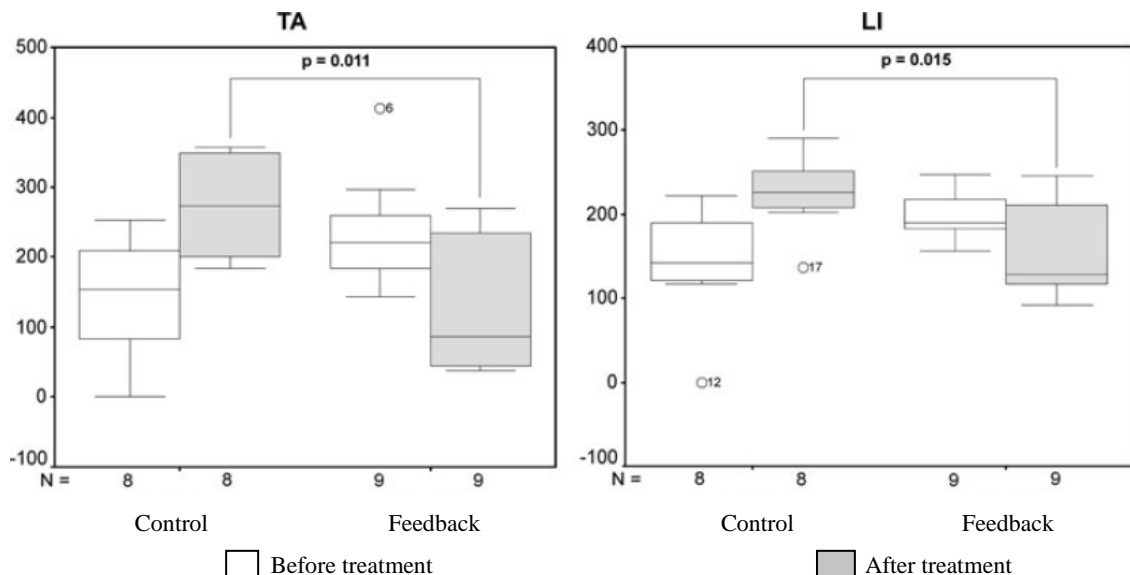


Obrázek 10. Terapeutická scéna (Zdroj: <http://www.homebalance.eu/cz.html>).

1.3.3.2 Vybrané studie - vizuální zpětná vazba u pacientů s vestibulární patologií

Sparrer I. et al. (2013) se v pilotní studii *Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board - a user-friendly alternative for central nervous compensation* zabývali využitím Nintendo Wii Balance Board u pacientů po akutní vestibulární neuronitidě. Pacienti zařazení do studie byli randomizovaně rozděleni na dvě skupiny. Skupinu A tvořilo 37 pacientů o průměrném věku 40 let a skupinu B 34 pacientů o průměrném věku 47 let. Skupina A podstoupila trénink na Nintendo Wii Balance Board (2krát denně 45 minut), zatímco pacienti skupiny B cvičili pouze dva zvolené cviky a jejich data sloužila jako kontrolní pro srovnání výsledků terapie. Před zahájením tréninku byli všichni účastníci vyšetřeni pomocí SOT, Vertigo Symptom Scale (VSS), DHI a dotazníku Tinneti. Tato vyšetření byla zopakována na konci programu, tj. 5. den a následně po 10 týdnech. Z výsledků studie vyplývá, že pacienti ve skupině B byli v průměru o 2,4 dne déle hospitalizováni oproti pacientům skupiny A. Rovněž pacienti skupiny A vykazovali dřívější vymizení nystagmu, o 2,1 dne dříve než pacienti druhé skupiny. Pacienti, kteří podstoupili rehabilitační trénink na principu BZV, dále vykazovali signifikantně lepší výsledky v SOT, DHI, VSS i dotazníku Tinneti během obou vyšetření po skončení programu v porovnání s druhou skupinou. Výsledky této studie prokázaly, že vestibulární rehabilitace s využitím vizuálního biofeedbacku podporuje proces vestibulární kompenzace u pacientů s periferním typem vestibulární poruchy. Autoři poukazují na to, že systémy využívající vizuální biofeedback, by neměly být nadřazeny jiným rehabilitačním metodám, ale měly by představovat cenově a uživatelsky přístupnou alternativu (Sparrer I. et al., 2013, s. 239 - 245).

Efekt individuálního dvoutýdenního tréninku rovnováhy s využitím vizuálního biofeedbacku, analyzovali Čákr O. et al. (2010) ve studii *Exercise with visual feedback improves postural stability after vestibular schwannoma surger*. Studie se zúčastnilo 17 pacientů, kteří podstoupili mikrochirurgickou resekci VS. Pacienti byli náhodně rozděleni do dvou skupin. První skupina, čítající 9 pacientů o průměrném věku 37 let, absolvovala trénink na přístroji Balancemaster založený na principu vizuální BZV. Druhá skupina, čítající 8 pacientů o průměrném věku 44 let, podstoupila fyzioterapii dle standardního rehabilitačního protokolu. Trénink v obou skupinách probíhal jedenkrát denně, od 5. do 14. pooperačního dne. Pacienti byli vyšetřeni pomocí posturografie před započatím rehabilitačního programu a na jeho konci. Sledovány byly parametry COP a to ve čtyřech různých podmínkách dle modifikovaného Clinical Test for Sensory Interaction of Balance. Výsledky sledovaných skupin se významně nelišily během stoji na pevné podložce, zatímco ve stoji na měkké podložce byly nalezeny signifikantní rozdíly. Pacienti, kteří podstoupili trénink na podkladě vizuálního biofeedbacku, byli na této podložce při stoji se zavřenýma očima prokazatelně lépe kompenzováni. Tato studie tak prokázala, že rehabilitace na principu vizuální zpětné vazby má pozitivní efekt na posturální stabilitu pacientů po operaci vestibulárního schwannomu (Čákr O. et al., 2010, s. 1355-1360).



Obrázek 11. Porovnání total area (TA) a line integral (LI) před a po ukončení terapeutického programu u skupiny se standardním rehabilitačním programem a skupiny s terapií na principu BZV (Zdroj: Čákr O. et al., 2010, s. 1358).

Hahn A. et al. (2001) se ve studii *Visuo-vestibular Biofeedback in Patients With Peripheral Vestibular Disorders* pokusili prokázat pozitivní efekt terapie s vizuální zpětnou vazbou u pacientů s různým typem vestibulární poruchy. Výzkumný vzorek tvořilo celkem 72 pacientů o průměrném věku 49.8 let, z nichž bylo 31 pacientů s Menierovou chorobou, 21 pacientů s neuronitis vestibularis a 20 pacientů s vertebrobasilární insuficiencí. Pro terapii byla zvolena stabilometrická plošina STP 03, která bývá běžně využívána pro hodnocení poruch rovnováhy. Pacienti docházeli na trénink 2 – 3krát týdně po dobu 3 až 4 týdnů. Výsledky terapie byly hodnoceny posturograficky, sledovanými parametry byly plocha (definována jako oblast, kterou vykreslí projekce pacientova těžiště za určený čas) a dráha (rychlost pacientových výchylek). Sledované parametry ukázaly, že po ukončení tréninkového programu u pacientů s Menierovou chorobou došlo ke zlepšení instability na přechodnou dobu, měření provedená mezi 3. a 6. týdnem po ukončení terapie prokázala opětovné zhoršení sledovaného parametru plocha. U pacientů s vestibulární neuronitis a vertebrobasilární insuficiencí došlo k permanentnímu zlepšení sledovaných parametrů. Tato studie tak ukazuje, že trénink rovnováhy s využitím vizuální zpětné vazby poskytuje relativně dobré výsledky, zvláště u pacientů s vestibulární patologií periferního typu. Autoři na základě výsledků studie doporučují, aby pacienti s poruchami rovnováhy periferní vestibulární etiologie, byli zařazeni do tréninkového programu s využitím vizuálního feedbacku (Hahn A. et al., 2001, s. 88 - 91).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 CÍLE PRÁCE

Cílem teoretické části diplomové práce bylo předložit rešerši literatury a poskytnout nejnovější poznatky o etiologii, symptomatologii a terapeutických modalitách vestibulárního schwannomu, ale také o jeho vlivu na kvalitu života pacientů. Dále shrnout poznatky o průběhu vestibulární kompenzace a faktorech, které ji mohou ovlivnit. Cílem bylo také seznámit se se zahraničními studiemi, které sledují vývoj vestibulární kompenzace a efektivitu metod vestibulární rehabilitace s využitím biologické zpětné vazby.

Hlavním cílem experimentální části bylo zhodnotit vliv předoperační ablace labyrintu pomocí intratympanické aplikace gentamicinu na dynamiku vestibulární kompenzace pacientů v časném pooperačním období. Tento terapeutický přístup, v současnosti používaný v zemích severní Evropy, je u nás novou metodou, se kterou zatím nemáme dostatek zkušeností. Tato práce tak může poskytnout cenné poznatky týkající se její efektivity a dopadu na kvalitu života pacientů po resekci vestibulárního schwannomu.

Cílem této práce bylo rovněž rozšířit původní soubor pacientů vyšetřených v období od ledna do prosince roku 2014 Mgr. Annou Markvartovou a Mgr. Nikolou Jandovou. Pro sledování dynamiky vestibulární kompenzace bylo zvoleno statické stabilometrické vyšetření na přístroji Synapsys Posturography System a dotazníková metoda The Activities-Specific Balance Confidence Scale.

2.2 HYPOTÉZY

Na podkladě poznatků získaných rešerší literatury jsme stanovili následující hypotézy:

Hypotéza H1

Celkové skóre ABC se bude mezi skupinami pacientů s a bez aplikace gentamicinu významně lišit.

Hypotéza H2

Sledované parametry COP se budou mezi skupinami pacientů s a bez aplikace gentamicinu významně lišit.

Hypotéza H3

Ve skupině pacientů bez aplikace gentamicinu dojde po resekci vestibulárního schwannomu ke statisticky významnému snížení celkového skóre ABC a k významnému zvýšení po rehabilitaci oproti stavu po operaci.

Hypotéza H4

Ve skupině pacientů bez aplikace gentamicinu dojde po resekci vestibulárního schwannomu ke statisticky významnému zvýšení sledovaných parametrů COP a po rehabilitaci k významnému snížení oproti stavu po operaci.

3 METODIKA

3.1 SOUBOR PACIENTŮ

Do studie byli zařazeni pacienti Kliniky otorhinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole, kteří podstoupili resekci vestibulárního schwannomu v období od ledna roku 2014 do prosince roku 2015. V tomto dvouletém období bylo při zachování stejné metodiky vyšetřeno celkem 40 pacientů. Z celkového počtu bylo 8 pacientů vyřazeno z důvodu nedokončení kompletní série vyšetření či rehabilitačního programu s BZV, zejména se jednalo o pacienty s déletrvajícimi pooperačními komplikacemi. Statistická analýza byla provedena na 32 pacientech, charakteristiku souboru shrnuje tabulka 1. Data jsou uvedena jako průměr \pm SD. Podrobná charakteristika souboru pacientů je součástí přílohy č. 2.

	Celkem	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Počet pacientů	32	10	22
Věk	47.6 \pm 10.7	47.8 \pm 13.9	47.4 \pm 8.9
Velikost tumoru (mm)	22.1 \pm 10.6	17.2 \pm 7.1	24.4 \pm 11.1
Pohlaví	Muži	4	8
	Ženy	6	14
Srana léze	Pravá	6	13
	Levá	4	9

Tabulka 1. Charakteristika souboru.

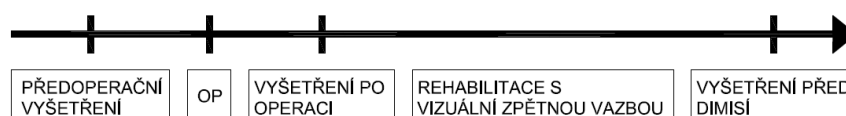
Soubor tvoří 20 žen a 12 mužů ve věku od 28 do 73 let, průměrný věk je 47.6 \pm 10.7 let. Průměrná velikost tumoru činila 22.1 \pm 10.6 mm. Celkem 19 pacientů mělo pravostrannou lézi, 13 levostrannou.

Tento soubor byl rozdělen na dvě skupiny. První tvoří 10 pacientů zařazených do programu prehabilitace, u nichž byl zhruba 2 měsíce před plánovanou resekci VS aplikován gentamicin do středoušní dutiny. Aplikace probíhala ve třech dávkách, tři dny po sobě. Ověření stavu vestibulárního aparátu na základě pozitivního pulzního testu potvrdilo ztrátu minimálně 70 % vestibulárních funkcí. Kritériem pro zařazení do tohoto programu byla ztráta sluchových funkcí, či dále nevyužitelná úroveň sluchu. Zbývajících 22 pacientů tvoří kontrolní skupinu, u které gentamicin aplikován nebyl.

Všichni pacienti byli předem informováni o účelu vyšetření a svůj souhlas s participací ve studii potvrdili podepsáním informovaného souhlasu. Studie byla odsouhlasena Etickou komisí UK a probíhala v souladu s Helsinskou deklarací.

3.2 METODIKA VYŠETŘENÍ

Vyšetření pacientů probíhalo v neurootologickém centru 1. a 2. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole. Pacienti byli v rámci studie vyšetřeni vždy třikrát. První vyšetření proběhlo 1 – 2 dny před plánovanou operací. Druhé po operaci, jakmile byl pacient schopen samostatného stoji a chůze, většinou 5. pooperační den. Poslední vyšetření se uskutečnilo před dimisí. V průběhu vyšetřování byl brán zřetel na aktuální zdravotní stav pacienta, který měl možnost v případě jakýchkoli obtíží vyšetření přerušit či odmítnout. Jednotlivá vyšetření obsahovala 4 části, posturografické vyšetření na přístroji Synapsys Posturography System, zhodnocení subjektivní zrakové vertikály, test chůze (Dynamic Gait Index) a dotazníkové zhodnocení subjektivních obtíží spojených s poruchami rovnováhy (The Activities-Specific Balance Confidence scale). Celková délka jednoho vyšetření byla cca 30 minut. V době mezi druhým a třetím vyšetřením pacienti absolvovali rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. Počet jednotlivých terapií byl individuální, závislý na délce hospitalizace. Schéma vyšetřovacího a rehabilitačního postupu shrnuje obrázek 12 a 13.



Obrázek 12. Vyšetřovací schéma u pacientů bez aplikace gentamicinu (Zdroj: vlastní).



Obrázek 13. Vyšetřovací schéma u pacientů s aplikací genatmicinu (Zdroj: vlastní).

3.2.1 Posturografické vyšetření

Pro objektivní zhodnocení posturální stability byl použit přístroj francouzské firmy Synapsys, Synapsys Posturography System. Základem vyšetřovacího zařízení je tenzometrická plošina o rozměru 50 x 50 cm, v níž se nachází 3 tlakové senzory. Lidské tělo působí na podložku tlakovými silami a současně působí podložka reakčními silami na tělo. Pomocí senzorů jsou tyto síly snímány. Ze zaznamenaných hodnot následně přístroj vypočítává působíště výsledné tlakové síly, COP. Vzorkovací frekvence přístroje je 40 Hz. Pro vyšetření jsme použili standardizovaného testu The Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB) a testu „Limits of Stability“. CTSIB vyšetřuje stoj ve 4 různých sensorických podmínkách, stoj na pevné podložce s otevřenými a zavřenými očima a stoj na pěnové podložce s otevřenými a zavřenými očima.

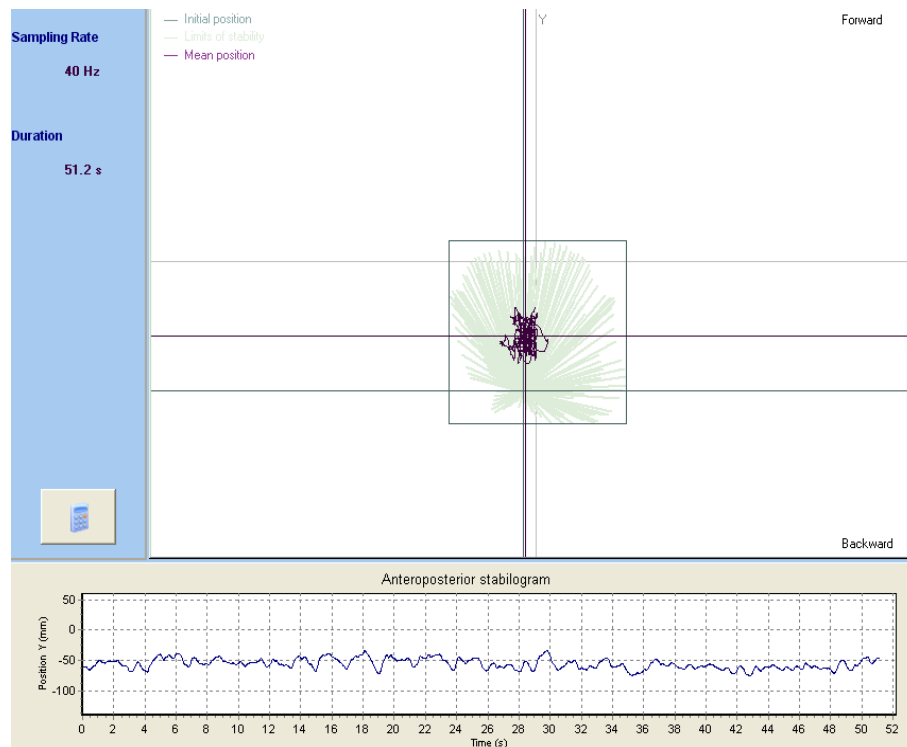


Obrázek 14. Vyšetření pacienta na Synapsys Posturography System, vlevo: ve stojí na pevné podložce, vpravo: ve stojí na pěnové podložce (Zdroj: vlastní).

Pacient stál na podložce bez obuvi s chodidly v úhlu 30°, horními končetinami volně podél těla. Během testu s otevřenými očima opticky fixoval bod umístěný v úrovni očí na protější stěně. Testování probíhalo v klidné místnosti. Každé měření

trvalo 51 vteřin. Pokud během testu došlo k vychýlení pacienta a dotyku s bezpečnostním zábradlím nebo nutnosti zachytit pacienta terapeutem, bylo toto zaznamenáno.

Pro vyhodnocení posturálních výchylek jsme zvolili délku trajektorie COP (mm) a plochu konfidenční elipsy COP (mm²).



Obrázek 15. Ukázka posturografického vyšetření pacienta po resekci VS ve stoji na pěnové podložce se zavřenýma očima, nahoře záznam trajektorie COP, dole záznam výchylek COP v sagitální rovině v čase (Zdroj: vlastní).

3.2.2 *Dotazník Activities-Specific Balance Confidence Scale*

Součástí vyšetřovacího protokolu je dotazník Activities-Specific Balance Confidence Scale, který vytvořili L. E. Powell a A. M. Myers (1995). Tento dotazník je zaměřen na hodnocení subjektivního vnímání poruch rovnováhy a sebedůvěry ve vlastní rovnováhu při provádění běžných denních činností, které jsou úzce svázány se schopností vést nezávislý život. Dotazník obsahuje 16 položek, u každé z nich je úkolem pacienta procentuálně vyjádřit stupeň své jistoty či nejistoty při vykonávání předložené činnosti. Jedná se o aktivity každodenního života, jako je zvednutí předmětu ze země, nastupování či vystupování z dopravního prostředku či chůze po kluzké podlaze. Pokud si je pacient ve vykonávání dané aktivity naprosto jistý, je zaznamenáno

100%, naopak, pokud danou situaci z důvodu rovnovážných obtíží nezvládne, odpovídá 0% (Legters, K., Whitney, S. L., Porter, R. et Buczek, F., 2005, s. 11 - 12). Všechny otázky byly pacientovi přečteny, přičemž neměl možnost sledovat, jakého výsledku dosáhl v předchozím testování. Kompletní dotazník je součástí přílohy 2.

3.2.3 *Vyšetření subjektivní zrakové vertikály*

K vyšetření subjektivní zrakové vertikály (SVV) byla užitá standardizovaná metoda „The Bucket Method“, vyšetření, které bylo publikováno autory Zwergal A. et al. (2009). Vyšetřovací zařízení se skládá z neprůhledného válce (kbelíku), na jehož vnitřním dně se nachází kontrastní přímka. Ve středu vnějšího dna je zavěšeno závaží na niti a po obvodu je umístěn úhломěr. Při otáčení kbelíkem registruje závaží směr zemské fyzikální vertikály. Při vertikálním nastavení vnitřní přímky odpovídá nastavení úhломěru jako nultý stupeň. Při vyšetření SVV sedí pacient vzpřímeně a hledí do dna kbelíku. Hlava vyšetřovaného není fixována, ale je nastavena tak, aby přes okraje vyšetřovacího zařízení nebylo vidět okolí, které by umožňovalo optickou orientaci. Vyšetřující sedí naproti vyšetřovanému a nejprve otočí kbelíkem tak, aby vnitřní přímka byla mimo vertikálu, minimálně však o 40°. Poté pomalu otáčí zpět směrem k vertikále. Úkolem vyšetřovaného je zastavit slovním povel „stop“ otáčení přímky v místě, kde se domnívá, že se nachází vertikála. Vyšetřující následně odečte na úhломěru odchylku od vertikály. Toto vyšetření bylo provedeno vždy třikrát, střídavě po a proti směru hodinových ručiček. Celková doba tohoto vyšetření nepřesáhla 5 minut.



Obrázek 16. Vyšetření SVV pomocí The Bucket Method (Zdroj: vlastní).

3.2.4 *Dynamic Gait Index*

Pro sledování změn v oblasti chůze byl zvolen DGI. Tento standardizovaný test je metodou pro zhodnocení rovnovážných schopností během dynamické činnosti a dual taskingu. Původně byl vytvořen pro stanovení rizika pádu u starších osob, dnes je hojně využíván u neurologických pacientů s poruchami rovnováhy. Test obsahuje 8 položek, například otočku v prostoru, překročení překážky, chůzi po schodech či chůzi s horizontálním a vertikálním otáčením hlavy. Maximálně je možno dosáhnout 24 bodů, při méně než 19 bodech je zvýšené riziko pádu (Shumway-Cook, A. et Woollacott, M., 2012, s. 396). Délka vyšetření chůze nepřesáhla 5 minut, po celou dobu byl pacient jištěn doprovodem fyzioterapeuta k minimalizaci rizika pádu.

Zhodnocením vlivu aplikace gentamicinu na dynamiku parametrů SVV a DGI se zabývá diplomová práce Ireny Holé, v jejíž spolupráci studie probíhala.

3.3 PRŮBĚH TERAPIE S VIZUÁLNÍ ZPĚTNOU VAZBOU

Všichni pacienti zařazení do této studie kromě standardizované rehabilitace absolvovali každodenní rehabilitační program s využitím vizuální zpětné vazby. Program začal nejčastěji 5. pooperační den, kdy byli pacienti zpravidla ještě umístěni na jednotce intenzivní péče. Dále trénink probíhal na standardním oddělení Kliniky otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN v Motole. Počet jednotlivých terapií byl individuální, podle délky hospitalizace pacienta. Počet terapií u jednotlivých pacientů viz příloha 1. Délka jedné terapeutické jednotky byla 15 – 20 minut, dle aktuálního zdravotního stavu pacienta. Pro terapii byl využit interaktivní systém Homebalance, jehož součástí je tenzometrická plošina Wii Balance Board a tablet, na kterém pacient sleduje projekci svého těžiště (zobrazeno jako zeměkoule) a je mu takto poskytnuta vizuální zpětná vazba.

Při tréninku je úkolem pacienta pohybovat zobrazeným předmětem na předem určené místo a na tomto místě určitou dobu setrvat. Dochází při tom k nácviku kotníkové a kyčelní strategie a přenášení váhy. Terapeut má možnost individuálně měnit obtížnost tréninku, nastavit delší dobu pro setrvání v určité pozici nebo zvolit krajní pozice, kam se pacient svým těžištěm musí dostat. Obtížnost je možno také ztlžit nastavením citlivost plošiny, při vyšší citlivost pacient snáze dosáhne na požadované místo. Rovněž je možné nastavit program tak, aby byl pacient nucen vychylovat se více

na problematickou stranu. Pro zachování bezpečnosti byl během cvičení pacient jištěn terapeutem.



Obrázek 17. Ukázka terapeutické jednotky s využitím přístroje Homebalance (Zdroj: vlastní).

3.4 STATISTICKÁ ANALÝZA DAT

Data získaná ze stabilometrického vyšetření byla exportována ve formátu ASCII a byla načtena jako řetězec znaků a následně převedena do matice. Pro výpočet sledovaných parametrů byl použit software MATLAB.

Celkové skóre dotazníku ABC bylo získáno sečtením a následným zprůměrováním bodů jednotlivých položek testu.

Získaná data byla zpracována v programu Statistica 13 a MS Office Excel. Dále byla použita analýza rozptylu ANOVA. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p \leq 0.05$. Statistická významnost dosažené změny parametrů byla stanovena porovnáním jednotlivých měření a dále skupin pacientů s aplikací gentamicinu a bez něj. Kontrola předpokladů analýzy byla provedena pomocí post-hoc testování.

4 VÝSLEDKY

4.1 VLIV APLIKACE GENTAMICINU NA SLEDOVANÉ PARAMETRY

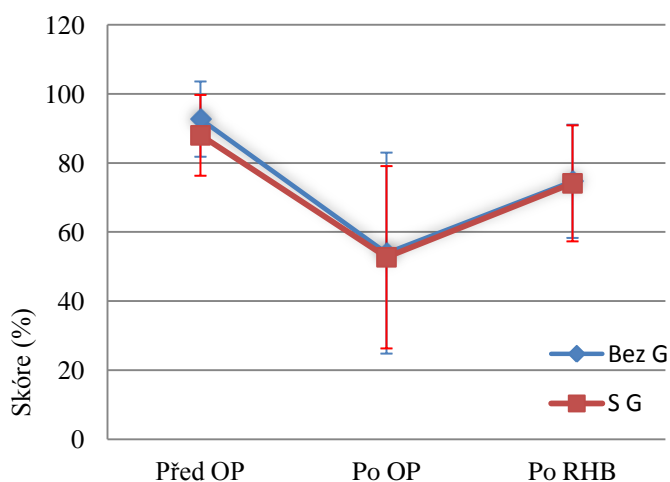
4.1.1 Skóre ABC

Celkové skóre dotazníku ABC bylo hodnoceno před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. Průměrné dosažené hodnoty skupin pacientů s a bez gentamicinu uvádí tabulka 2.

	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Před OP	88.0 ± 11.7 %	92.7 ± 10.9 %
Po OP	52.7 ± 26.4 %	53.9 ± 29.1 %
Po RHB	74.1 ± 16.8 %	74.7 ± 16.4 %

Tabulka 2. Průměrné skóre ABC ve skupině s gentamicinem a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.

Z tabulky 2 je patrné, že předoperačně dosahovali pacienti s aplikovaným gentamicinem nižších hodnot celkového skóre dotazníku v porovnání s pacienty bez gentamicinu, 88.0 ± 11.7 % vs. 92.7 ± 10.9 %. Menšího rozdílu bylo dosaženo pooperačně, 52.7 ± 26.4 % vs. 53.9 ± 29.1 %. Po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby se výsledky obou skupin liší jen minimálně, 74.1 ± 16.8 % vs. 74.7 ± 16.4 %. Výsledky jsou znázorněny na grafu 1.



Graf 1. Průměrné skóre ABC dotazníku, porovnání skupin pacientů s a bez aplikace gentamicinu v době před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby.

Vyhodnocením získaných výsledků mezi skupinami pacientů s aplkovaným gentamicinem a bez něj, bylo dosaženo hladiny významnosti $p > 0.05$. Konstatujeme, že hypotézu H1, která tvrdí, že celkové skóre ABC vykazuje mezi skupinami signifikantní rozdíly, jsme nepotvrdili.

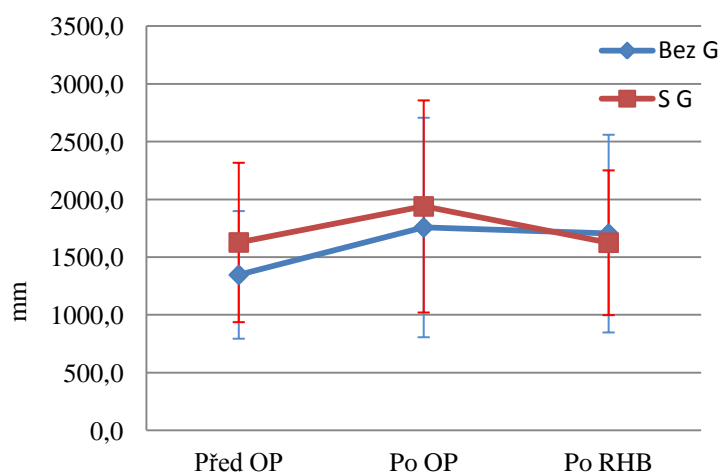
4.1.2 Délka trajektorie COP

Tabulka 3 ukazuje průměrné hodnoty délky traketrorie COP mezi skupinami pacientů s gentamicinem a bez něj. Hodnoty jsou spočítány jako průměr všech 4 podmínek stoje.

	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Před OP	1627 ± 690	1347 ± 553
Po OP	1939 ± 918	1757 ± 950
Po RHB	1625 ± 627	1704 ± 856

Tabulka 3. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) u pacientů s a bez gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.

Průměrná předoperační hodnota délky trajektorie COP ve skupině pacientů s gentamicinem byla 1627 ± 690 mm. Po operaci se hodnota zvýšila na 1939 ± 918 mm a po rehabilitaci došlo ke snížení na 1625 ± 627 mm. Porovnání průměrných hodnot délky trajektorie COP pro všechny 4 podmínky stoje se skupinou pacientů bez gentamicinu zobrazuje graf 2. Mezi skupinami nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl.



Graf 2. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) u pacientů s a bez aplikace gentamicínu ve všech 4 podmínkách stoje.

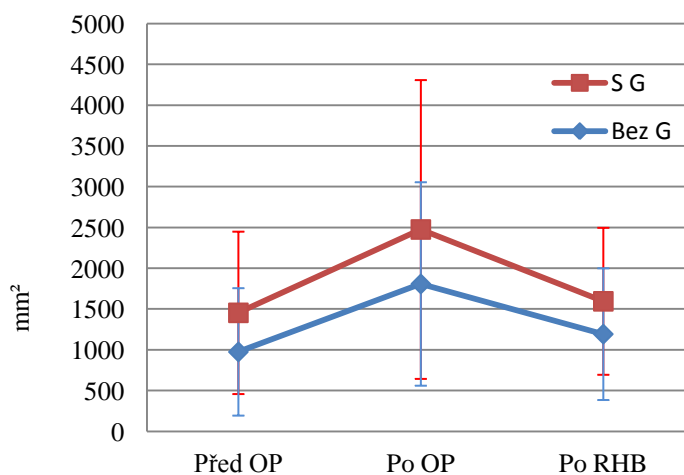
4.1.3 Plocha konfidenční elipsy COP

Tabulka 4 porovnává průměrné hodnoty plochy konfidenční elipsy COP mezi skupinami pacientů s aplikovaným gentamicinem a bez něj. Hodnoty jsou spočítány jako průměr všech 4 podmínek stoje.

	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Před OP	1455 ± 996	976 ± 783
Po OP	2477 ± 1833	1809 ± 1248
Po RHB	1596 ± 901	1194 ± 808

Tabulka 4. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) u pacientů s a bez gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.

Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP ve skupině pacientů, kterým byl aplikován gentamicin, byla předoperačně 1455 ± 996 mm². Po operaci došlo ke zvýšení hodnoty na 2477 ± 1833 mm² a po rehabilitaci ke snížení na 1596 ± 901 mm². Porovnání průměrné hodnoty plochy konfidenční elipsy COP této skupiny pacientů se skupinou pacientů bez aplikovaného gentamicinu zobrazuje graf 3.



Graf 3. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) u pacientů s a bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje.

Přestože jsou průměrné dosažené hodnoty plochy konfidenční elipsy COP ve skupině pacientů s gentamicinem vyšší ve srovnání s pacienty bez gentamicinu při vyšetření před operací, po operaci i po rehabilitaci, při stanovené hladině významnosti $p \leq 0.05$ nebylo dosaženo statisticky významného rozdílu.

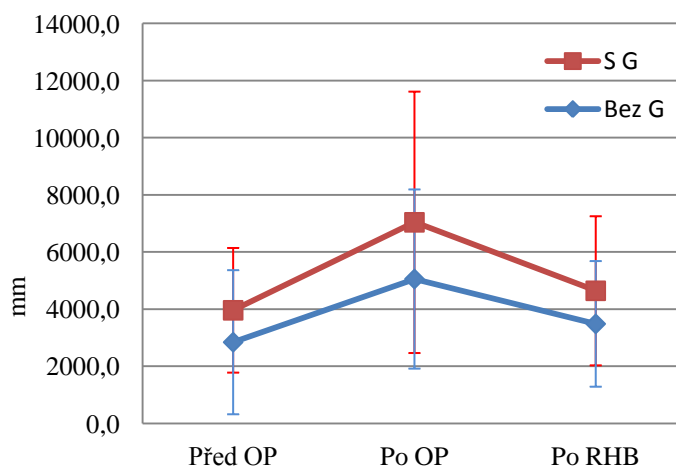
Na podkladě výše uvedených výsledků můžeme konstatovat, že sledované parametry COP se mezi skupinami pacientů s a bez aplikace gentamicinu významně neliší a zamítáme tak hypotézu H2.

Předpokládáme, že největších meziskupinových rozdílů průměrných hodnot délky trajektorie COP a plochy konfidenční elipsy COP bude dosaženo při stožení na **pěnové podložce se zavřenými očima**. Vyšetření na pěnové podložce patří k senzitivním testům u pacientů s poruchou rovnováhy.

Celková plocha konfidenční elipsy COP, pěnová podložka, ZO

	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Před OP	3961 ± 2181	2843 ± 2523
Po OP	7041 ± 4576	5056 ± 3137
Po RHB	4643 ± 2610	3485 ± 2200

Tabulka 5. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) ve stožení na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.



Graf 4. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) ve stožení na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez aplikace gentamicinu.

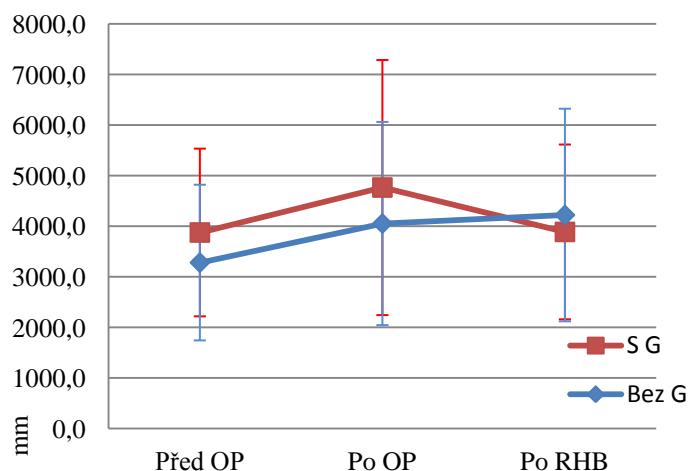
Výše uvedená tabulka 5 a graf 4 prezentují meziskupinové rozdíly při stožení na pěnové podložce se zavřenými očima. Ačkoli pacienti, kterým byl aplikován gentamicin, vykazují vyšší hodnoty plochy konfidenční elipsy COP, při stanovené

hladině významnosti $p \leq 0.05$ nelze hodnotit rozdíly mezi skupinami jako dostatečně signifikantní.

Celková délka trajektorie COP, pěnová podložka, ZO

	S gentamicinem	Bez gentamicinu
Před OP	3878 ± 1658	3283 ± 1539
Po OP	4766 ± 2521	4055 ± 2009
Po RHB	3889 ± 1728	4223 ± 2101

Tabulka 6. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.



Graf 5. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez aplikace gentamicinu.

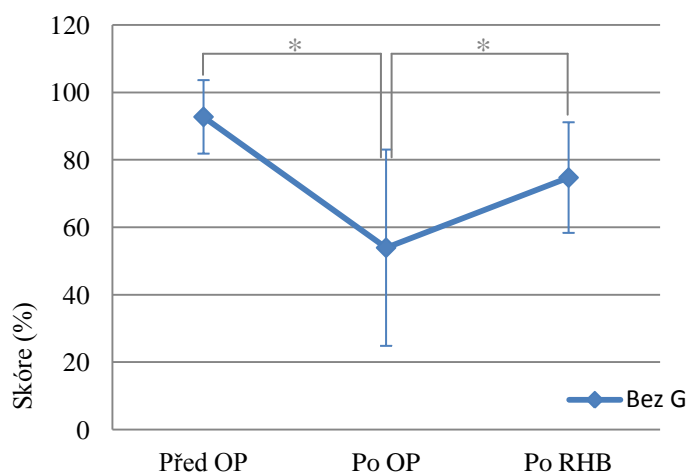
Tabulka 6 a graf 5 ukazují rozdíly mezi skupinami pacientů s a bez aplikace gentamicinu v průměrné délce trajektorie COP při stožení na pěnové podložce s vyřazením zrakové kontroly. Nalezené rozdíly nelze hodnotit jako statisticky významné.

4.2 DYNAMIKA VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE

4.2.1 Skóre ABC

Hodnocením dynamiky změn celkového skóre ABC u pacientů, kterým nebyl aplikován gentamicin, bylo při stanovené hladině významnosti $p \leq 0.05$ zaznamenáno signifikantní snížení průměrného skóre ABC po operaci v porovnání se stavem před operací a současně také signifikantní zvýšení skóre po rehabilitaci ve srovnání se stavem po operaci. Tímto byla potvrzena hypotéza H3.

Dynamiku změny průměrného skóre ABC v čase u skupiny pacientů bez aplikace gentamicinu prezentuje graf 6.



Graf 6. Průměrné skóre dotazníku ABC pacientů bez aplikace gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci. * $p < 0.05$ (Před OP x Po OP; Po OP x Po RHB).

4.2.2 Délka trajektorie COP

Následující tabulky shrnují průměrnou délku trajektorie COP (mm) skupiny pacientů, kterým nebyl předoperačně aplikován gentamicin. Tabulka 7 uvádí tento stabilometrický parametr ve stoji na pevné podložce s vizuální kontrolou a bez ní, a dále na pěnové podložce se zrakovou kontrolou a s jejím vyřazením. Tabulka 8 uvádí celkový průměr délky trajektorie COP (mm) pro všechny 4 podmínky stoje při vyšetření před operací, po operaci a po terapii.

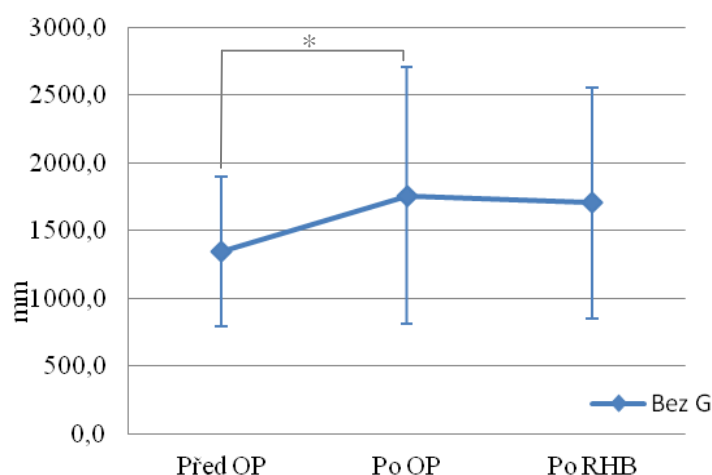
	Pevná OO	Pevná ZO	Pěnová OO	Pěnová ZO
Před OP	446 ± 130	629 ± 240	1028 ± 302	3283 ± 1539
Po OP	626 ± 451	1091 ± 842	1256 ± 499	4055 ± 2009
Po RHB	548 ± 228	980 ± 668	1065 ± 427	4223 ± 2101

Tabulka 7. Průměrná délka trajektorie COP (mm) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu v jednotlivých podmínkách stoje měřená před operací, po operaci a po rehabilitaci, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.

Celkem	
Před OP	1347 ± 553
Po OP	1757 ± 950
Po RHB	1704 ± 856

Tabulka 8. Délka trajektorie COP (mm) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako celkový průměr ± SD.

Celková průměrná délka trajektorie COP skupiny pacientů bez aplikace gentamicinu před operací byla 1347 ± 553 mm. Pooperační hodnota sledovaného parametru COP byla 1757 ± 950 mm a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby došlo ke snížení parametru na 1704 ± 856 mm. Zvýšení sledovaného parametru pooperačně ve srovnání se stavem před operací je statisticky významné. Snížení průměrné délky trajektorie COP po rehabilitaci v porovnání s pooperačními hodnotami signifikantní není. Výsledky jsou znázorněny na grafu 7.



Graf 7. Průměrná hodnota délky trajektorie COP souboru pacientů bez aplikace gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. * $p < 0.05$ (Před OP x Po OP).

4.2.3 Plocha konfidenční elipsy COP

V následujících tabulkách jsou uvedena data souboru pacientů bez aplikace gentamicinu pro parametr plocha konfidenční elipsy COP (mm²). Tabulka 9 prezentuje výsledky v jednotlivých podmínkách stoje. Tabulka 10 shrnuje celkový průměr plochy konfidenční elipsy COP (mm²) tohoto souboru pacientů při vyšetření před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. Hodnoty jsou průměrem všech 4 stabilometrických podmínek.

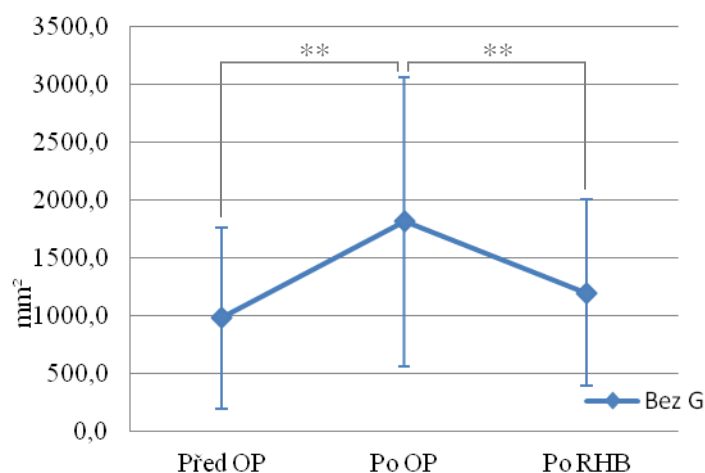
	Pevná OO	Pevná ZO	Pěnová OO	Pěnová ZO
Před OP	211 ± 146	233 ± 153	616 ± 305	2843 ± 2523
Po OP	409 ± 305	557 ± 508	1215 ± 1041	5056 ± 3137
Po RHB	234 ± 120	389 ± 393	666 ± 519	3485 ± 2200

Tabulka 9. Plocha konfidenční elipsy COP (mm²) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu v jednotlivých podmínkách stoje měřená před operací, po operaci a po rehabilitaci, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.

Celkem	
Před OP	976 ± 781
Po OP	1809 ± 1248
Po RHB	1194 ± 808

Tabulka 10. Plocha konfidenční elipsy COP (mm²) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako celkový průměr ± SD.

Celková průměrná plocha konfidenční elipsy COP skupiny pacientů bez gentamicinu dosahovala předoperačně hodnoty 976 ± 781 mm². Po operaci se hodnota sledovaného parametru COP zvýšila na 1809 ± 1248 mm². Po rehabilitaci bylo zaznamenáno snížení sledovaného parametru na 1194 ± 808 mm². Při hladině statistické významnosti $p \leq 0.05$ je dosažené zvýšení pooperačních hodnot v porovnání s předoperačními statisticky významné. Také snížení hodnoty sledovaného parametru po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby v porovnání s pooperačními hodnotami je statisticky významné. Dynamiku vývoje sledovaného parametru znázorňuje graf 8.



Graf 8. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP souboru pacientů bez aplikace gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. ** p < 0.01 (Před OP x Po OP; Po OP x Po RHB).

Po analýze dosažených hodnot celkové délky trajektorie COP a plochy konfidenční elipsy COP ve skupině pacientů, kterým nebyl aplikován gentamicin, nelze potvrdit hypotézu H4. Ta tvrdí, že u této skupiny pacientů dojde po resekci vestibulárního schwannomu k signifikantnímu zvýšení sledovaných parametrů COP a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby k signifikantnímu snížení oproti stavu po operaci. Ačkoli oba sledované parametry COP dosáhly pooperačně statisticky významného zvýšení oproti stavu před operací, pouze stabilometrický parametr plocha konfidenční elipsy COP dosáhl signifikantního snížení také po rehabilitaci. Parametr délka trajektorie COP zaznamenal snížení výsledných průměrných hodnot po rehabilitaci, nicméně tento výsledek není při stanovené hladině významnosti $p \leq 0.05$ statisticky významný.

5 DISKUZE

V experimentální části diplomové práce jsme sledovali dynamiku vestibulární kompenzace pacientů po resekci vestibulárního schwannomu v raném pooperačním období. Dominantní obtíží těchto pacientů bývá porucha stability. Míra její závažnosti a doba trvání je závislá na schopnosti CNS vyrovnat se se ztrátou důležitého senzorkého vstupu (Horak F. B., 2009, s. 76). Ve většině případů dochází v průběhu času k její postupné úpravě, u některých pacientů však poruchy posturální stability mohou přetrvávat i řadu let. Jak uvádí Levo H. et al. (2004) posturální instabilitu můžeme nalézt s odstupem sedmi let po resekci VS až u 62 % pacientů a to zejména v situacích, kdy je vyřazena vizuální kontrola. Tento stav má dopad na kvalitu života pacientů (Horak F. B., 2010, s. 57).

Hlavním cílem experimentální části práce bylo zhodnotit vliv předoperační aplikace gentamicinu na dynamiku vestibulární kompenzace pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Pro objektivní zhodnocení stavu vestibulární kompenzace jsme zvolili posturografické vyšetření na přístroji Synapsys Posturography System pomocí modifikovaného testu CTSIB. Dle Gaucharda C. G. et al. (2003) se dobrá posturální kontrola projevuje především nízkými hodnotami parametrů délky trajektorie COP a celkové plochy konfidenční elipsy COP, proto byly pro objektivizaci pooperační vestibulární kompenzace zvoleny právě tyto parametry. Jak uvádí Duracinsky M. et al. (2007) objektivní vyšetření často nekoreluje se subjektivním vnímáním pacienta, které je ovlivněno jeho osobností a psychickým stavem. Z tohoto důvodu jsme objektivní posturografické vyšetření doplnili o subjektivní vyšetřovací metodu, dotazníkové vyšetření prostřednictvím The Activities-specific Balance Confidence Scale. Výzkumný soubor tvořilo celkem 32 pacientů rozdělených na dvě skupiny. První skupinu tvořilo 10 pacientů, kterým byl předoperačně aplikován gentamicin, druhou skupinu tvořilo 22 pacientů bez aplikace gentamicinu. Pro sledování změn posturální stability jsme zvolili délku trajektorie COP (mm) a plochu konfidenční elipsy COP (mm²).

Koncept vestibulární rehabilitace pomocí aplikace ototoxického aminoglykosidu gentamicinu rozpracovali švédští autoři Magnusson M. et al. (2007). Myšlenkou tohoto postupu je oddělit od sebe dvě traumata, která sebou resekce VS přináší. Jedná se o jednostrannou vestibulární deafferentaci a samotný operační zákrok. Pokud probíhají současně, vedou k pomalejší vestibulární kompenzaci a jejich separací je možné docílit efektivnější adaptace na vestibulární ztrátu (Tjernström F. et al. 2009).

Dle autorů Magnusson M. et al. (2011) je aplikací gentamicinu dosaženo kompenzace již v době před operací. Na základě těchto poznatků jsme stanovili první dvě hypotézy, které předpokládají, že celkové skóre ABC a sledované parametry COP se budou mezi skupinami pacientů s a bez aplikace gentamicinu významně lišit. Porovnáním výsledků mezi skupinami pacientů, nebyl prokázán statisticky signifikantní rozdíl, jak ve stabilometrických parametrech, tak v celkovém skóre ABC. Z výsledků meziskupinového srovnání celkového skóre ABC je patrné, že předoperačně dosahovali pacienti s gentamicinem mírně nižších hodnot v porovnání s pacienty bez gentamicinu, $88.0 \pm 11.7 \%$ vs. $92.7 \pm 10.9 \%$. Menšího rozdílu bylo dosaženo pooperačně, $52.7 \pm 26.4 \%$ vs. $53.9 \pm 29.1 \%$. Po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby se výsledky obou skupin liší jen minimálně, $74.1 \pm 16.8 \%$ vs. $74.7 \pm 16.4 \%$. Při srovnání meziskupinových výsledků posturografického vyšetření rovněž nebylo dosaženo statisticky významného rozdílu. Je však nutné poukázat, že pacienti s gentamicinem dosahovali horších, tedy vyšších hodnot celkové plochy konfidencí elipsy COP a to při vyšetření před operací, po operaci i po rehabilitaci. Obdobná tendence byla zaznamenána u druhého sledovaného parametru, délky trajektorie COP. Zde pouze při posledním vyšetření po ukončení rehabilitačního programu dosahovali pacienti s gentamicinem nižších hodnot, rozdíl byl však pouze nepatrný (vizte graf 5). Dále jsme se zaměřili na zhodnocení stabilometrických parametrů při stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, jelikož jsme předpokládali, že v tomto vysoce senzitivním testu, bude dosaženo signifikantních rozdílů. Nicméně, při zhodnocení délky trajektorie COP a celkové plochy konfidencí elipsy COP, se ani za těchto senzitivních podmínek nepodařilo prokázat signifikantní rozdíl mezi pacienty s a bez aplikace gentamicinu.

Je potřeba poukázat na určité rozdíly, které odlišují naši studii od výše zmíněných autorů. Magnusson M. et al. (2007) postupovali v rámci své studie následujícím způsobem. Pacienti podstoupili nejprve audiovestibulární vyšetření a dále po dobu dvou týdnů absolvovali domácí cvičební program obsahující sérii cviků používaných při VRHB a prováděných třikrát denně. Následovala transtympanická aplikace gentamicinu a pacienti nadále pokračovali v intenzivním cvičebním programu po dobu 6 – 8 týdnů. Po potvrzení vestibulární deaferentace sérií audiovestibulárních testů byli pacienti operováni. Ve studii, zahrnující 12 pacientů s mostomozečkovým nádorem, prokázali autoři eliminaci spontánního nystagmu a normalizaci posturálních funkcí předoperačně a pooperačně zaznamenali pouze minimální posturální instabilitu.

Tjernström et al. (2009) se zabývali dlouhodobým sledováním vlivu vestibulární rehabilitace. Na skupině 6 pacientů po resekci vestibulárního schwannomu prokázali pozitivní efekt gentamicinu na snížení posturálních výchylek při posturografickém vyšetření pooperačně a ještě výraznější rozdíl oproti pacientům bez aplikace gentamicinu pozorovali 6 měsíců po operaci. Pacienti v naší studii, kterým byl aplikován gentamicin, na rozdíl od studie Magnusson M. et al. (2007, 2009) a Tjernström et al. (2009), neabsolvovali specifický trénink na podporu vestibulární kompenzace. Po aplikaci obdrželi pouze informační brožuru s příklady vhodných cviků. Domníváme se, že bez dostatečné motivace a supervize fyzioterapeuta, je adherence k takovému cvičení velmi nízká. Jak sami autoři uvedených studií uvádí, intenzivní vestibulární trénink aktivuje proces vestibulární kompenzace simultánně s progredující ztrátou vestibulárních funkcí po aplikaci gentamicinu. Nicméně, dle studie Mruzek et al. (1995), je pro dosažení vestibulární kompenzace dostačující provádění všedních denních činností. Dle autorů VRHB nemá vliv na proces kompenzace. Při akceptaci závěrů této studie, by pacienti po intratympanické aplikaci gentamicinu, měli být již kompenzováni a po resekci VS by u nich nemělo dojít ke zhoršení sledovaných stabilometrických parametrů a celkového skóre ABC. Tuto tezi jsme však nepotvrdili.

Ačkoli mezi oběma skupinami našich pacientů nebyl nalezen signifikantní rozdíl, ze získaných dat je patrný určitý trend rychlejšího návratu posturografických parametrů při třetím vyšetření směrem k předoperačním hodnotám u pacientů, kterým byl aplikován gentamicin. Tento jev by mohl souviset mimo jiné se skutečností, že průměrná velikost tumoru těchto pacientů byla 17.2 ± 7.1 mm, zatímco u druhé skupiny 24.4 ± 11.1 mm. Dle Cohen H. S. et al. (2002) lze posturograficky prokázat rychlejší průběh vestibulární kompenzace u pacientů s menšími tumory.

Otázkou tedy zůstává, zda po aplikaci gentamicinu skutečně dochází k totální vestibulární deaferentaci. Pacienti zařazení do naší studie, dle předoperačních vyšetření, vykazovali ztrátu alespoň 70 % vestibulárních funkcí, což ale neznamená, že u nich došlo k 100 % ztrátě. Nevyjasněno je také, do jaké míry je zhoršení posturální stability po operaci dáno mírou vestibulární deaferentace a jakou roli zde hraje vlastní operační zákrok, který představuje významný zásah do integrity organismu.

Pacienti zařazení do naší studie absolvovali pooperačně rehabilitační program využívající vizuální biofeedback. V terapii pacientů s poruchami rovnováhy se zdá být využití vizuální zpětné vazby slibnou metodou. Již několik autorů potvrdilo její

pozitivní efekt (Sparter I. et al. 2013; Meldrum D. et al., 2012; Čakrt O. et al., 2010; Hahn A. et al., 2001). Horak F. B. (2010) uvádí, že rehabilitace doplněná o vizuální biofeedback umožňuje kontrolu posturálních výchylek během stoje a jejich redukci. V pilotní studii autorů Sparter I. et al. (2013) byl k rehabilitaci pacientů s vestibulární neuronitis použit systém herní konzole Nintendo Wii Balance Board. Na skupině 37 pacientů prokázali pozitivní efekt vestibulární rehabilitace s využitím BZV. Tito pacienti vykazovali dřívější vymizení nystagmu a signifikantně lepší výsledky v SOT, DHI, VSS i dotazníku Tinneti po ukončení programu, tedy 5. den a v odstupu 10 týdnů, ve srovnání s kontrolní skupinou.

Také Hahn et al. (2001) prokázali pozitivní vliv terapie s vizuální zpětnou vazbou u pacientů s různým typem vestibulární poruchy. Autoři na základě výsledků studie doporučují, aby pacienti s poruchami rovnováhy periferní vestibulární etiologie, byli zařazeni do tréninkového programu s využitím vizuálního feedbacku.

Pokud je nám známo, z českých autorů se efektem VRHB s využitím vizuálního biofeedbacku u pacientů po resekci VS zabývali jen Čakrt O. et al. (2010). Studie se zúčastnilo celkem 17 pacientů, rozdělených na dvě skupiny. První skupina podstoupila dvoutýdenní trénink na přístroji Balancemaster. Druhá skupina absolvovala stejně dlouhý program dle standardního rehabilitačního protokolu. Posturografické vyšetření probandů modifikovaným CTSIB testem ukázalo, že během stoje na pevné podložce nejsou mezi skupinami patrné rozdíly, zatímco při stoji na pěnové podložce s vyřazením zrakové kontroly jsou rozdíly signifikantní.

Ve druhé části experimentální studie jsme se zaměřili na sledování dynamiky vestibulární kompenzace u pacientů po resekci VS. Z rešerše dostupné literatury jsme předpokládali, že u skupiny pacientů s aplikací gentamicinu nedojde pooperačně k významné změně posturální stability. Z tohoto důvodu jsme se zabývali dynamikou kompenzace u těch pacientů, kterým gentamicin předoperačně aplikován nebyl.

Pro tuto část práce jsme stanovili hypotézu H3, která tvrdí, že u pacientů bez aplikace gentamicinu dojde po resekci VS k signifikantnímu snížení celkového skóre ABC a k signifikantnímu zvýšení po rehabilitaci oproti stavu po operaci. V předoperačním vyšetření dosahovali pacienti průměrného skóre 92.7 ± 10.9 %, po operaci došlo ke snížení hodnoty na 53.9 ± 29.1 % a po ukončení rehabilitačního programu jsme zaznamenali zvýšení na 74.7 ± 16.4 %. Při stanovené hladině významnosti $p \leq 0.05$ konstatujeme, že pooperační snížení průměrného skóre je statisticky významné, stejně tak i zvýšení skóre po rehabilitaci. Ačkoli pacienti po

ukončení rehabilitačního programu nedosáhli předoperačních hodnot, je nutné si uvědomit, že se jedná o časné pooperační období a předpokládáme, že postupně dojde k dalšímu zlepšení rovnovážných funkcí.

Ve studii zabývající se predikcí pádů uvádí Lajoie Y. et Gallagher S. P. (2004) jako hraniční hodnotu celkové skóre ABC 50 %. Pokud vyšetřovaná osoba dosáhne nižšího skóre, stává se rizikovou z hlediska možnosti pádu. V našem výzkumném souboru jsme u 16 pacientů zaznamenali pooperačně skóre nižší než 50 %. Při vyšetření po ukončení rehabilitačního programu se takto nízké skóre vyskytlo pouze u 3 pacientů. V rámci hospitalizace a během vyšetřování jsme u pacientů našeho souboru nezaznamenali žádný pád.

Obdobně jsme stanovili hypotézu H4, dle které ve skupině pacientů bez aplikace gentamicinu dojde po resekci VS k signifikatnímu zvýšení sledovaných parametrů COP a po rehabilitaci k signifikatnímu snížení oproti stavu po operaci. Celková průměrná délka trajektorie COP skupiny pacientů bez gentamicinu před operací byla 1347 ± 553 mm. Pooperačně došlo ke zvýšení na 1757 ± 950 mm a po rehabilitaci s využitím vizuální BZV došlo ke snížení parametru na 1704 ± 856 mm. Při stanovené hladině statistické významnosti $p \leq 0.05$ můžeme konstatovat, že zvýšení sledovaného parametru pooperačně ve srovnání se stavem před operací je statisticky významné. Snížení průměrné délky trajektorie COP po rehabilitaci, v porovnání s pooperačními hodnotami, však signifikatní není. Druhý sledovaný parametr, celková průměrná plocha konfidenční elipsy COP, u těchto pacientů dosahoval předoperačně hodnoty 976 ± 781 mm². Po operaci se hodnota sledovaného parametru COP zvýšila na 1809 ± 1248 mm². Po rehabilitaci bylo zaznamenáno snížení sledovaného parametru na 1194 ± 808 mm². Zvýšení pooperačních hodnot v porovnání s předoperačními, a také snížení hodnoty po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby v porovnání s pooperačními hodnotami je možno označit za statisticky významné.

Je však obtížné zhodnotit podíl vlastní terapie s využitím vizuální zpětné vazby na zlepšení sledovaných parametrů. Všichni pacienti zařazení do naší studie absolvovali také klasickou vestibulární rehabilitaci, cvičení založené na principech Cawthorne-Cooksey. Pozitivní efekt VRHB na urychlení procesu vestibulární kompenzace a adaptace na vzniklou vestibulární patologii byl prokázán již mnoha autory (např. Elefheriadou A., Skalidi N. et Velegrakis G. A., 2012; Vereeck L. et al., 2008; Meli A. et al. 2007; Venosa A. R. et Bittar R. S., 2007; Levo H. et al., 2004). Na podkladě nám dostupné literatury se přikláníme k názoru, že využití vizuální zpětné

vazby není nadřazeno standardním technikám vestibulární rehabilitace, nicméně může přispět k úpravě rovnovážných funkcí a díky svému zábavnému pojetí má také pozitivní vliv na psychologické aspekty pacienta. Dle autorů Mruzek et al. (1995) nemá na dosažení vestibulární kompenzace zásadní vliv typ rehabilitačního programu, nýbrž vlastní procesy přirozené vestibulární kompenzace. Abychom mohli sledovat dynamiku těchto spontánních mechanismů, bylo by zapotřebí vytvořit skupinu pacientů s absencí jakékoli rehabilitace, což považujeme z hlediska současných poznatků za neetické. Ačkoli nemůžeme tvrdit, že zlepšení sledovaných parametrů po ukončení rehabilitačního programu je v důsledku VRHB s využitím vizuální zpětné vazby, jsme přesvědčeni, že její využití má na vývoj tzv. centrální vestibulární kompenzace pozitivní vliv. I z těchto důvodů byla do rehabilitačního programu zařazena právě tato metoda.

Nedosažení předoperačních hodnot po ukončení rehabilitačního programu připisujeme faktu, že v takto krátkém období se i při náležité vestibulární rehabilitaci pacienti nestačí vrátit na původní úroveň posturální stability. Jak uvádí Horak F. B. (2009), vestibulární kompenzace je procesem, jenž se odehrává řadu týdnů až měsíců. Bude jistě zajímavé dlouhodobé sledování vývoje dynamiky vestibulární kompenzace tohoto souboru pacientů, které se stane předmětem dizertační práce MUDr. Silvie Hrubé.

Nesporným limitem naší studie je fakt, že skupina pacientů, kterým byl aplikován gentamicin, čítá pouze 10 probandů oproti skupině pacientů bez aplikace gentamicinu, která zahrnuje 22 probandů. Z důvodu nestejného početního zastoupení obou skupin není možné výsledky naší studie prezentovat jako statisticky vypovídající. Je také nutné si uvědomit, že druhou skupinu pacientů, kterým nebyl aplikován gentamicin, tvořili pacienti s vestibulární funkcí různého stupně. U některých z těchto pacientů k aplikaci gentamicinu nedošlo z důvodu nutnosti časného řešení tumoru či ze zamítnutí tohoto postupu pacientem samotným, z obavy o zhoršení kvality sluchu.

Uvědomujeme si, že limitem této studie je rovněž malý počet terapií v rámci tréninku s BZV. Do rehabilitačního programu byli pacienti zařazeni nejčastěji 5. pooperační den a trénink trval individuálně různě dlouho, do propuštění pacienta z hospitalizace. Z důvodu brzkého propuštění absolvovali pacienti v průměru pouze 4 terapeutické jednotky.

Určitou limitaci představuje také hodnocení dotazníku ABC. Některé ze situací, které jsou zde pacientům předkládány, nemohly být v nemocničním prostředí

vyzkoušeny (např. položka nastupování či vystupování z auta nebo jiného dopravního prostředku, použití eskalátorů apod.). Jedná se tak pouze o subjektivní odhad vlastních rovnovážných schopností, který je do jisté míry ovlivněn osobností pacienta.

Vestibulární kompenzace je proces velmi individuální a jeho průběh a délku kromě adekvátní a včasné vestibulární rehabilitace zcela jistě ovlivňuje mnoho dalších faktorů. Jsou jimi věk, pohlaví, velikost tumoru, psychologické aspekty či pravidelná pohybová aktivita. Souvislost vývoje pooperační posturální stability s těmito faktory jsme v naší studii nehodnotili. Domníváme se ale, že by se tyto aspekty mohly stát předmětem dalšího výzkumu.

ZÁVĚR

V teoretické části diplomové práce jsme shrnuli dosavadní poznatky o vestibulárním schwannomu, benigním intrakraniálním tumoru. Dále jsme podali informace o procesu vestibulární kompenzace a zaměřili jsme se na faktory, které tento přirozený proces ovlivňují. Blíže jsme se věnovali vestibulární prehabilitaci a využití biofeedbacku v terapii pacientů s poruchami rovnováhy, jejichž pozitivní vliv na rychlost a stupeň vestibulární kompenzace byl v literatuře opakovaně prokázán.

V experimentální části práce jsme sledovali dynamiku vestibulární kompenzace u pacientů po operaci vestibulárního schwannomu a zejména pak vliv gentamicinem navozené ablace labyrintu na kompenzaci posturální instability v raném pooperačním období. K objektivizaci výsledků byla zvolena statická posturografie – přístroj Synapsys Posturography System, a dále dotazníková metoda – The Activities-Specific Balance Confidence scale.

Výsledky naší práce neprokázaly signifikantní rozdíly mezi pacienty, kterým byl předoperačně aplikován gentamicin a kterým nebyl. V dynamice vestibulární kompenzace u pacientů, u kterých nedošlo k aplikaci gentamicinu, byly zaznamenány signifikantní změny při vyšetření po operaci. V porovnání s předoperačním stavem, došlo k významnému snížení celkového skóre ABC a rovněž k významnému zvýšení hodnot sledovaných parametrů COP. Po ukončení rehabilitačního programu s BZV došlo k významnému zvýšení celkového skóre ABC a snížení průměrné plochy konfidenční elipsy COP, oproti stavu po operaci. Hodnota druhého sledovaného parametru, délky trajektorie COP, byla při ukončení terapeutického programu rovněž nižší, nedosáhla však statistické významnosti.

V současné literatuře panuje nejednotnost v názoru na proces vestibulární kompenzace a faktory, které ji ovlivňují, a stejně tak i na efekt vestibulární rehabilitace. Přikláníme se k názoru, že využití biologické zpětné vazby v rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy může sloužit jako doplněk konvenční vestibulární rehabilitace, zvláště pro její zábavnou formu a potenciál získat adherenci pacienta k terapii, zejména pak v domácím prostředí.

Ačkoli odborná literatura dokládá pozitivní efekt prehabilitace pomocí předoperační aplikace gentamicinu, v naší studii jsme její pozitivní vliv na dynamiku vestibulární kompenzace nepotvrdili. Domníváme se, že by naše poznatky mohly sloužit jako zajímavé téma k dalšímu výzkumu.

REFERENČNÍ SEZNAM

- AL-SHUDIFAT, A. R., KAHLON, B., HÖGLUND, P., SOLIMAN, A. Y., LINDSKOG, K. & SIESJO, P. Age, gender and tumour size predict work capacity after surgical treatment of vestibular schwannomas. *Journal Of Neurology, Neurosurgery, And Psychiatry* [online]. 2014, 85(1): 106-11 [cit. 2015-11-03]. DOI: 10.1136/jnnp-2013-305168. ISSN 1468330X.
- ARTHURS, B. J., FAIRBANKS, R. K., DEMAKAS, J. J., LAMOREAUX, W. T., GIDDINGS, N. A., MACKAY, A. R., COOKE, B. S., ELAIMY, A. L. & LEE, C. M. A review of treatment modalities for vestibular schwannoma. *Neurosurgical Review* [online]. 2011, 34(3): 265-277; [cit. 2015-10-29]. DOI: 10.1007/s10143-011-0307-8. ISSN 14372320.
- BARROS, C. G. C., BITTAR, R. S. M. & DANILOV, Y. Effects of electrotactile vestibular substitution on rehabilitation of patients with bilateral vestibular loss. *Neuroscience Letters* [online]. 2010, 476(3): 123-126 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1016/j.neulet.2010.04.012. ISSN 03043940.
- BASTA, D. et al. Efficacy of a Vibrotactile Neurofeedback Training in Stance and Gait Conditions for the Treatment of Balance Deficits: A Double-Blind, Placebo-Controlled Multicenter Study. *Otology & Neurotology* [online]. 2011, 32(9): 1492-1499 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31823827ec. ISSN 15317129.
- BATTISTA, R. A. & MESSINA, J. Acoustic Neuroma: An Overview. *Audiology Online* [online]. 2012 [cit. 2015-10-30]. Dostupné z: <http://www.audiologyonline.com/articles/acoustic-neuroma-an-overview-11407?links=false>
- BECHLY, K. E., CARENDER, W. J., MYLES, J. D. & SIENKO, K. H. Determining the preferred modality for real-time biofeedback during balance training. *Gait & Posture* [online]. 2013, 37(3): 391-396 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.08.007. ISSN 09666362.

- BERGSON, E. & SATALOFF, R. T. Preoperative computerized dynamic posturography as a prognostic indicator of balance function in patients with acoustic neuroma. *Ear, Nose & Throat* [online]. 2005, 84(3): 154-156 [cit. 2015-11-17]. ISSN 01455613.
- BETKA, J., ZVĚŘINA, E., BALOGOVÁ, Z., PROFANT, O., SKŘIVAN, J., KRAUS, J., LISÝ, J., SYKA, J. & CHOVANEC, M. Complications of microsurgery of vestibular schwannoma. *BioMed Research International* [online]. 2014, 1 – 10 [cit. 2015-10-24]. DOI: 10.1155/2014/315952. ISSN 23146141.
- BETKA, J., E. ZVĚŘINA, J. LISÝ, M. CHOVANEC, J. KLUH & J. KRAUS. Vestibulární schwannom. *Otorinolaryngologie a Foniatrie* [online]. 2008, 57(4): 221-225 [cit. 2015-10-17]. ISSN 12107867.
- BLACK, F. O. & PESZNECKER, S. C. Vestibular adaptation and rehabilitation. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery* [online]. 2003, 11(5): 355-360 [cit. 2015-11-19]. DOI: 10.1097/00020840-200310000-00008. ISSN 10689508.
- BOHUNČÁK, A., TICHÁ, M. & JANATOVÁ, M. Comparative study of two stabilometric platforms for the application in 3D biofeedback system. In ABSTRACTS OF THE 6 TH INTERNATIONAL POSTURE SYMPOSIUM. *Bratislava: Institute of Normal and Pathological Physiology* [online]. 2011, s. 21 [cit. 2015-12-05]. ISBN 978-80-969544-9-0.
- BRANTBERG, K., BERGENIUS, J. & TRIBUKAIT, A. Gentamicin treatment in peripheral vestibular disorders other than Meniere's disease. *ORL* [online]. 1996, 58(5): 277-279 [cit. 2015-11-14]. DOI: 10.1159/000276853. ISSN 03011569.
- COHEN, H. S., KIMBALL, K. T. & JENKINS, H. A. Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2002, 122(8): 841-850 [cit. 2015-11-09]. DOI: 10.1080/003655402/000028039.

- ČAKRT, O., TRUC, M., KOLÁŘ, P. & JEŘÁBEK, J. Vestibulární rehabilitace - principy rehabilitace pacientů s poruchou vestibulárního systému. *Neurologie pro praxi* [online]., 2007, 8(6), 354-356 [cit. 2015-11-09]. ISSN: 1213-1814.
- DANILOV, Y. P., TYLER, M. E., SKINNER, K. L., HOGLE, R. A. & BACH-Y-RITA, P. Efficacy of electrotactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss. *Journal Of Vestibular Research: Equilibrium* [online]. 2007, 17(2-3): 119-130 [cit. 2015-11-29]. ISSN 09574271.
- DEVEZE, A., BERNARD-DEMANZE, L., XAVIER, F., LAVIEILLE, J. P. & ELZIERE, M. Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* [online]. 2014, 44(1): 49-57 [cit. 2015-11-21]. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.138. ISSN 09877053.
- DOZZA, M., HORAK, F. B. & CHIARI, L. Auditory biofeedback substitutes for loss of sensory information in maintaining stance. *Experimental Brain Research* [online]. 2007, 178(1): 37-48 [cit. 2015-11-29]. ISSN 00144819.
- DRISCOLL, C. L., LYNN, S. G., HARNER, S. G., BEATTY, C. W. & ATKINSON, E. J. Preoperative identification of patients at risk of developing persistent dysequilibrium after acoustic neuroma removal. *The American Journal of Otology* [online]. 1998, 19(4): 491-495 [cit. 2015-11-15]. DOI: 9661760. ISSN 01929763.
- DUPALOVÁ, D., ŠLACHTOVÁ, M. & DOLEŽELOVÁ, E. Možnosti využití aktivních videoher v rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2013, 20(3); 135-141 [cit. 2015-12-05]. ISSN: 1211-2658.
- DURACINSKY, M., MOSNIER, I., BOUCCARA, D., STERKERS, O. & CHASSANY, O. Literature Review of Questionnaires Assessing Vertigo and Dizziness, and Their Impact on Patients' Quality of Life. *Value in health* [online]. 2007, 10(4); 273-284 [cit. 2016-04-05]. ISSN 1524-4733.

- ELEFThERiADOU, A., SKALIDI, N. & VELEGRAKIS, G. A. Vestibular rehabilitation strategies and factors that affect the outcome. *European Archives Of Oto-Rhino-Laryngology: Official Journal Of The European Federation Of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS)* [online]. 2012, 269(11): 2309-2316 [cit. 2015-11-05]. DOI: 10.1007/s00405-012-2019-2. ISSN 14344726.
- GAUCHARD, G. C., GANGLOFF, P., JEANDELL, C. & PERRIN, P. P. Influence of Regular Proprioceptive and Bioenergetic Physical Activities on Balance Control in Elderly Women. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* [online]. 2003, 58(9);846-850 [cit. 2016-04-01].
- GAUCHARD, G. C., LION, A., PERRIN, P. P. & PARIETTI-WINKLER, C. Influence of age on postural compensation after unilateral deafferentation due to vestibular schwannoma surgery. *The Laryngoscope* [online]. 2012, 122(10): 2285-2290 [cit. 2015-11-08]. DOI: 10.1002/lary.23497. ISSN 0023852X.
- GAUCHARD, G. C., PARIETTI-WINKLER, C., LION, A., SIMON, C. & PERRIN, P. P. Impact of pre-operative regular physical activity on balance control compensation after vestibular schwannoma surgery. *Gait & posture* [online]. 2013, 37(1): 82-87 [cit. 2015-11-17]. Dostupné z: http://ac.els-cdn.com.ezproxy.is.cuni.cz/S0966636212002287/1-s2.0-S0966636212002287-main.pdf?_tid=c5ae06d6-8d53-11e5-bd68-00000aacb35f&acdnat=1447782844_0b59e002efda2454a100465f1f5541f2
- GIANNUZZI, A. L., MERKUS, P. & FALCIONI, M. The Use of Intratympanic Gentamicin in Patients With Vestibular Schwannoma and Disabling Vertigo. *Otology & neurotology* [online]. 2013, 34(6): 1096-1098 [cit. 2015-11-14]. DOI: 10.1097/MAO.0b013e3182804c41. ISSN 15317129.
- GIGGINS, O. M., PERSSON, U. M-C. & CAULFIELD, B. Biofeedback in rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering* [online]. 2013, 10(1), 1-11 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1186/1743-0003-10-60. ISSN 17430003.

- HAHN, A., SEJNA, I., STOLBOVA, K. & COCEK, A. Visuo-vestibular biofeedback in patients with peripheral vestibular disorders. *Acta Oto-Laryngologica. Supplementum* [online]. 2001, 545: 88-91 [cit. 2015-11-29]. ISSN 03655237.
- HAIN, T. C. Neurophysiology of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation* [online]. 2011, 29(2): 127-141 [cit. 2015-11-05]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0687. ISSN 10538135.
- HALICKÁ, Z., LABOTKOVÁ, J., BUČKOVÁ, K. & HLAVAČKA, F. Effectiveness of different visual biofeedback signals for human balance improvement. *Gait & Posture* [online]. 2014, 39(1): 410-414 [cit. 2015-12-03]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.08.005. ISSN 09666362.
- HAN, B. I., SONG, H. S. & KIM, J. S. Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises. *Journal of Clinical Neurology* [online]. 2011, 7(4): 184-196 [cit. 2015-11-19]. DOI: 10.3988/jcn.2011.7.4.184. ISSN 17386586.
- HERDMAN, S. J. *Vestibular rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: F. A. Davis, 2007, 504 s. ISBN 08-036-1376-8.
- HERDMAN, S. J., CLENDANIEL, R. A., MATTOX, D. E., HOLLIDAY, M. J. & NIPARKO, J. K. Vestibular adaptation exercises and recovery: Acute stage after acoustic neuroma resection. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery* [online]. 1995, 113(1): 77-87 [cit. 2015-11-10]. DOI: 10.1159/000156904. ISSN 01945998.
- HORAK, F. B. Postural compensation for vestibular loss. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2009, 1164: 76-81 [cit. 2015-11-09]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03708.x. ISSN 00778923.
- HORAK, F. B. Postural compensation for vestibular loss and implications for rehabilitation. *Restorative neurology and neuroscience* [online]. 2010, 28(1): 57-68 [cit. 2015-11-08]. DOI: 10.3233/RNN-2010-0515. ISSN 09226028.

HORAK, F. B., DOZZA, M., PETERKA, R., CHIARI, L. & WALL, C. Vibrotactile biofeedback improves tandem gait in patients with unilateral vestibular loss. *Annals Of The New York Academy Of Sciences* [online]. 2009, 1164: 279-281 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03707.x. ISSN 17496632.

INTERPHONE Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: Results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiology* [online]. 2011, 35(5): 453-64 [cit. 2015-10-24]. DOI: 10.1016/j.canep.2011.05.012. ISSN 18777821.

JAISINGHANI, V. J., LEVINE, S. C., NUSSBAUM, E., HAINES, S. & LINDGREN, B. Hearing preservation after acoustic neuroma surgery. *Skull Base Surgery* [online]. 2000, 10(3);141-147 [cit. 2015-10-24]. ISSN 1052-1453.

KALITOVÁ, P., ČAKRT, O., ČADA, Z., PROFANT, O., CHOVANEC, M., BETKA, J. & JEŘÁBEK, J. Význam vestibulárního a posturografického vyšetření u pacientů s vestibulárním schwannomem. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2013, 76(4);469-474 [cit. 2015-10-27]. ISSN: 1210-7859.

KONDZIOLKA, D., MOUSAVI, S. H., KANO, H., FLICKINGER, J. C. & LUNSFORD, L. D. The newly diagnosed vestibular schwannoma: radiosurgery, resection, or observation? *Neurosurgical Focus* [online]. 2012, 33(3): E8- [cit. 2015-09-03]. DOI: 10.3171/2012.6.FOCUS12192. ISSN 10920684.

KOVAĽ, J. Využitelný sluch a zachovanie využiteľného sluchu při odstraňování vestibulárního schwannomu. *Otorhinolaryngologie a Foniatrie* [online]. 2006, 55(1); 28 -34 [cit. 2015-09-03]. ISSN: 1210-7867.

KOMAZEC, Z., LEMAJIC-KOMAZEC, S., JOVIC, R., VLASKI, L. & DANKUC, D. Unilateral tinnitus as a single symptom of unusually large vestibular schwannoma. *Medicinski pregled* [online]. 2014, 67(suppl. 1): 46-48 [cit. 2015-10-30]. DOI: 10.2298/MPNS14S1046K. ISSN 00258105.

KSHETTRY, V. R., HIRSCH, J. K., OSTROM, Q. T., KRUCHKO, C. & BARNHOLTZ-SLOAN, J. S. Incidence of vestibular schwannomas in the United States. *Journal of Neuro-oncology* [online]. 2015, 124(2): 223-228, [cit. 2015-10-24]. DOI: 10.1007/s11060-015-1827-9. ISSN 0167594X.

LACOUR, M. & BERNARD-DEMANZE, L. Interaction between vestibular compensation mechanisms and vestibular rehabilitation therapy: 10 recommendations for optimal functional recovery. *Frontiers in Neurology* [online]. 2015, 1- 6 [cit. 2015-11-19]. DOI: 10.3389/fneur.2014.00285. ISSN 16642295.

LACOUR, M., DUTHEIL, S., TIGHILET, B., LOPEZ, C. & BOREL, L. Tell Me Your Vestibular Deficit, and I'll Tell You How You'll Compensate. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2009, 1164(1): 268-278 [cit. 2015-11-21]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03731.x. ISSN 00778923.

LAJOIE, Y. & GALLAGHER, S. P. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. 2004, 38(1); 11-26 [cit. 2016-04-05]. DOI: 10.1016/S0167-4943(03)00082-7.

LARJAVAARA, S., FEYCHTING, M., SANKILA, R., JOHANSEN, C., KLAEBOE, L., SCHÜZ, J. & AUVINEN, A. Incidence trends of vestibular schwannomas in Denmark, Finland, Norway and Sweden in 1987-2007. *British Journal Of Cancer* [online]. 2011, 105(7): 1069-1075 [cit. 2015-10-25]. DOI: 10.1038/bjc.2011.344. ISSN 15321827.

LEGTTERS, K., WHITNEY, S. L., PORTER, R. & BUCZEK, F. The relationship between the Activities-specific Balance Confidence Scale and the Dynamic Gait Index in peripheral vestibular dysfunction. *Physiotherapy Research International* [online]. 2005, 10(1), 10-22 [cit. 2016-03-25]. ISSN 13582267.

- LEVO, H., BLOMSTEDT, G. & PYYKKÖ, I. Postural stability after vestibular schwannoma surgery. *The Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology* [online]. 2004, 113(12): 994-9 [cit. 2015-09-03]. DOI: 15633903. ISSN 00034894.
- LIN D., HEGARTY J. L., FISCHBEIN, N. J. & JACKLER, R. K. The Prevalence of "Incidental" Acoustic Neuroma. *Archives of Otolaryngology - Head & Neck Surgery* [online]. 2005, 131(3): 241-244 [cit. 2015-11-15]. DOI:10.1001/archotol.131.3.241. ISSN 08864470.
- LYNN, S. G., DRISCOLL, C. L. W., HARDNER, S. G., BEATTY, C. W. & ATKINSON, E. J. Assessment of dysequilibrium after acoustic neuroma removal. *The American Journal of Otolaryngology* [online]. 1999, 20(4): 484-494 [cit. 2015-11-10]. ISSN 01929763.
- MAGNUSSON, M., KARLBERG, M. & TJERNSTRÖM, F. 'PREHAB': Vestibular prehabilitation to ameliorate the effect of a sudden vestibular loss. *NeuroRehabilitation* [online]. 2011, 29(2): 153-156 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0689. ISSN 10538135.
- MAGNUSSON, M., KAHLON, B., KARLBERG, M., LINDBERG, S. & SIESJÖ, P. Preoperative vestibular ablation with gentamicin and vestibular 'prehab' enhance postoperative recovery after surgery for pontine angle tumours - first report. *Acta otolaryngologica* [online]. 2007, 127(12): 1236-1240 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.1080/00016480701663433. ISSN 00016489.
- MANIAKAS, A. & SALIBA, I. Microsurgery Versus Stereotactic Radiation for Small Vestibular Schwannomas: A Meta-Analysis of Patients With More Than 5 Years' Follow-up. *Otology & neurotology* [online]. 2012, 33(9): 1611-1620 [cit. 2015-11-09]. DOI: 10.1097/MAO.0b013e31826dbd02. ISSN 15317129.
- MCDONALD, R. Acoustic neuroma: what the evidence says about evaluation and treatment. *Journal of family practice* [online]. 2011, 60(6): E1-4 [cit. 2015-11-03]. DOI: 21647465. ISSN 00943509.

- MELI, A., ZIMATORE, G., BADARACCO, C., DE ANGELIS, E. & TUFARELLI, D. Effects of vestibular rehabilitation therapy on emotional aspects in chronic vestibular patients. *Journal of psychosomatic research* [online]. 2007, 63(2): 185-190 [cit. 2015-11-22]. DOI: 10.1016/j.jpsychores.2007.02.007. ISSN 00223999.
- MOON, I. S., KIM, B. D., KIM, J., LEE, J. D. & LEE, W-S. Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. *Tumor Biology* [online]. 2014, 35(1): 581-587 [cit. 2015-09-03]. DOI: 10.1007/s13277-013-1081-8. ISSN 10104283. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13277-013-1081-8>
- MRUZEK, M., BARIN, K., NICHOLS, D. S., BURNETT, C. N. & WELLING, D. B. Effects of Vestibular Rehabilitation and Social Reinforcement on Recovery Following Ablative Vestibular Surgery. *Laryngoscope* [online]. 1995, 105(7): 686-692 [cit. 2015-12-10].
- MYRSETH, E., MOLLER, P., WENTZEL-LARSEN, T., GOPLEN, F. & LUND-JOHANSEN, M. Untreated vestibular schwannomas: Vertigo is a powerful predictor for health-related quality of life. *Neurosurgery* [online]. 2006, 59(1): 67-75 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.1227/01.NEU.0000219838.80931.6B. ISSN 0148396X.
- NICOUCAR, K. & al. Surgery for large vestibular schwannomas: how patients and surgeons perceive quality of life. *Journal of Neurosurgery* [online]. 2006, 105(2): 205-212 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.3171/jns.2006.105.2.205. ISSN 00223085.
- NONAKA, Y., FUKUSHIMA, T., WATANABE, K., FRIEDMAN, A. H., SAMPSON, J. H., MCELVEEN, J. T., CUNNINGHAM, C. D. & ZOMORODI, A. R. Contemporary surgical management of vestibular schwannomas: analysis of complications and lessons learned over the past decade. *Neurosurgery* [online]. 2013, 72(6): 103-115 [cit. 2015-11-03]. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182752b05. ISSN 0148396X.
- OLSHAN, M. Acoustic neuroma: An investigation of associations between tumor size and diagnostic delays, facial weakness, and surgical complications. *Ear, Nose, & Throat Journal* [online]. 2014, 93(8): 304-316 [cit. 2015-10-24]. ISSN 01455613.

- PALMISANO, S., SCHWARTZBAUM, J., PROCHAZKA, M., PETTERSSON, D., BERGENHEIM, T., FLORENTZSON, R., HARDER, H., MATHIESEN, T., NYBERG, G. & al. Role of Tobacco Use in the Etiology of Acoustic Neuroma. *American Journal of Epidemiology* [online]. 2012, 175(12): 1243-1251 [cit. 2015-09-03]. DOI: 10.1093/aje/kwr465. ISSN 00029262.
- PROPP, J. M., McCARTHY, B. J., DAVIS, F. G. & PERSTON-MARTIN, S. Descriptive epidemiology of vestibular schwannomas. *Neuro-oncology* [online]. 2006, 8(1): 1-11 [cit. 2015-10-15]. DOI: 10.1215/S1522851704001097. ISSN 15228517.
- ROOS, D. E., POTTER, A. E. & BROPHY, B. P. Stereotactic radiosurgery for acoustic neuromas: what happens long term?. *International Journal of Radiation Oncology, Biology, Physics* [online]. 2012, 82(4): 1352-1355 [cit. 2015-11-02]. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2011.04.068. ISSN 03603016.
- ROOZENDAAL, B., MCEWEN, B. S. & CHATTARJI, S. Stress, memory and the amygdala. *Nature Reviews. Neuroscience* [online]. 2009, 10(6): 423-433 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.1038/nrn2651. ISSN 14710048.
- RYZENAMN, J. M., PENSAK, M. L. & TEW, J. M. Headache: A quality of life analysis in a Cohort of 1,657 patients undergoing acoustic neuroma surgery, results from the acoustic neuroma association. *The Laryngoscope* [online]. 2005, 115(4): 703-711 [cit. 2015-11-08]. DOI: 10.1097/01.mlg.0000161331.83224.c5. ISSN 0023852X.
- SAMAN, Y., BAMIOU, D. E., GLEESON, M. & DUTIA, M. B. Interactions between Stress and Vestibular Compensation – A Review. *Frontiers in Neurology* [online]. 2012, 3 (article116) : 1 - 8 [cit. 2015-11-14]. DOI: 10.3389/fneur.2012.00116.
- SAMAN, Y., BAMIOU, D. E. & GLEESON, M. A contemporary review of balance dysfunction following vestibular schwannoma surgery. *The Laryngoscope* [online]. 2009, 119(11): 2085-2093 [cit. 2015-11-10]. DOI: 10.1002/lary.20648. ISSN 0023852X.

- SCHEICH, M., GINZKEY, C., REUTER, E., HARNISCH, W., EHRMANN, D. & HAGEN, R. Quality of life after microsurgery for vestibular schwannoma via the middle cranial fossa approach. *European Archives Of Oto-Rhino-Laryngology: Official Journal Of The European Federation Of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS)* [online]. 2014, 271(7): 1909-1916 [cit. 2015-10-24]. DOI: 10.1007/s00405-013-2671-1. ISSN 14344726.
- SCHNEIDER, A. B., RON, E., LUBIN, J., STOVALL, M., SHORE-FREEDMAN, E., TOLENTINO, J. & COLLINS, B. J. Acoustic neuromas following childhood radiation treatment for benign conditions of the head and neck. *Neuro-oncology* [online]. 2008, 10(1): 73-78, [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.1215/15228517-2007-047. ISSN 15228517.
- SCHLEHOFER, B., SCHLAEFER, K., BLETNER M., BERG, G., BÖHLER, E., HETTINGER, I., KUNNA-GRASS, K., WAHRENDORF, J. & SCHÜTZ, J. Environmental risk factors for sporadic vestibular schwannoma (Interphone Study Group, Germany). *European Journal of Cancer* [online]. 2007; 43(11):1741–1747. [cit. 2015-10-31]. DOI: 10.1016/j.ejca.2007.05.008.
- SCHOEMAKER, M. J., SWERDLOW, A. J., AUVINEN, A., CHRISTENSEN, H. C., FEYCHTING, M., JOHANSEN, C., KLABOE, L., LÖNN, S., SALMINEN, T. & TYNES, T. Medical history, cigarette smoking and risk of acoustic neuroma: An international case-control study. *International Journal of Cancer* [online]. 2007, 120(1): 103-110 [cit. 2015-10-31]. DOI: 10.1002/ijc.22272. ISSN 00207136.
- SCHÜZ, J., STEDING-JESSEN, M., HANSEN, S., STANGERUP, S. E., CAYÉ-THOMASEN, P. & JOHANSEN, C. Sociodemographic factors and vestibular schwannoma: a Danish nationwide cohort study. *Neuro-Oncology* [online]. 2010, 12(12): 1291-9 [cit. 2015-10-24]. DOI: 10.1093/neuonc/noq149. ISSN 15235866.
- SCHÜZ, J. Long-Term Mobile Phone Use and the Risk of Vestibular Schwannoma: A Danish Nationwide Cohort Study. *American Journal of Epidemiology* [online]. 2011, 174(4): 416-422 [cit. 2015-10-28]. DOI: 10.1093/aje/kwr112. ISSN 00029262.

- SHUMWAY-COOK, A. & WOOLLACOTT, M. *Motor Control*. 3rd ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2012. 612 s. ISBN 978-0-7817-6691-3.
- SMOUHA, E., YOO, M., MOHR, K. & DAVIS, R. Conservative Management of Acoustic Neuroma: A Meta-Analysis and Proposed Treatment Algorithm. *The Laryngoscope* [online]. 2005, 115(3): 450-454 [cit. 2015-11-03]. DOI: 10.1097/00005537-200503000-00011. ISSN 0023852X.
- SPARRER, I., DUONG DINH, T. A., ILGNER, J. & WESTHOFEN, M. Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board - A user-friendly alternative for central nervous compensation. *Acta Oto-laryngologica* [online]. 2013, 133(3): 239-245 [cit. 2015-11-10]. DOI: 10.3109/00016489.2012.732707. ISSN 00016489.
- STEPANIDIS, K. Socio-demographic distribution of vestibular schwannomas in Denmark. *Acta oto-laryngologica* [online]. 2014, 134(6): 551-556 [cit. 2015-10-28]. DOI: 10.3109/00016489.2014.890293. ISSN 00016489.
- SUAREZ, H., AROCENA, M., SUAREZ, A., DE ARTAGAVEYTIA, T. A., MUSE, P. & GIL, J. Changes in postural control parameters after vestibular rehabilitation in patients with central vestibular disorders. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2003, 123(2): 143-147 [cit. 2015-11-21]. ISSN 00016489.
- TICHÁ, M., JANATOVÁ, M., KLIMENT, R., ŠVESTKOVÁ, O. & HÁNA, K. Mobile rehabilitation device for balance training with visual feedback. [online]. s. 1-3 [cit. 2015-12-05]. Dostupné z:http://mobmed.org/download/proceedings2014/mobileMed2014_paper_22.pdf
- TIMMER, F. C. A., ARTZ J. C. J. M., BEYNON A. J., DONDEERS, R. T., MULDER, J. J. S., CREMERS, C. W. R. J. & GRAAMANS, K. Prediction of Vestibular Schwannoma Growth: A Novel Rule Based on Clinical Symptomatology. *The Annals of Otolaryngology, rhinology & laryngology* [online]. 2011, 120(12): 807-813 [cit. 2015-11-01]. DOI: 10.1177/000348941112001206. ISSN 00034894

- TJERNSTRÖM, F., FRANSSON, P. A., KAHN, B., KARLBERG, M., LINDBERG, S., SIESJÖ, P. & MAGNUSSON, M. Vestibular PREHAB and gentamicin before schwannoma surgery may improve long-term postural function. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* [online]. 2009, 80(11): 1254-1260 [cit. 2015-11-15]. DOI: 10.1136/jnnp.2008.170878. ISSN 00223050.
- UEHARA, N., HITOSHI, N. T., NISHIKAWA, T., DOI, K., KATSUNUMA, S., KIMURA, H., KOHMURA, E. & NIBU, K. Vestibular dysfunction and compensation after removal of acoustic neuroma. *Journal of Vestibular Research* [online]. 2011, 21(5): 289-295 [cit. 2015-11-08]. DOI: 10.3233/VES-2011-0429. ISSN 09574271.
- YOU, Y-P., ZHANG, J-X., LU, A-L. & LIU, N. Vestibular Schwannoma Surgical Treatment. *CNS Neuroscience & Therapeutics* [online]. 2013, 19(5): 289-293 [cit. 2015-11-04]. DOI: 10.1111/cns.12080. ISSN 17555930.
- VENOSA, A. R. & BITTAR, R. S. Vestibular rehabilitation exercises in acute vertigo. *The Laryngoscope* [online]. 2007, 117(8): 1482-1487 [cit. 2015-11-19]. DOI: 10.1097/MLG.0b013e318068b54f. ISSN 0023852X.
- VEREECK, L. The effect of early customized vestibular rehabilitation on balance after acoustic neuroma resection. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2008, 22(8): 698-713 [cit. 2015-11-22]. DOI: 10.1177/0269215508089066. ISSN 02692155.
- VRABEC, P., LISCHKEOVÁ, B., SKŘIVAN, J., ČERNÝ, R. & TRUC, M. *Rovnovážný systém II – speciální část*. Praha: Triton, 2007. 210 s. ISBN 978-80-7387-050-8.
- VUILLERME, N., PINSULT, N., CHENU, O., DEMONGEOT, J., PAYAN, Y. & DANILOV, Y. Sensory supplementation system based on electrotactile tongue biofeedback of head position for balance control. *Neuroscience Letters* [online]. 2008, 431(3): 206-210 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1016/j.neulet.2007.11.049. ISSN 03043940.

WAGNER, J. N., GLASER, M., WOWRA, B., MUACEVIC, A., GOLDBRUNNER, R., CNYRIM, CH., TONN, J-CH. & STRUPP, M. Vestibular function and quality of life in vestibular schwannoma: Does size matter? *Frontiers in Neurology* [online]. 2011, 2(55): 1-7 [cit. 2015-11-10]. DOI: 10.3389/fneur.2011.00055. ISSN 16642295.

WATSON, G. J. & IRVING, R. M. Intratympanic pharmacology for dizzy patients. *Journal of Ent Masterclass* [online]. 2013, 6(1); 40-43 [cit. 2015-11-12]. Dostupné z: http://www.entmasterclass.com/journals/ENT_No6_Interactive.pdf#page=42.

WHITNEY, S. L. & SPARTO, P. J. Principles of vestibular physical therapy rehabilitation. *NeuroRehabilitation* [online]. 2011, 29(2): 157-166 [cit. 2015-11-22]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0690. ISSN 10538135.

ZIJLSTRA, A., MAHCINI, M., CHIARI, L. & ZIJLSTRA, W. Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *Journal of Neuroengineering & Rehabilitation* [online]. 2010, 7(1): 1-15 [cit. 2015-11-29]. DOI: 10.1186/1743-0003-7-58. ISSN 17430003.

ZVĚŘINA, E. Neurinom akustiku - Vestibulární schwannom - Osobní pohled na nejmodernější postupy v jeho léčbě. *Časopis lékařů českých* [online]. 2010, 149(6): 269-276 [cit. 2015-11-15]. ISSN 00087335.

ZWERGAL, A., RETTINGER, N., FRENZEL, C., DIETERICH, M., BRANDT, T. & STRUPP, M. A bucket of static vestibular function. *Neurology* [online]. 2009, 72(19): 1689-1692 [cit. 2016-03-24]. DOI: 10.1212/wnl.0b013e3181a55ecf.

Internetové zdroje:

<http://www.homebalance.eu/cz.html>

[cit. 2016 – 02 – 13]

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Incidence VS dle pohlaví a věku v době stanovení diagnózy.....	14
Obrázek 2. Nález VS o velikosti 5 x 3 x 3 cm.	18
Obrázek 3. Pravidla předpovídající rychlost růstu tumoru. SSNHL - Sudden Sensorineural Hearing Loss.	20
Obrázek 4. Terapeutický algoritmus	21
Obrázek 5. Vliv velikosti nádoru na vestibulární kompenzaci.....	29
Obrázek 6. Skóre testu Tandem Gait v pooperačním období u 4 skupin pacientů	36
Obrázek 7. Schéma procesu prehabilitace u pacientů s VS.....	39
Obrázek 8. Posturografické vyšetření pacientů rozdělených do 4 skupin.	41
Obrázek 9. Interaktivní rehabilitační systém Homebalance.....	44
Obrázek 10. Terapeutická scéna.....	45
Obrázek 11. Porovnání total area (TA) a line integral (LI) před a po ukončení terapeutického programu u skupiny se standardním rehabilitačním programem a skupiny s terapií na principu BZV	46
Obrázek 12. Vyšetřovací schéma u pacientů bez aplikace gentamicinu	51
Obrázek 13. Vyšetřovací schéma u pacientů s aplikací genatmicinu.....	51
Obrázek 14. Vyšetření pacienta na Synapsys Posturography System.....	52
Obrázek 15. Ukázka posturografického vyšetření pacienta po resekci VS ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima.	53
Obrázek 16. Vyšetření SVV pomocí The Bucket Method.	54
Obrázek 17. Ukázka terapeutické jednotky s využitím přístroje Homebalance.....	56

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Charakteristika souboru.....	50
Tabulka 2. Průměrné skóre ABC ve skupině s gentamicinem a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.	57
Tabulka 3. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) u pacientů s a bez gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD. .	58
Tabulka 4. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm ²) u pacientů s a bez gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD. .	59
Tabulka 5. Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm ²) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.	60
Tabulka 6. Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez gentamicinu, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.	61
Tabulka 7. Průměrná délka trajektorie COP (mm) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu v jednotlivých podmínkách stoje měřená před operací, po operaci a po rehabilitaci, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.	63
Tabulka 8. Délka trajektorie COP (mm) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako celkový průměr ± SD.	63
Tabulka 9. Plocha konfidenční elipsy COP (mm ²) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu v jednotlivých podmínkách stoje měřená před operací, po operaci a po rehabilitaci, hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD.	64
Tabulka 10. Plocha konfidenční elipsy COP (mm ²) souboru pacientů bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje, hodnoty jsou uvedeny jako celkový průměr ± SD.	64

SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1.** Průměrné skóre ABC dotazníku, porovnání skupin pacientů s a bez aplikace gentamicinu v době před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby..... 57
- Graf 2.** Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) u pacientů s a bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje. 58
- Graf 3.** Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) u pacientů s a bez aplikace gentamicinu ve všech 4 podmínkách stoje. 59
- Graf 4.** Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP (mm²) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez aplikace gentamicinu. 60
- Graf 5.** Průměrná hodnota délky trajektorie COP (mm) ve stoji na pěnové podložce se zavřenými očima, srovnání skupiny pacientů s a bez aplikace gentamicinu..... 61
- Graf 6.** Průměrné skóre dotazníku ABC pacientů bez gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci. * $p < 0.05$ (Před OP x Po OP; Po OP x Po RHB). 62
- Graf 7.** Průměrná hodnota délky trajektorie COP souboru pacientů bez aplikace gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. * $p < 0.05$ (Před OP x Po OP). 63
- Graf 8.** Průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy COP souboru pacientů bez aplikace gentamicinu před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. ** $p < 0.01$ (Před OP x Po OP; Po OP x Po RHB)..... 65

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1. Podrobná charakteristika souboru pacientů	92
Příloha 2. Dotazník Activities-Specific Balance Confidence	93

PŘÍLOHY

Příloha 1. Podrobná charakteristika souboru pacientů

Pacient č.	Pohlaví	Strana léze	Věk	Gentamicin	Velikost tumoru (mm)	Operační přístup	Počet terapií s BF
1	M	P	37	ne	17x11x16	RSA	2
2	Ž	L	46	ano	13x8x8	RSA	4
3	M	L	61	ano	14x7x7	TLB	5
4	M	L	48	ne	15x8x8	RSA	2
5	Ž	L	39	ne	15x15x14	RSA	4
6	Ž	P	63	ano	10x8x6	RSA	2
7	Ž	L	50	ne	18x10x8	RSA	4
8	Ž	P	57	ne	11x6x3	RSA	3
9	M	P	46	ne	20x15x15	RSA	10
10	M	P	43	ano	13x9x8	RSA	3
11	Ž	P	43	ne	19x16x21	RSA	4
12	Ž	P	44	ne	12x9x7	RSA	5
13	Ž	P	56	ne	10x5x5	RSA	7
14	M	P	47	ano	13x10x10	TLB	2
15	M	P	29	ano	28x28x27	RSA	6
16	Ž	P	28	ano	13x5x7	RSA	2
17	M	P	48	ne	20x15x15	RSA	2
18	Ž	L	37	ano	15x7x6	TLB	2
19	Ž	L	55	ne	16x13x11	RSA	5
20	Ž	L	55	ne	20x17x11	RSA	5
21	Ž	L	58	ne	33x21x25	RSA	4
22	Ž	L	57	ne	26x17x19	RSA	4
23	M	P	73	ano	20x15x15	RSA	5
24	Ž	L	51	ano	33x31x30	RSA	5
25	Ž	P	35	ne	41x34x31	RSA	4
26	M	P	31	ne	50x48x41	RSA	4
27	Ž	L	54	ne	28x22x23	RSA	4
28	Ž	L	41	ne	31x29x31	RSA	3
29	M	P	29	ne	30x20x30	RSA	5
30	Ž	P	48	ne	22x25x27	RSA	6
31	M	P	53	ne	37x36x31	RSA	6
32	Ž	P	60	ne	44x31x31	RSA	2

