

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

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

Nikola Jandová

**HODNOCENÍ EFEKTU REHABILITACE S VYUŽITÍM VIZUÁLNÍ
ZPĚTNÉ VAZBY U PACIENTŮ PO RESEKCI VESTIBULÁRNÍHO
SCHWANNOMU**

Diplomová práce

Praha 2015

Autor práce: **Nikola Jandová**

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

Oponent práce: **As. MUDr. Martin Chovanec, Ph.D.**

Datum obhajoby: **2015**

Bibliografický záznam

JANDOVÁ, Nikola. *Hodnocení efektu rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2015. 93 s. Vedoucí diplomové práce: PhDr. Ondřej Čakrt, Ph. D.

Abstrakt

Cílem diplomové práce bylo objektivně zhodnotit efekt rehabilitace s vizuální zpětnou vazbou v raném pooperačním období po resekci vestibulárního schwannomu a také zhodnotit, zda předoperační intratympanická aplikace gentamicinu má vliv na vestibulární kompenzaci stability stoje. Studie se zúčastnilo celkem 20 pacientů (12 žen a 8 mužů) ve věkovém rozmezí od 28 do 63 let. U osmi pacientů byl vestibulární schwannom diagnostikován vlevo, u dvanácti vpravo. Rehabilitační program pomocí interaktivního rehabilitačního systému Homebalance probíhal od 5. pooperačního dne do ukončení hospitalizace, denně 15-20 min. K objektivnímu hodnocení terapeutické intervence byl využit přístroj Synapsys Posturography System. Stabilometrické vyšetření bylo provedeno před operací vestibulárního schwannomu, po operaci a po ukončení rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby. Statistická analýza ukázala signifikantní zvýšení průměrných hodnot měřených parametrů CoP (rychlost pohybu CoP, délka trajektorie CoP a plocha konfidenční elipsy CoP) pooperačně oproti předoperačním hodnotám. Po ukončení terapeutické intervence nedošlo k signifikantnímu snížení hodnot parametrů CoP oproti pooperačnímu stavu. Mezi skupinou pacientů s předoperační aplikací gentamicinu a skupinou bez gentamicinu nebyl shledán statisticky významný rozdíl ve stabilometrickém vyšetření.

Klíčová slova

Vestibulární schwannom, vestibulární rehabilitace, vestibulární kompenzace, vizuální zpětná vazba, posturální stabilita

Bibliographic identification

JANDOVÁ, Nikola. *Evaluation of the effect of rehabilitation using visual biofeedback for patients after vestibular schwannoma resection*. Prague: Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of rehabilitation and exercise medicine, 2015. 93 pages. Supervisor: PhDr. Ondřej Čákrť, Ph.D.

Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the effect of rehabilitation with visual biofeedback at acute stage after vestibular schwannoma surgery and to evaluate if preoperative intratympanic application of gentamicin has influence on vestibular compensation of standing stability. The study was attended by 20 patients (12 women and 8 men) in the age from 28 to 63 years. Eight patients had vestibular schwannoma diagnosed in their left side, twelve in the right side. Rehabilitation program using interactive rehabilitation system Homebalance took place from the 5th postoperative day until hospital discharge, daily 15 to 20 min. To evaluate of therapeutic intervention objectively the device Synapsys Posturography System was used. Stabilometric examination was done before operation of vestibular schwannoma, after operation and after termination of rehabilitation with visual biofeedback. Statistic analysis showed significant increase of mean values of measured parameters CoP (sway velocity CoP, length of trajectory of CoP, area of the confidence ellipse CoP) postoperatively compared to preoperative values. After termination of therapeutic intervention there was any significant decrease of values of parameters CoP compared to postoperative status. Between group of patients with preoperative application of gentamicin and group without gentamicin was not found statistically significant difference in stabilometric examination.

Key words

Vestibular schwannoma, vestibular rehabilitation, vestibular compensation, visual biofeedback, postural stability

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 4. 5. 2015

Nikola Jandová

Poděkování

Tímto bych chtěla vyjádřit své poděkování především vedoucímu práce PhDr. Ondřejovi Čákrtovi, Ph.D. za odborné vedení práce, cennou kritiku, inspirativní rady a podněty. Velké díky patří Bc. Kristýně Trávníčkové za pomoc s rehabilitací pacientů. Mé poděkování patří také celému operačnímu týmu Kliniky otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN Motol, Prof. MUDr. Janu Betkovi DrSc., Prof. MUDr. Eduardu Zvěřinovi DrSc. a zejména pak As. MUDr. Martinovi Chovancovi, Ph.D. za možnost vyšetření pacientů, hospitalizovaných na této klinice. Děkuji také MUDr. Kryštofovi Slabému za statistické zpracování a trpělivou interpretaci výsledků. V neposlední řadě děkuji samotným pacientům, kteří k vyšetření poskytli souhlas.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 PŘEHLED POZNATKŮ	12
1.1 VESTIBULÁRNÍ SCHWANNOM	12
1.1.1 Incidence a prevalence VS.....	12
1.1.2 Diagnostika.....	13
1.1.3 Etiologie a patofyziologie vestibulárního schwannomu.....	14
1.1.5 Symptomatologie vestibulárního schwannomu	15
1.1.6 Léčba vestibulárního schwannomu	17
1.1.6.1. Observace	17
1.1.6.2. Radiochirurgie	17
1.1.6.3 Chirurgická léčba	18
1.1.7 Zdravotní důsledky resekce vestibulárního schwannomu	19
1.1.8 Vestibulární „Prehabilitace“	26
1.2 VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	27
1.2.1 Vybrané faktory ovlivňující vestibulární kompenzaci.....	27
1.2.1.1 Věk.....	27
1.2.1.2 Velikost tumoru	28
1.2.1.3 Rychlost nástupu vestibulární deaferentace	29
1.2.1.4 Stres	29
1.2.1.5 Pohlaví	30
1.2.2 Mechanismy úpravy vestibulárních funkcí.....	30
1.2.2.1 Buněčná obnova.....	30
1.2.2.2 Spontánní úprava funkce	31
1.2.2.3 Vestibulární adaptace	31
1.2.2.4 Vypracování náhradních strategií (substituce)	32
1.2.2.5 Habituace.....	32
1.3 VESTIBULÁRNÍ REHABILITACE	32
1.3.1 Vybrané studie zabývající se efektem vestibulární rehabilitace	34
1.3.2 Vizuelní zpětná vazba ve vestibulární rehabilitaci	38
1.3.2.1 Interaktivní rehabilitační systém Homebalance.....	41
2 CÍLE A HYPOTÉZY	44
3 METODIKA	45
3.1 CHARAKTERISTIKA SOUBORU PACIENTŮ.....	45
3.2 METODIKA VYŠETŘENÍ	46
3.2.1 Posturografické vyšetření	47
3.2.2 Vyšetření SVV.....	49
3.2.3 Vyšetření pomocí Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC).....	51
3.3 TERAPIE S VYUŽITÍM VIZUELNÍ ZPĚTNÉ VAZBY	51
3.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT	54
4 VÝSLEDKY	55
4.1 PRŮMĚRNÁ RYCHLOST POHYBU CoP	55
4.2 DĚLKA TRAJEKTORIE CoP.....	57

4.3 PLOCHA KONFIDENČNÍ ELIPSY CoP	59
4.4 VLIV GENTAMICINU NA ZMĚNY PARAMETRU CoP	63
5 DISKUZE	64
ZÁVĚR.....	72
REFERENČNÍ SEZNAM.....	73
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	87
SEZNAM TABULEK	88
SEZNAM GRAFŮ	89
SEZNAM PŘÍLOH.....	91
PŘÍLOHY	92

SEZNAM ZKRATEK

A-P	anterio-posteriorní
CoP	Center of Pressure
COR	cerviko-okulární reflex
DGI	The Dynamic Gait Index
DHI	Dizziness handicap inventory
GKRS	Gamma Knife Radiosurgery
Gy	Gray
M-L	medio-laterální
MMK	mostomozečkový kout
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MVN	Medial Vestibular Nucleus
NF2	neurofibromatosis 2. Typu
NWFP	Nintendo Wii Fit Plus
OO	oči otevřené
POD	pooperační den
RHB	Rehabilitace
ROM	Range of Motion
SOT	The Sensory Organisation Test
VSS	Vertigo Symptom Scale
UVL	Unilaterální vestibulární léze
VOR	Vestibulo-okulární reflex
VR	Vestibulární rehabilitace
VS	Vestibulární schwannom
VSR	Vestibulo-spinální reflex
ZO	zavřené oči

ÚVOD

Přestože je v České republice s vestibulárním schwannomem (dále jen VS) oproti jiným častějším onemocněním léčeno ročně jen kolem 120 pacientů (Zvěřina E. et al, 2010), následky expanze tumoru způsobují těmto pacientům řadu nepříjemných symptomů, které vyplývají z útlaku sousedních mozkových struktur. Pacienti se potýkají především s unilaterální ztrátou sluchu, tinnitem, nestabilitou, bolestmi hlavy či poruchami funkce hlavových nervů.

Po radikálním mikrochirurgickém odstranění VS jsou v období akutního stádia mimo jiné často popisovány statické a dynamické rovnovážné problémy a závažné závrativé stavy. Tyto obtíže částečně ustupují již první pooperační týden vlivem vestibulární kompenzace, nicméně u některých jedinců nedojde k úplnému uzdravení a jejich rovnovážný deficit přetrvává měsíce až roky (Cohen H. S. et al., 2002; Levo H. et al., 2004). Projevem snížené kvality života může být sociální izolace, obtížná sebeobsluha a také redukováná účast na pacientových oblíbených volnočasových aktivitách.

O tom, zda je program vestibulární rehabilitace efektivní již v akutním pooperačním období, nebo zda k úpravě rovnovážných funkcí dochází spontánně bez fyzioterapeutického přičinění, vede spor řada autorů (Herdman J. S. et al., 1995; Cohen, H. S et al., 2002; Mruzek M., et al., 1995; aj.).

V tréninku rovnováhy u pacientů s rovnovážnými problémy v současnosti představují slibnou metodu senzorické augmentativní (vibrotaktilní, elektrotaktilní, auditivní či vizuální) systémy, které mají napomoci doplnit nativní senzorické vstupy a poskytnout pacientům informace o pohybu těla v okolním prostředí.

Teoretická část této studie poskytuje přehled poznatků o vestibulárním schwannomu, o komplexním procesu zvaném vestibulární kompenzace, jejích ovlivňujících mechanismech a dále jsou zde zmíněny poznatky o vestibulární rehabilitaci.

Hlavním tématem této diplomové práce je objektivními metodami zhodnotit efekt rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby v raném pooperačním období u pacientů po resekci VS. Práce tak navazuje na studii Čakrta et al. (2010), ve které pacienti

podstupující tuto formu tréninku disponovali po dvoutýdenním tréninku signifikantně lepší posturální stabilitou oproti kontrolní skupině.

Zároveň si tato studie klade za cíl zjistit, zda intratympanická aplikace aminoglykosidu gentamicinu má vliv u pacientů s VS na vestibulární kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Vestibulární schwannom

Vestibulární schwannom byl poprvé popsán kolem roku 1777 holandským anatomem Sandifortem. Jedná se o benigní nádor, který vyrůstá v zadní jámě lební z VIII. hlavového nervu (nervus vestibulocochlearis). Dříve byl tento nádor n. VIII označován jako neurinom akustiku, což je dnes již nesprávný a obsolentní výraz. Nádor totiž téměř výhradně vyrůstá z horní nebo dolní vestibulární větve, nikoliv z kochleární, akustické porce nervu, proto je správné označení vestibulární a nikoliv akustiku (Zvěřina E., 2010, s. 269-276).

Vestibulokokchleární nerv je od výstupu z mozkového kmene, v celém mostomozečkovém koutu, ve vnitřním zvukovodu a v meatu jen výběžkem mozku. Tumor vyrůstá ze Schwannových buněk a z hloubky meatu, ze skalní kosti, z pyramidy se šíří do mostomozečkového koutu a do zadní jámy lební. Nejedná se tedy proto o gliom ani neurinom, ale o schwannom (Zvěřina E., 2010, s. 269-276).

1.1.1 Incidence a prevalence VS

Vestibulární schwannom představuje 6-8 % intrakraniálních tumorů a podle Koval'a (2012) je nejčastějším tumorem v pontocerebelárním úhlu, vyskytuje se zde z 80-95 %, na rozdíl od všech ostatních tumorů, jako například meningiom, cholesteatom a jiné, na které připadá pouhých 10 % (Zvěřina E., 2010; Koval' J., 2012, s. 34-42). Ve vzácných případech mohou být v mostomozečkovém koutu nalezeny neurom nervus facialis, vaskulární tumor, lipom nebo metastatická léze (Kutz J. W., 2011). Vestibulární schwannom se často manifestuje a je diagnostikovaný ve středním věku, tedy v průběhu čtvrté a páté dekády (Betka J., et al., 2008; Cohen H. S. et al., 2002, s. 842).

Incidence VS se pohybuje okolo 10 až 20 na 1 000 000 obyvatel ve Spojených státech amerických (Nestor J. J., et al., 1988; Stangerup S. et al., 2004). To znamená vznik 2 500 až 3 500 nových případů za rok. Messina a Battista (2012) popisují ve své chicagské praxi vznik mezi 10-20 případy VS za měsíc (Messina J. et Battista R. A., 2012). Podle Stangerupa et al. (2010), který diagnostikoval 2283 nových případů VS v letech 1976 až 2008, incidence vzrostla z 3.1 diagnostikovaných na 1 milión obyvatel za rok v roce 1976 na 22.8 VS/1 milión obyvatel/rok v roce 2004. Po stabilním

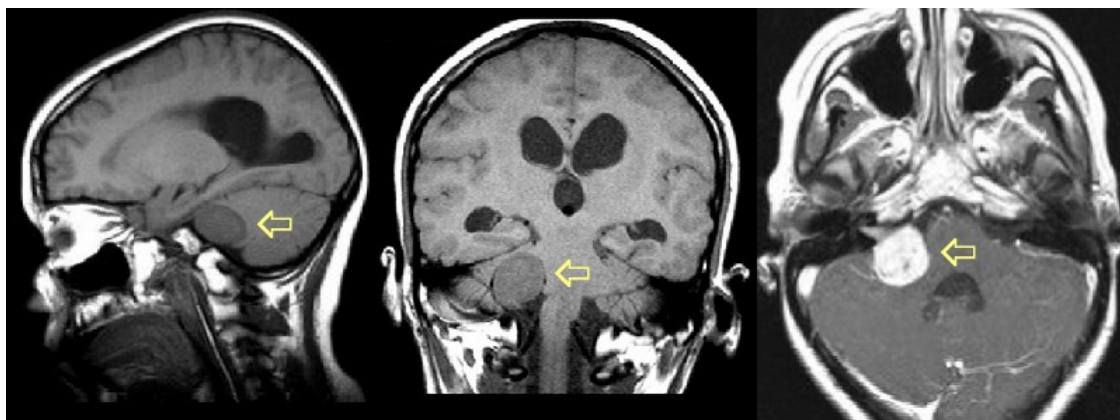
zvyšování incidence v posledních čtyřech dekádách se zdá, že v současných letech dochází opět ke snižování incidence, která se stabilizovala přibližně na 19 VS/1 milión obyvatel/rok. Střední velikost tumoru při diagnóze se snížila z 30 mm v roce 1979 na 10 mm v roce 2008 (Stangerup S. et al., 2010).

V České republice s 10 miliony obyvatel je léčeno až 120 VS/1 rok, tedy 1.2 VS/100 000 obyvatel/1 rok (Zvěřina E., 2010, s. 271).

1.1.2 Diagnostika

Podezření na vestibulární schwannom by mělo vzniknout u každého pacienta s nevysvětlitelnou jednostrannou ztrátou sluchu, obzvláště pak u pacientů, kteří mají abnormální kmenové sluchové odpovědi nebo hypoaktivní (či nepřítomné) kalorické odpovědi (Herdman S. J., 2007, s. 251).

Magnetická rezonance s gadoliniovým kontrastem se stala zlatým standardem pro diagnostiku těchto tumorů. Zvětšující se masa v mostomozečkovém koutu, rozšiřující se do oblasti meatus acusticus internus, většinou vždy znamená rozvoj vestibulárního schwannomu (Herdman S. J., 2007, s. 252). Díky časnějšímu využití kvalitní MRI je zvyšující se procento VS diagnostikováno již v době, kdy pacienti disponují použitelným či zcela normálním sluchem (Kondziolka D. et al., 2012).



Obrázek 1. Zobrazení vestibulárního schwannomu pomocí magnetické rezonance (zdroj:http://www.aboutcancer.com/an_am_0209.htm)

Důležitou součástí diagnostiky je neurologické vyšetření cílené na funkci vestibulárního aparátu, na posouzení přítomnosti mozečkových příznaků a příznaků postižení hlavových nervů. Dále je prováděno klinické ORL vyšetření, včetně

subjektivní audiometrie. Dvě třetiny pacientů mají při audiometrickém vyšetření vysokofrekvenční percepční ztrátu sluchu. U jedné třetiny pacientů dochází k nízkounebo středně-frekvenční percepční ztrátě sluchu. Provádí se také vyšetření kmenových evokovaných potenciálů (BERA, Brainstem Evoked Responses Audiometry), které slouží k verifikaci suprakochleární léze. Mezi speciální elektrofyzilogické testy se řadí elektronystagmografie, metoda používaná k ohodnocení vestibulo-okulárního reflexu a okulomotoriky. Nověji je k registraci pohybu oka využívána videonystagmografie. Další metodou z testů, která nebývá standartně součástí diagnostického algoritmu u pacientů s VS, je posturografie (Kalitová P. et al., 2013, s. 470; Messina J. et Battista R. A., 2012).

Přes diagnostické pokroky se nadále nedaří provedení včasné diagnózy iniciálních stádií VS. Stále se u nás diagnostikují VS až IV. stupně. Způsobuje to přirozené chování VS a fakt, že tíže příznaků mnohdy neodpovídá velikosti VS. Podle Zvěřiny (2010) hrají roli i odborné a organizační nedostatky našeho zdravotnictví (Zvěřina E., 2010, s. 271).

1.1.3 Etiologie a patofyziologie vestibulárního schwannomu

U většiny pacientů s diagnostikovaným vestibulárním schwannomem nejsou patrné rizikové faktory. Expozice vysokým dávkám ionizujícího záření se zdá být zatím jediným environmentálním rizikovým faktorem spojeným se zvýšeným rizikem vzniku VS. Podle Kutze (2011) mnohočetné studie zjistily, že používání mobilních telefonů nezvyšuje riziko vzniku VS, ačkoliv data dlouhodobého používání mobilních telefonů stále chybí (Kutz J. W., 2011).

Ke zcela opačným výsledkům došli jihokorejsí autoři Moon S. I. et al. (2014) ve článku *Association between vestibular schwannomas and mobile phone use*. Asociace mezi VS a užíváním mobilních telefonů zkoumali u 119 pacientů, kteří prošli chirurgickým odejmutím VS. Výsledky odhalily, že pravděpodobnost incidence tumoru v souladu s používáním mobilních telefonů byla 0.956. Objem tumoru a odhadovaný počet hodin užívání mobilního telefonu ukázal silnou korelaci ($r^2 = 0.144$, $p = 0.002$) a u pravidelných uživatelů mobilních telefonů byly nalezeny výrazně větší objemy tumorů než u nepravidelných uživatelů ($p < 0.001$). Pokud se analýza vztáhla pouze na pravidelné uživatele mobilních telefonů s funkčním sluchem, lateralita ukázala silnou

korelaci se stranou tumoru. Autoři článku připouští možnost, že využívání mobilních telefonů by mohlo ovlivnit růst tumoru (Moon S. I. et al., 2014, s. 581-587).

Vestibulární schwannom se dělí na dva typy:

1. Sporadický
2. Neurofibromatosis 2. typu (NF2)

Sporadický VS tvoří převážnou většinu (95 %) všech případů VS, Neurofibromatosis 2. typu se objevuje u jedinců, u kterých došlo k defektu tumor supresorového genu, lokalizovaného na chromozomu 22q12.2. NF2 je zastoupena pouze v 5 %. Defektní protein, produkováný tímto genem se nazývá merlin nebo schwannomin. Bilaterální VS má v principu klinický obraz neurofibromatózy 2. typu, ačkoliv jiné manifestace, zahrnující periferní neurofibromata, meningiom, gliom a juvenilní posteriorní subskapulární lentikulární opacity, jsou také prezentovány (Kutz J. W., 2011; Messina J. et Battista R. A., 2012).

1.1.5 Symptomatologie vestibulárního schwannomu

Unilaterální ztráta sluchu představuje nejznámější symptom prezentovaný již v době diagnostiky a všeobecně je tento symptom považován za vodítko k diagnostice VS. Kutz (2011) předpokládá, že veškeré unilaterální percepční ztráty sluchu jsou způsobené VS, dokud se neprokáže jiná příčina.

Tumor může způsobit ztrátu sluchu dvěma mechanismy, přímo poškozením kochleárního nervu nebo přerušáním kochleárního krevního zásobení. V souvislosti s přímým poškozením vestibulokochleárního nervu dochází u značného množství pacientů s VS ke snížení skóre řečové diskriminace a snížení schopnosti rozeznat čisté tóny, což je typický znak pro retro-kochleární léze (Kutz J. W., 2011).

Naprostá většina pacientů pociťuje pomalou progresivní, unilaterální ztrátu sluchu. Pouze u 10 % pacientů s VS dochází k náhlé ztrátě sluchu. Je známo, že steroidy tuto náhlou ztrátu sluchu mohou obnovit (Messina J. et Battista R. A., 2012).

Druhým nejznámějším symptomem VS je unilaterální tinitus (Messina J. et Battista R. A., 2012). Ačkoliv se tinitus všeobecně považuje za manifestaci ztráty sluchu, méně pacientů s VS (kolem 10 %) vyhledává léčbu pro unilaterální tinitus bez doprovodné subjektivní ztráty sluchu.

Komazec Z. et al. (2014) ve své práci *Unilateral tinnitus as a single symptom of unusually large vestibular schwannoma* upozorňuje na neobvyklou symptomatologii VS a popisuje případ osmnáctiletého pacienta vyšetřovaného otolaryngologem z důvodu „bzučení“ v pravém uchu, trvajícím jeden měsíc. Výsledky audiometrického vyšetření ukázaly nepatrnou asymetrii: drobný stoupající typ percepční ztráty sluchu byl nalezen v pravém uchu (25 dB ztráty sluchu na 125 Hz, 20 dB na 250 Hz a 10 dB na ostatních frekvencích). Na levém uchu 15 dB na 125 Hz a 10 dB na ostatních frekvencích. Zobrazení pomocí MRI poté odhalilo vpravo velký tumor v MMK o velikosti 5 x 3 x 3 cm, který způsobil posun mozkového kmene laterálně (Komazec Z. et al., 2014, s. 46).

Disequilibrium (anglický pojem pro pocit nestability či nerovnováhy) představuje třetí nejznámější symptom spojený s VS a je zastoupen u 50 % pacientů (Messina J. et Battista R. A., 2012). Podle Kutze J. W. naopak rotační vertigo (iluze pohybu nebo pádu) a disequilibrium nejsou obvyklými symptomy VS. Také Zvěřina (2010) dodává, že ač se to zdá nelogické a VS vyrůstá z vestibulární části n. VIII, rovnovážné poruchy bývají nenápadné. Pro uspořádání vestibulárního systému jsou kompenzovány a vyšetření vestibulárních poruch je druhořadé. Naopak významnou roli hrají v pooperačním období (Zvěřina E., 2010, s. 271). Pomocí dotazníku Glasgow Benefit Inventory a Short Form 36 autoři Myrseth et al. zjistili, že vertigo je symptom, způsobující nejvýraznější negativní efekt na kvalitu života u pacientů s VS (Myrseth et al., 2006, s. 67-76).

Bolesti hlavy jsou prezentovány u 50-60 % pacientů v době diagnózy, ale méně než 10 % pacientů má bolest hlavy jako jejich prezentující symptom. Zdá se, že bolest hlavy vzniká v době, kdy se začíná zvětšovat velikost tumoru a představuje prominující příznak u pacientů, u kterých se vyvíjí obstrukční hydrocefalus (Kutz J. W., 2011).

Porucha citlivosti tváře se objevuje zhruba u 25 % pacientů. Objektivní hypestezie, zahrnující oblast kůže nebo zubů, je spojena s většími velikostmi tumorů, ale subjektivní snížení citlivosti, které není možné zdokumentovat objektivním vyšetřením, je obvyklé u středně velkých i malých tumorů (Kutz J. W., 2011).

Nutnost myslet na atypickou symptomatologii zdůrazňují španělští autoři Webster G., et al. (2013) v článku *Atypical manifestation of vestibular schwannoma*. Popisují zde kazuistiku šestačtyřicetileté ženy, u které již po dobu dvou měsíců docházelo k několikahodinovým pocitům závratě. Pacientka popisovala doprovodnou nauzeu, pocit plnosti a binaurální ztrátu sluchu v atace. Ušní, nosní a krční vyšetření

připomínalo kochleární poškození. Po šesti měsících u pacientky došlo ke zhoršení symptomů a vzniku pravého unilaterálního tinitu. Vyšetření magnetickou rezonancí odhalilo expanzivní lézi v pravém MMK (Webster G. et al., 2013, s. 419).

1.1.6 Léčba vestibulárního schwannomu

Léčba vestibulárního schwannomu vychází z klinického nálezu, velikosti tumoru a jeho tendenci k růstu. V rámci léčebného postupu existují tři možnosti, observace, stereotaktická radiochirurgie nebo mikrochirurgie.

1.1.6.1. Observace

U pacientů s malým tumorem, u kterých není deteriorován sluch, nebo u pacientů, kde bývají ostatní řešení kontraindikována celkovým stavem pacienta, je metodou volby observace (Charabi S et al., 1999).

Messina J. et Battista R. A. popisují observační léčbu jako získávání jednotlivých MRI skenů těch pacientů, kteří jsou relativně asymptomatictí. Šest měsíců po iniciálním MRI snímku se vytvoří kontrolní snímek. Pokud na velikosti tumoru nejsou znatelné žádné změny, další sken se provádí o devět měsíců později a následující skeny pak s ročním odstupem. Tento přístup je využíván u tumorů s velikostí menší než dva až dva a půl cm (Messina J. et Battista R. A., 2012).

1.1.6.2. Radiochirurgie

Dalším léčebným přístupem VS je stereotaktická radiochirurgie – například Leksellův gamma nůž nebo X – nůž, tyto metody jsou použitelné u nádorů do velikosti 2,5 cm (Kalitová P., et al., 2013, s. 471; Krejčí H. et Mercelová J., 2012, s. 223).

Od 90. let 20. století se radiochirurgie pomocí gamma nože stala léčbou první volby u malých a středně velkých velikostí VS, speciálně u pacientů se zachovaným funkčním sluchem (Boari N. et al., 2014, s. 123-142).

Metoda vychází z jednorázového gamma ozáření s 201 sféricky uložených zdrojů, stereotakticky centrovaných do prostorově definovaného ložiska. Okolní struktury jsou ozářeny méně, ale jsou. Podle Zvěřiny (2010) byl do ČR Leksellův gamma nůž zakoupen celonárodní sbírkou řízenou Nadací Charty 77 v akci „Míša“ a umístěn byl v Nemocnici na Homolce. Pracoviště je hodnoceno jako jedno z nejlepších na světě. Také upozorňuje na fakt, že léčba Leksellovým gamma nožem VS neodstraní, pouze

potlačuje jeho růst a v nejlepším případě redukuje jeho objem. Život ohrožující a agresivně rostoucí VS IV. stupně nemůže léčit vůbec (Zvěřina E., 2010, s. 273).

Autoři Boari N. et al. (2014) vytvořili studii týkající se bezpečnosti a účinnosti radiochirurgie pomocí gamma nože (GKRS). Zabývali se dlouhodobou kontrolou tumoru, ochranou sluchu a komplikacemi u 379 pacientů léčených pro VS. Průměrný objem tumoru činil $1.94 \pm 2.2 \text{ cm}^3$ a medián krajní radiační dávky byl 13 Gy. Dlouhodobé kontroly tumoru s GKRS bylo dosaženo u 97.1 % pacientů, u 82.7 % pacientů objem tumoru následně klesl. Množství komplikací bylo velmi nízké. Naprostá většina komplikací se skládala z přechodného zhoršení symptomů existujících již před zákrokem. Pacienti s vertigem, poruchami rovnováhy nebo faciální či trigeminální poruchou pocítovali kompletní nebo přinejmenším významnou úlevu od symptomů po léčení. Nicméně, významné zlepšení nebylo pozorováno u pacientů s předešlým tinitem. Celková výše zachování funkčního sluchu (měřeno pomocí Gardner – Robertson klasifikace) v dlouhodobějším horizontu činila 49 % (Boari N. et al., 2014, s. 123-142).

Mezi nejčastější rizika stereotaktické radiochirurgie patří edém tkání, porucha sluchu a rovnováhy, porucha funkce ostatních hlavových nervů, hydrocefalus a ischémie mozkového kmene (Krejčí H. et Mercelová J., 2012, s. 223).

1.1.6.3 Chirurgická léčba

Třetí léčebnou možností je chirurgická léčba, jejímž cílem je radikální odstranění tumoru s žádným nebo minimálním postižením okolních struktur (Kalitová P., et al. 2013, s. 471). Klasicky jsou zmiňované tři operační přístupy k expanzím v mostomozečkovém úhlu:

Přístup cestou střední jámy byl dlouho využíván pro odkrytí vnitřního zvukovodu, zejména u resekci malých velikostí VS, tento přístup je využíván výhradně u tumorů lokalizovaných ve vnitřním zvukovodu. Výsledky studií ukazují, že přístup cestou střední jámy je nejbezpečnější technikou pro zajištění ochrany sluchu u pacientů s malým VS (Messina J. et Battista R. A., 2012; Monfared A. et al., 2010, s. 691-696; You Y-P. et al., 2013, s. 289-290).

Retrosigmoideální (subokcipitální) přístup umožňuje celkovou vizualizaci mostomozečkového koutu. Mnoho autorů tento přístup upřednostňuje, protože je vhodný pro odstranění všech velikostí vestibulárních schwannomu, umožňuje zachovat

funkci lícniho nervu a sluchu. Principy operace vystihuje mikrochirurgie, intraoperační monitorování funkce nervů, jednodobé úplné odstranění tumoru jak z MMK, tak z pyramidy a dále dosažení minimální morbiditý a dosažení minimální nebo žádné mortality. Technickou podporou operace jsou nejmodernější mikroskopy, mikroinstrumentarium, rychloobrátkové diamantové frézy, ultrazvukové aspirátory a digitální elektrofyziologické monitorovací sestavy.

Nicméně limitací tohoto přístupu je omezený pohled na dno vnitřního zvukovodu, je také zatížen vysokým rizikem pooperačních bolestí a likvorovou píštělí (Zvěřina E., 2010, s. 272; You Y-P. et al., 2013, s. 289-290).

Translabyrinthový přístup popsal Panse již v roce 1904, ale vzhledem k technickým možnostem tehdejší doby na mnoho let upadl v zapomnění. Nabízí velmi dobrý pohled na laterální vnitřní zvukovod a jeho dno. Proto dovoluje brzkou identifikaci faciálního nervu v celém jeho rozsahu (od jeho výstupu z mozkového kmene až po foramen mastoideum) a kompletnější resekci tumorů z této oblasti.

Translabyrinthový přístup je z anatomického hlediska nejpřímější cestou do pontocerebelárního úhlu a vnitřního zvukovodu současně a je preferován u velkých tumorů bez předoperačního prospěšného sluchu (You Y-P. et al., 2013, s. 289-290). Podle Koval'a et al. (2012) je translabyrinthová kraniotomie metodou volby v léčbě vestibulárního schwannomu u všech tumorů nad 1.5 cm a i u menších tumorů, kde nejsou splněná kritéria pro možné zachování sluchu (Koval' J. et al., 2012, s. 41).

1.1.7 Zdravotní důsledky resekce vestibulárního schwannomu

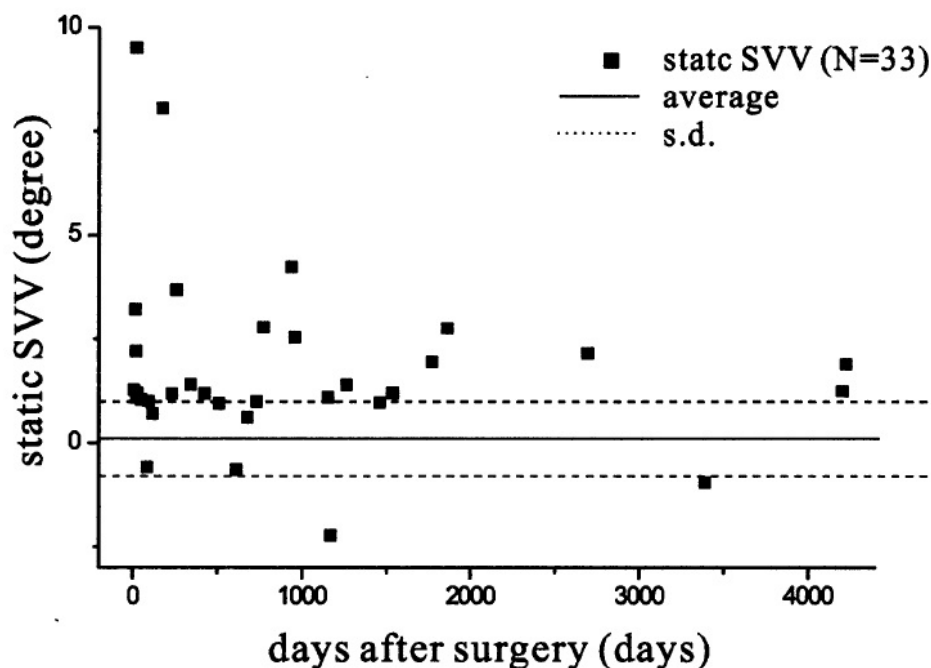
Resekce vestibulárního schwannomu má za následek vznik častých komplikací, kterými jsou ztráta sluchu, tinitus, paréza nervus facialis, bolesti hlavy a rovnovážné problémy. V literatuře se frekvence a dopad těchto symptomů značně liší, svou pozornost si získaly kvůli dopadu na kvalitu každodenního života pacientů (Vereck L., et al., 2008, s. 698). S ohledem na velikost tumoru byl funkční sluch ve studii *Nerve of Origin, Tumor Size, Hearing Preservation, and Facial Nerve Outcomes in 359 Vestibular Schwannoma Resections at a Tertiary Care Academic Centre* zachován u 22 ze 49 pacientů (45 %) s tumorem < 1 cm, a u 4 z 22 pacientů (20 %) s tumorem o velikosti 1 – 1.5 cm (Jacob A. et al., 2009, s. 2087-2092).

V období akutního stádia po resekci vestibulárního schwannomu jsou často popisované problémy s rovnováhou, které se postupně zlepšují (Verecek L., et al., 2008, s. 699). Dojde-li k narušení funkce vestibulárního systému, projeví se tato porucha narušenou funkcí **vestibulookulárního reflexu (VOR)** a **vestibulospinálního reflexu (VSR)**, (Herdman S. J., 2007).

Vestibulookulární reflex slouží k udržení stabilního zraku během pohybů hlavy. VOR má dvě komponenty. Úhlový VOR (ampulo-okulomotorický reflex), zprostředkovaný semicirkulárními kanálky kompenzuje rotační pohyb. Lineární VOR (makulo-okulomotorický reflex), zprostředkovaný otolity, kompenzuje translační pohyb (Hain T. C., 2011, s. 136). Za fyziologických okolností zachovává sítnice při pohybu hlavou stále stejnou orientaci. Dle Dršaty J. (2007) je stabilní postavení očí zajištěno díky vestibulární informaci (především vestibulární percepcí gravitační vertikály), a tím způsobem je i při odchýlení hlavy od vzpřímeného držení zachována správná percepce vizuální vertikály. Unilaterální deficit makulárních receptorů (hlavně ze sakulu) je příčinou deviace subjektivní vizuální vertikály (SVV). Oční vertikála projevuje náklon (tzv. skew deviation) a objevuje se torzní reakce očí (tzv. ocular-tilt-reaction), (Dršata J., 2007, s. 33-35).

Projevem statické asymetrie VOR (klinická symptomatika je vyjádřena klidovou asymetrií mezi vestibulárními aparáty) je klidový nystagmus, který vyšetřujeme s vyloučením optické fixace pomocí Frenzelových brýlí. Objektivizaci dynamické dysbalance VOR (charakterizované poklesem „gainu“ VOR, veličiny vyjádřené poměrem rychlosti kompenzačního pohybu oka k úhlové rychlosti pohybu hlavy) provádíme pomocí pulsního testu podle Halmagyiho (Kolář et al., 2009, s. 363; Čakrt et al., 2007, s. 349-351).

Podíl vizuálního vstupu na integraci vestibulárního systému u pacientů po resekci VS zkoumal Goto F. et al. (2003) ve studii *Compensatory changes in static and dynamic subjective visual vertical in patients following vestibular schwannoma surgery*. Statická (stacionární vizuální pozadí) a dynamická (pohybující se vizuální pozadí) vizuální vertikála byla vyšetřena pomocí hemisférického dómu u 33 pacientů v období od 6 do 4225 dnů po resekci VS.



Graf 1. SVV měřena u pacientů po resekci VS v různém čase od operace. Plná linie označuje průměr statické SVV, vyšetřené u kontrolní skupiny, čárkovaná linie označuje směrodatnou odchylku od kontrolních hodnot naměřených v předešlých studiích (Zdroj: Goto F. et al., 2003, s. 30)

U většiny pacientů, statická SVV se odchylovala k operované straně ($1.8 \pm 2.2^\circ$). Velikost odchylky v dynamické SVV směrem k operované straně ($11.7 \pm 8.3^\circ$) byla signifikantně větší než k intaktní straně ($8.8 \pm 5.5^\circ$). Statická SVV korelovala s dynamickou SVV u pacientů po VS jen v případě natočení čáry směrem k operované straně, nikoliv v případě natočení k neoperované straně (Goto F. et al., 2003, 29-33).

Vestibulární systém je primárně senzitivní analyzátor pohybu zrychlení a zpomalení a trojrozměrného prostředí, který má vliv na téměř všechny eferentní systémy, ale má i „vlastní“ vestibulospinální dráhu. Tato dráha je významným regulátorem svalového napětí ve vztahu ke gravitaci a řízení těžiště. Motoricky ovlivňuje hlavně extenzory, které zvedají těžiště nad základnu. Více se uplatňuje v systému „hold“, méně v systému „move“ (Pfeiffer J., 2007, s. 71). **Vestibulospinální reflex** ve skutečnosti obsahuje soubor několik reflexů, pojmenovaných podle načasování (dynamické, statické nebo tonické) a senzorického vstupu (ze semicirkulárních kanálků nebo otolitů), (Hain T. C., 2011, s. 135).

VSR má mnohem obtížnější úkol než VOR, protože existuje více strategií, které mohou být využity v prevenci pádů a které zahrnují zcela jiné motorické synergie. Pokud se například posune těžiště vpřed, v zájmu obnovení rovnováhy může být využita plantární flexe v hlezenním kloubu, krok vpřed, chycení se opěry, kombinace všech tří strategií. VSR také upravuje pohyb končetin přiměřeně k pozici hlavy a využívá otolitový vstup ve větší míře než VOR. Zatímco oči mohou lineární pohyb kompenzovat pouze rotací, tělo se může jak otočit, tak přemístit (Hain T. C., 2011, s. 135).

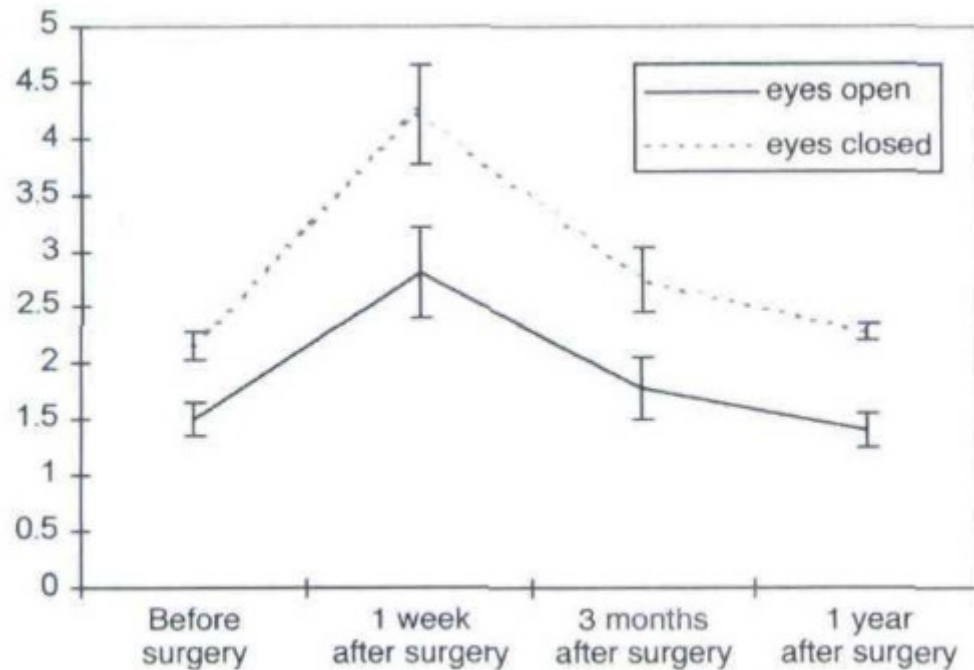
Vestibulospinální dráhy (tractus vestibulospinalis medialis, lateralis a tractus retikulospinalis) spojují vestibulární jádra a buňkami předních rohů míšních. Laterální traktus vede signály hlavně z otolitů a cerebella. Generuje antigravitační motorickou aktivitu v závislosti na změnách pozice hlavy. Mediální traktus přenáší informace ze semicirkulárních kanálků a aktivuje krční axiální muskulaturu. Retikulospinální traktus přijímá signály ze všech motorických systémů udržujících rovnováhu a pravděpodobně se podílí na většině balančních reflexních motorických aktivit (Hain T. C., 2011, s. 135).

Při jednostranném deficitu informací ze statických makul je patrný pokles tonu ipsilaterálních extenzorů (Dršata J., 2007, s. 36) a všechny tonické úchyly těla, hlavy a končetin směřují k funkčně slabšímu labyrintu.

Bezprostředně po resekci tumoru trpí tito pacienti extrémními závratěmi. Ve chvíli, kdy jsou schopni vyjít z lůžka, trpí závažným disequilibriem. Tyto problémy částečně ustupují na konci prvního pooperačního týdne a plně ustupují po několika týdnech. Někteří pacienti se nicméně neuzdraví úplně a jejich diskomfort přetrvává měsíce. Tyto problémy mají za následek snížení kvality života, zahrnující sociální izolaci, obtíže při sebeobsluze a snižují účast pacientů v rekreačních a sportovních aktivitách (Cohen H. S. et al., 2002, s. 841).

K objektivizaci vestibulospinálního reflexního okruhu u pacientů s VS je možné využít posturografické vyšetření (Kalitová P., 2013, s. 470). O posturografických nálezech pacientů po resekci VS pojednávají následující studie. V retrospektivní studii *Postural stability after vestibular schwannoma surgery* autoři Levo H. et al. (2004) posturograficky zjistili, že průměr rychlosti pohybu CoP (tzv. sway velocity) byl abnormální ještě 5-7 let po operaci bez zrakové kontroly u 63 % pacientů, se zrakovou kontrolou u 34 % pacientů. Zhoršená posturální kontrola vyústila ve vysoké skóre

v Rombergově testu, v nízké využití proprioceptivních informací v posturální kontrole a zvýšené spoléhání se na zrakové informace (Levo H. et al., 2004, s. 995-998).



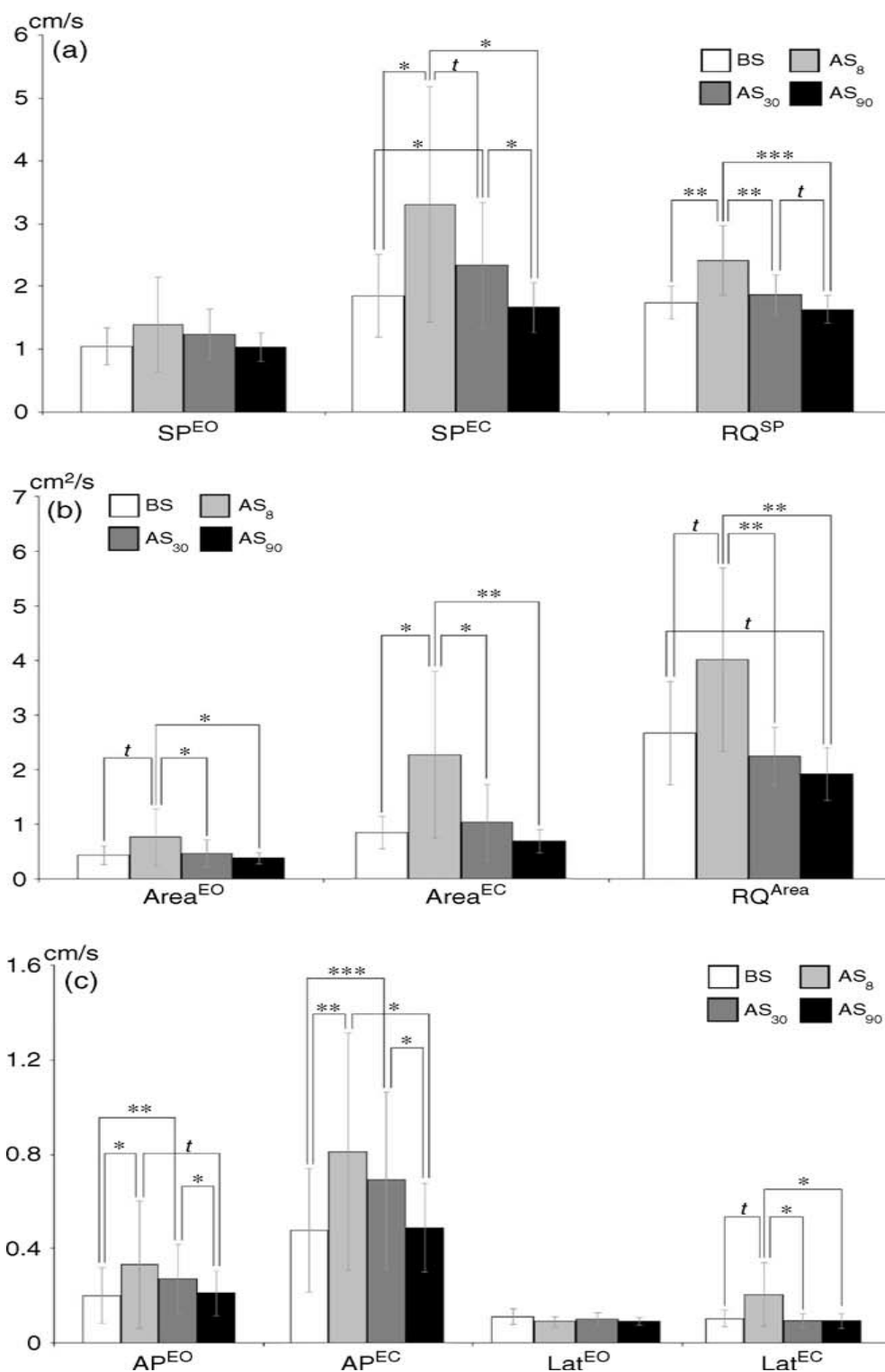
Graf 2. Sway velocity (průměr rychlosti pohybu CoP) v prospektivní skupině pacientů pod zrakovou kontrolou (plná čára) a bez ní (přerušovaná čára), měřeno před operací a v průběhu jednoho roku po operaci (Zdroj: Levo et al., 2004, s. 997).

Cílem prospektivní studie *Sensorimotor postural rearrangement after unilateral vestibular deafferentation in patients with acoustic neuroma* bylo zhodnotit rozdílný podíl sensorických vstupů na regulaci postury během procesu zotavení po resekci VS. Studie zahrnovala 27 pacientů (19 žen, 8 mužů, průměrný věk 53.3 ± 11.7 let), kteří kromě hodnocení SVV a videonystagmografie podstoupili statické (Sensory Organization Test) a dynamické (Motor Control Test) posturografické vyšetření na stabilometrické plošině Neurocom®, v časovém sledu 3 dny před operací a 8 dní, 1 a 3 měsíce po operaci.

Z výsledků vyplynulo, že posturální pertubace byly charakterizované zvýšenými tělesnými výkyvy, především v sensoricky ztížených situacích a podmínkách při zavřených očích. Progresivní balanční obnova se objevila 1 a ještě více 3 měsíce po operaci, kdy určité parametry vykazovaly dokonce lepší výsledky, než před operací.

Tento fenomén pravděpodobně reflektuje nevhodnou centrální kompenzaci tonické nerovnováhy descendentních vestibospinálních vlivů během nádorového růstu.

Okamžitě po UVD, 92.6 % pacientů používalo neúspěšné strategie k udržení rovnováhy a mělo tendenci k pádům v podmínkách při ZO. V pozdějším období (30 a 90 dnů po operaci) studie odhalila zlepšení výkonu pacientů v podmínkách při ZO s progresivním snížením množství pádů (40.7 % v období 30 dnů po operaci, 14.8 % v období 90 dnů po operaci). Autoři se domnívají, že toto zlepšení nastalo větším využíváním „bottom-up“ strategií k regulaci rovnováhy v porovnání s předoperačním stavem, kdy pacienti využívali více „top-down“ strategie (upřednostňování proximo-distální muskulární aktivace), (Parietti-Winkler C., 2006, s. 171-181).



Graf 3. (a,b,c) Výsledky topované standartní odchylkou, parametry „sway path“ (SP), area, antero-posteriorní (AP) a laterální (Lat) „sway“ parametry s očima otevřenými (EO) a očima zavřenými (EC) a Rombergův kvocient (RQ). Pro pacienty před operací (BS, bílé sloupce) a 8 dní (AS₈, světle šedé sloupce), 30 dní (AS₃₀, tmavě šedé sloupce) a 90 dní (AS₉₀, černé sloupce) po resekci vestibulárního schwannomu. Výsledky jsou vyjádřené jako uražená vzdálenost nebo SP (cm/s) (graf a), jako area (cm²/s) (graf b) a jako AP nebo Lat „sway“ (cm/s) (graf c). Statistické významnosti jsou následující: t: P < 0.1; *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001 (Zdroj: Parietti-Winkler C. et al, 2006, s. 171-181)

1.1.8 Vestibulární „Prehabilitace“

Většina pacientů s tumory v mostomozečkovém koutu, schwannomy a meningiomy ztrácí vestibulární funkce před diagnózou a operací. U pacientů s malým tumorem, u více mediálně situovaných tumorů nebo u meningiomů však část vestibulárních funkcí může přetrvávat. Právě tyto pacienti postoperačně trpí akutní vestibulární ztrátou a je pro ně prospěšné již předoperačně o vestibulární funkce přijít a kompenzovat (Magnusson M. et al., 2007, s. 1236-1240; Magnusson et al., 2011, s. 153-156).

Z těchto důvodů švédský autor Magnusson M. et al. (2007) rozvinul koncept „vestibulární prehabilitace“ („PREHAB“). Myšlenkou autora bylo, aby pacienti zahájili vestibulární trénink 14 dní před plánovanou vestibulární ablací pomocí gentamicinu, a aby došlo následně po instalaci gentamicinu k postupné redukci vestibulárních funkcí a podpoře kompenzačního procesu. Cílem bylo vyhnout se postoperačnímu vertigu a symptomům, plynoucím z vestibulární ztráty a vytvořit menší požadavky na proces učení, než jak by tomu bylo v situaci po náhlé kompletní ztrátě funkcí. Podle autora je tento stav srovnatelný s paralelní kompenzací u pacientů se schwannomem s postupnou vestibulární ztrátou, při které občas pacienti ani nepocítují vestibulární symptomy (Magnusson M. et al., 2007, s. 1237).

Magnusson et al., ve své studii aplikoval pacientům po čtrnáctidenním domácím vestibulárním tréninku čtyři injekce gentamicinu transtympanicky na straně tumoru (přibližně 0.3-0.4 ml gentamicinu při každé aplikaci v průběhu 48 hodin). S vestibulárním tréninkem se poté pokračovalo až do operace. Výsledkem byla celková ztráta vestibulárních funkcí, kompenzovaný vestibulo-okulární reflex u všech pacientů předoperačně a nebyly přítomné závratě ani vertigo pooperačně.

Gentamicin patří mezi intratympanické aminoglykosidy a vestibulotoxický efekt aminoglykosidů byl poprvé využit Fowlerem v roce 1948 v léčbě vertiga. Chemická ablace má některé výhody oproti klasické operační ablaci (př. labyrintektomii). Může být provedena v ambulantní praxi pod účinkem lokální anestezie, proto není třeba provést žádnou operaci. Navíc je gentamicin více vestibulotoxický, než-li kochleotoxický, proto může být docíleno zachování sluchu (Watson G. J. et al., 2013, s. 40; Fowler E. P., 1948).

Jakmile je gentamicin instalován do středního ucha, difunduje do perilymfy a endolymfy. Uvnitř vestibula jsou buňky I. typu náchylnější než buňky II. typu. V nižších dávkách gentamicin také ovlivňuje vestibulární tmavé buňky, čímž se sníží

produkce endolymfy. Tento děj je pravděpodobně doprovázen snížením pocíťovaného vertiga u pacientů s Menièreovou chorobou (Watson G. J. et al., 2013, s. 41).

Precizní činnost celulární destrukce gentamicinem je neznámá. Destrukce by měla být způsobena vazbou na fosfolipidy plazmatické membrány, inaktivací buněčných enzymů nebo vazbou se železem, přičemž dochází ke tvorbě reaktivních forem kyslíku a volných radikálů. Všechny tyto procesy mají za následek ultimátní buněčnou apoptózu a nekrózu (Watson G. J. et al., 2013, s. 41).

Tento program „vestibulární prehabilitace“ švédští autoři nyní využívají u pacientů s invalidizujícím morbus Menière a před operacemi v mostomozečkovém koutě a zadní jámě lebni (Magnusson M. et al., 2011, s. 153-156).

1.2 Vestibulární kompenzace

Bezprostředně po náhlé bilaterální či unilaterální ztrátě vestibulární funkce pacienti bývají okamžitě ataktičtí a trpí vážnou posturální instabilitou. Po dobu týdnů až měsíců dochází ke zlepšování posturální stability skrze proces, nazývaný vestibulární kompenzace. Tento proces zahrnuje intenzivnější spoléhání se na zbylé senzorycké informace. Přesto více náročné situace na nestabilním povrchu odhalují reziduální nestabilitu. Rozsah vestibulární kompenzace, ať už spontánní nebo v reakci na rehabilitaci, se velmi liší mezi jednotlivci (Horak F. B., 2009, s. 76). Klinici pozorují celé spektrum pacientů, od těch, u nichž po náhlé parciální či kompletní ztrátě vestibulárních funkcí již nikdy nedojde ke schopnosti samostatné chůze a lokomoce, až po ty, kteří nepotřebují žádnou asistenci při pohybu po složitém terénu (Horak F. B., 2010, s. 57).

1.2.1 Vybrané faktory ovlivňující vestibulární kompenzaci

1.2.1.1 Věk

Výsledné dosažení vestibulární kompenzace obecně závisí na věku. Zatímco mladí lidé se pro ztrátu jednoho vestibulárního orgánu kompenzují poměrně rychle, starší lidé kompenzují pomaleji (Sparrer I. et al., 2013, s. 244). Pokles vestibulárních funkcí a rovnovážných dovedností je normální součástí života (Cohen H. S., 2000, s. 7 – 15). Právě tento pokles by mohl způsobit snížení schopnosti pacientů kompenzovat s jejich zbývajících vestibulárními funkcemi.

Jiní autoři k tomu dodávají, že disequilibrium vzniká u starších pacientů jako následek multifaktoriálních příčin, mezi něž patří zrakové poruchy, např. glaukom, makulární degenerace či ztráta zrakové ostrosti, svalová oslabení, neurodegenerativní onemocnění, diabetická neuropatie, zúžení lumbálního páteřního kanálu, osteoartikulární či muskulotendinózní onemocnění, snížení napínacích reflexů a iatrogenicita (Garcia F. V., 2009, s. 83-90; Levo H. et al., 2004, s. 998). Uehara N. et al. (2011) ve své studii *Vestibular dysfunction and compensation after removal of acoustic neuroma* připouští možnost, že právě tyto faktory negativně ovlivnily posturografické parametry (délka trajektorie, plocha) a DHI skóre starších pacientů po resekci VS v období 6 a 9 měsíců po operaci. Zároveň autor ale popisuje, že 1 týden po operaci se u padesátníků oba posturografické parametry a plocha u šedesátníků v porovnání s předoperačním stavem (a na rozdíl od třicátníků a čtyřicátníků) signifikantně nezvýšily. Tuto skutečnost odůvodňuje argumentem, že starší pacienti měli vyvinutou vestibulární kompenzaci z důvodu dlouhodobého předoperačního disequilibria (Uehara N. et al., 2011, s. 289-295). Driscoll et al. říká, že věk překračující 55 let souvisí se zvýšeným rizikem perzistujícího disequilibria (Driscoll et al., 1998, s. 491-495).

Existuje ovšem řada studií, které naopak neprokázaly významnou spojitost mezi věkem a stupněm vestibulární kompenzace (Herdman S. J. et al., 1995, s. 77-87; Lynn S. G. et al., 1999, s. 484-494; Cohen H. S. et al., 2002, s. 842 – 845; Levo H. et al., 2004, s. 998).

1.2.1.2 Velikost tumoru

Výsledky studie *Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection* ukázaly, že menší tumory (odchylka 6.23, $p = 0.916$) a snižující se intenzita vertiga (odchylka 16.52, $p = 0.0005$) signifikantně asociují s lepší vestibulární kompenzací v kondici 5 (oči zavřené, nestabilní povrch), měřeno pomocí Sensory Organization Test. Pacienti s menšími tumory se kompenzovali mnohem rychleji. Tyto výsledky by mohly souviset s centrálními kompenzačními mechanismy nebo s kratším trváním délky operace. Tento fakt by mohl být důležitý z hlediska délky hospitalizace a délky postoperačního zotavení potřebného k řízení a navrácení se k pracovním povinnostem (Cohen H. S. et al., 2002, s. 845).

Velikost tumoru naopak ve studii *Postural stability after vestibular schwannoma surgery* nekorelovala s postoperativní posturální instabilitou (Levo H. et al., 2004, s. 998).

1.2.1.3 Rychlost nástupu vestibulární deaferentace

Vestibulární kompenzace bývá kompletnější, pokud ztráta vestibulárních funkcí nastává pomaleji. Pomalejší ztráta vestibulárních funkcí bývá často spojena s agingem. Nekompletní kompenzace je spojena s náhlou nervovou lézí nebo labyrentektomií. Například pokud mladá, aktivní osoba postupně ztratí zdravý vestibulární aparát na straně léze z důvodu pomalého nárůstu vestibulárního schwannomu, měla by tato osoba disponovat přibližně normální kontrolou rovnováhy (s výjimkou mírné instability ve stoji na jedné noze na straně vestibulární léze nebo dezorientace spojené s náhlým pohybem hlavy ke straně léze).

Oproti tomu, akutní vestibulární ztráta vestibulárních funkcí, z důvodu traumatu či operace, je spojena s pocíťováním rotačního vertiga, nystagmu, nausey, náklonu celého těla ke straně léze a ataxie chůze po celé týdny (Horak et al., 2010, s. 62).

1.2.1.4 Stres

Yamamoto T. et al. ve své studii, prováděné na zvířecím modelu, dokázal, že u krysy podstupujících stres po labyrintektomii, je proces vestibulární kompenzace pomalejší. Již 1.5 hod po labyrintektomii byly krysy stresovány imobilizací těla a hlavy osmkrát denně po dobu 3 minut dva dny. Horizontální nystagmus, jako indikátor vestibulární kompenzace, u stresovaných krys vymizel 60 hodin po labyrintektomii v porovnání s nestresovanými krysami, u kterých vymizel již 48 hodin po labyrintektomii (Yamamoto T. et al., 2000, s. 504-507).

Efekt stresu na vestibulární funkce a kompenzaci je uznávaný a stále důležitější faktor v managementu vestibulárních dysfunkcí u lidí (Saman Y. et al., 2012, s. 1). V longitudinální studii Yardley et al. zjistil, že vegetativní příznaky, vzrušení a somatická úzkost byly nejlepšími ukazateli změn velikosti vertiginózních symptomů (Yardley et al., 1994, s. 109-116). V průřezové studii Eckhardt-Henn et al. (2008) pozoroval, že pacienti s Menièrovou chorobou a vestibulární migrénou měli signifikantně vyšší riziko vzniku psychických poruch (úzkost, deprese) než u pacientů s vestibulární neuritidou, benigním paroxysmálním vertigem nebo u zdravých jedinců.

Nepředvídatelnost a nedostatek kontroly nad vertiginózními atakami u Menièreovy choroby a vestibulární migrény na rozdíl od vestibulární neuritidy a BPPV by mohly být pravděpodobným důvodem psychiatrických potíží (Eckhardt-Henn et al., 2008, 420-428).

Akutní stresová reakce je nezbytnou komponentou v procesu učení a tvorby paměti (Joëls et al., 2006, s. 152-158) a mohla by být důležitou součástí vestibulární rehabilitace a kompenzace. Nicméně, opakovaná expozice stresovým stimulům a chronickému stresu může vést k inhibici mozkové plasticity a trvalým negativním změnám v hippocampu, amygdale a prefrontálním kortexu (de Kloet E. R. et al., 2005, s. 463-475; McEwen, 2007, s. 873-904; Roozendaal et al., 2009, s. 423-433).

1.2.1.5 Pohlaví

Existují studie, které prokazují, že ženské pohlaví představuje rizikový faktor pro postoperační problémy s chůzí (Driscoll C. L. et al., 1998; Levo H. et al., 2004, s. 998). Posturální rovnovážné funkce by mohly být u žen ovlivněny redukcí hladiny estrogenů vlivem agingu. Posturální rovnováha je lépe zachována u dlouhodobých uživatelék estrogenů oproti ženám, které estrogeny neužívají (Naessen et al., 1997). Levo H. et al. ve své studii připouští, že důvodem pro postoperační potíže s chůzí u postmenopauzálních pacientek by mohlo být neužívání estrogenů (Levo H. et al., 2004, s. 998).

1.2.2 Mechanismy úpravy vestibulárních funkcí

Existuje několik mechanismů, pomocí kterých dochází k úpravě funkce po unilaterálním vestibulárním poškození (Herdman S., 2007, s. 387-388).

1.2.2.1 Buněčná obnova

Buněčná obnova ukazuje, že receptory nebo neurony, které byly poškozené a přestaly fungovat, by se mohly znovu obnovit. To bylo demonstrováno na vláskových buňkách u neprimátových savců. Je dodnes nejasné, zda je obnova vláskových buněk signifikantním faktorem obnovy vestibulárních funkcí u lidských bytostí (Herdman S., 2007, s. 387-388).

1.2.2.2 Spontánní úprava funkce

Je známo, že jednotlivé projevy statické dysbalance vestibulárních aparátů (nystagmus, „skew deviatons“ neboli vertikální divergence bulbů či posturální asymetrie ve stoji), navozené jejich periferní lézí, spontánně odeznívají (Precht W. 1986). Tyto symptomy a příznaky jsou způsobené narušením tonických vestibulookulárních a vestibulospinálních odpovědí a odeznívají 3 až 14 dní po vzniku unilaterálního vestibulárního deficitu. Vymizení těchto příznaků probíhá současně s obnovou zbývajícího firingu neuronů vestibulárních jader (Yagi T. et Markham Ch., 1984). Ačkoliv vizuální vstup může být také použit k supresi spontánního nystagmu a posturální asymetrie, několik studií dokázalo, že úprava není závislá na vizuálním vstupu (Fetter M. et Zee DS, 1988). Nystagmus mizí ve stejné míře u zvířat držných ve tmě okamžitě po unilaterální labyrintektomii i u zvířat držných ve světlém prostředí. Spontánní obnova vzniká pravděpodobně z důvodu rozvoje denervace supersenzitivity a axonálního sproutingu.

1.2.2.3 Vestibulární adaptace

Ovlivňuje zejména úpravu dynamických funkcí vestibulookulárního reflexu (VOR). Jedná se o schopnost vestibulárního systému přizpůsobit neuronální odpověď prováděným pohybům hlavy. Porucha dynamické fáze VOR je charakterizována poklesem „gainu“ VOR (je to veličina vyjádřená poměrem rychlosti kompenzačního pohybu oka k úhlové rychlosti pohybu hlavy). Gain klesá o 75 % pro pohyb hlavy k postižené straně a o 50 % při pohybu hlavy na stranu opačnou v rámci akutní vestibulární léze (Herdman S., 2007, s. 384). Postupně dochází k úpravě gainu, který ale zůstává stále nižší a asymetrický, zejména při rychlých pohybech hlavy k postižené straně.

Zrak, respektive pohyb retinálního obrazu je podnětem pro rozvoj vestibulární adaptace (Miles FA. et Eighmy BB., 1980). Tento pohyb, který vzniká právě při poruše vestibulární funkce, vytváří „chybný signál“, který vyvolá snahu CNS minimalizovat tuto chybu. CNS používá změny gainu k minimalizaci tohoto chybného signálu. Klinické studie prokázaly, že zrakový vstup je nutným předpokladem těchto adaptačních změn. Stejně tak se na adaptaci podílejí i pohyby hlavy a těla (Mathog R. H. et Peppard S. B., 1982).

1.2.2.4 Vypracování náhradních strategií (substituce)

Dalším způsobem, pomocí kterého je člověk schopen vyrovnat se se ztrátou vestibulární funkce je substituce. Senzorické vstupy ze svalů šíje a kloubů v oblasti krční páteře jsou substrátem COR (cervikookulární reflex). Tento reflex je užitečný zejména při pomalých pohybech hlavy. Za normálních okolností je jeho vliv velmi malý a nepřesahuje 15% podíl při generování kompenzačních očních pohybů. U pacientů, u kterých došlo k výpadku jedno nebo oboustranné vestibulární funkce, stoupá podíl na 25 % (Bronstein A. M. et Hood D., 1986).

Úprava posturální stability může být podpořena použitím zrakových a somatosenzorických mechanismů. Tyto strategie lze ovšem použít pouze v situacích, kdy oba systémy fungují bezchybně. Potíže nastávají v situacích, kdy dojde k ovlivnění funkce těchto vstupů, například při pobytu ve tmě nebo došlápnutí na jiný terén. Ve vyšším věku může docházet k limitaci využití těchto strategií z různých patologických důvodů (katarakta, polyneuropatie), (Herdman S. J., 1996).

1.2.2.5 Habitace

Habitaci rozumíme redukci symptomů vytvářením specifických pohybů, kterým jsme opakovaně vystavováni a přizpůsobení se nové skutečnosti, tedy „natrénování“ nových stereotypů. Mechanismus působení a jeho neurální okruhy nejsou dobře známy (Herdman S., 2007, s. 384). Bude-li někdo citlivý na kolotoči, nastane vomitus. Bude-li na kolotoči denně po dobu měsíců a let, naučí se zvládnout pocit nauzey a vomitus se nedostaví (Lejska M., 2001, s. 15).

1.3 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární systém představuje integrační komponentu lidské rovnováhy společně se zrakovým a somatosenzorickým systémem. Impulzy ze sensorického vestibulárního epitelu uvnitř vnitřního ucha přepravují informace o pohybu, gravitaci a poloze hlavy a těla v prostoru vůči zemi do CNS. Akutní unilaterální vestibulární léze způsobuje dlouhodobé zhoršení statické a dynamické rovnováhy a snižuje kvalitu života pacientů.

Podle Georgescu M. et al. (2012), okamžitě po zachycení vestibulární krize, zdravotní management těchto pacientů zahrnuje dva terapeutické směry – urychlení a zdokonalení fyziologického fenoménu vestibulární kompenzace cestou dlouhodobé aplikace vestibulárního supresantu betahistinu a obnovu balančního deficitu vytvořením

nových schémat reakce na různé denní rovnovážné situace prostřednictvím **vestibulární rehabilitace** (Georgescu M. et al., 2012, s. 651).

Vestibulární rehabilitace má dlouhodobou historii. Ve čtyřicátých letech anglický otorinolaryngolog T. Cawthorne upozoroval, že někteří pacienti trpící závratěmi se zlepšili rychleji, když prováděli rychlé pohyby hlavou, a ve spolupráci s fyzioterapeutem F. S. Cookseyem rozvinuli sérii cviků pro pacienty s jednostranným vestibulárním postižením.

Nalézá své uplatnění u periferních i centrálních vestibulárních poruch, zahrnuje polohové manévry u pacientů s benigním paroxysmálním polohovým vertigem, dále vlastní „vestibulární“ cvičení podporující centrální kompenzaci u akutních vestibulárních lézí a edukaci náhradních strategií u pacientů s chronickým postižením (Gans R. E., 1996; Black F. et Pesznecker O., 2003; Čakrt O., 2007, s. 349).

Vestibulární rehabilitace by se měla zaměřit na stabilizaci hlavy a trupu v prostoru, dokud nebudou posturální reakce dolních končetin v normě. Také by se měla zaměřit spíše na redukci hypermetrických posturálních reakcí, které destabilizují vestibulární pacienty, než snažit se o facilitaci redukovaných, pozdních nebo chybějících posturálních reakcí (Horak F. B., 2009, s. 80).

Dnes by se nemělo na rehabilitaci vestibulárních poruch nahlížet pouze jako na cvičení, kterým „zlepšujeme rovnováhu“, ale jako na komplex rehabilitačních postupů, jejichž hlavní cíle jsou:

1. Podpora vestibulární kompenzace
2. Zlepšení zrakové ostroty (stability retinálního obrazu) v klidu a během pohybu
3. Úprava ataxie stoje a chůze
4. Zlepšení individuální funkční kapacity pacienta při běžných denních činnostech (Black F. et Pesznecker O., 2003).

Podle Horak F. B. et al., k cílům rehabilitace patří pomáhat pacientům s vestibulárními poruchami:

- Využít zbylé vestibulární funkce (pokud nějaké jsou) nácvikem řízení rovnováhy na pohybujícím se povrchu se zavřenýma očima
- Spoléhat se na povrchové somatosenzorické informace jako na primární posturálně senzorický systém (využitím holí a vnímání informací z chodidel na pevné podložce)

- Naučit se využívat stabilní vizuální reference, pokud je to žádoucí
- Identifikovat účinné a efektivní posturální pohybové strategie (Horak F. B. et al., 2010, s. 66).

Efektivita fyzioterapie v podpoře vestibulární kompenzace je evidentní na studiích prováděných na zvířatech a v prospektivních, randomizovaných, kontrolovaných klinických studiích. Sensorimotorický trénink zlepšuje centrální nervovou kompenzaci cestou habituace, centrální sensorické substituce a tonického vyrovnání vestibulárních jaderných a jiných centrálně nervových úrovní (Curthoys IS et Halmagyi GM, 1995, s. 67-107). Autoři Statler K. et al. (2004), odhalili, že nejlépe kompenzovaní pacienti s unilaterální ztrátou vestibulárních funkcí jsou ti, kteří využívají více zbylé vestibulární funkce v nepoškozeném uchu oproti využití zrakového nebo somatosenzorického vstupu (Statler K. et al., 2004).

Někteří pacienti vykazují velké zlepšení v posturální stabilitě při využití zraku, lehkého dotknutí se stabilního povrchu, zbylých vestibulárních funkcí nebo sensorického biofeedbacku jako vertikální reference trupové orientace v prostoru (Horak F. B., 2009, s. 76). Sensorická augmentace představuje techniku doplňující nativní sensorické vstupy. Poskytuje uživatelům další informace o tělesném pohybu s ohledem na gravito-inerciální prostředí. Typický sensorický augmentativní systém obsahuje pohybové nebo silové senzory, které detekují tělesnou kinematiku a kinetiku, dále procesor k určení tělesné kinematiky nebo parametru Centre of Pressure a displej zobrazující zpětnou vazbu.

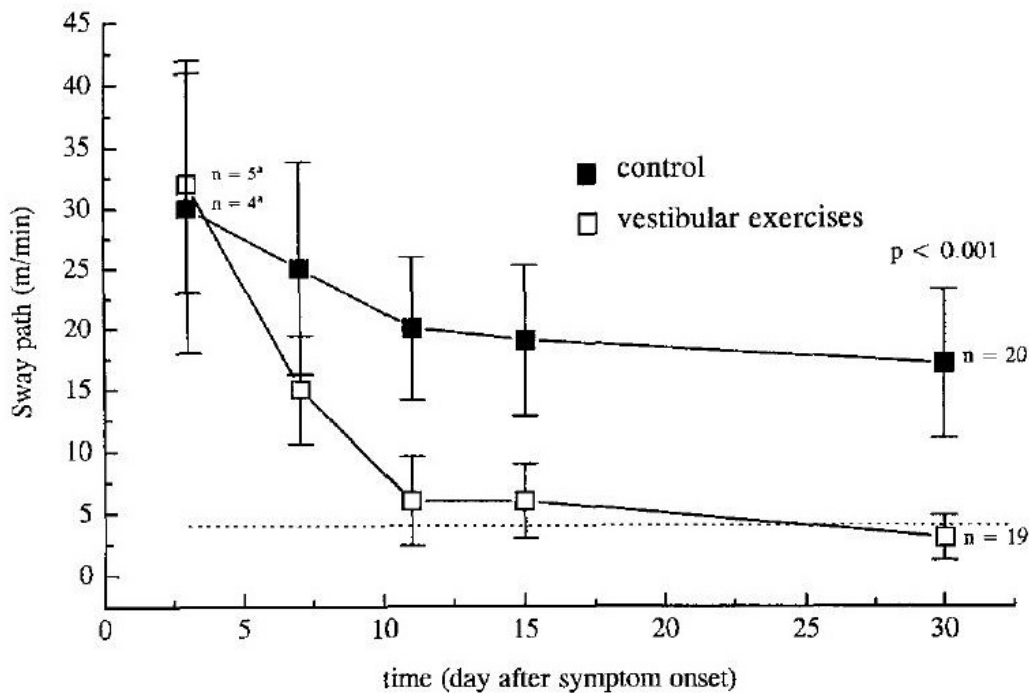
Vibrotaktilní, elektrotaktilní, auditivní, vizuální a multimodální zpětnovazebné systémy jsou v současnosti zkoumány pro jejich využitelnost a schopnost poskytnout jedincům se sensorickým poškozením balanční pomůcku v reálném čase a stejně tak poskytnout rehabilitační nástroj pro trénink rovnováhy (Sienko H. K. et al., 2012, s. 2). O vizuální zpětné vazbě v rehabilitaci pojednává kapitola 1.3.2.

1.3.1 Vybrané studie zabývající se efektem vestibulární rehabilitace

Efektem specifického vestibulárního tréninku na centrální vestibulární kompenzaci po akutní/subakutní unilaterální vestibulární lézi se zabýval Strupp M. et al. (1998) ve své studii *Vestibular exercises improve central vestibulospinal compensation after*

vestibular neuritis. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin. Oběma skupinám bylo doporučeno provádění všedních denních činností, ovšem první skupina (n = 19) absolvovala navíc specifický vestibulární trénink, druhá skupina (n = 20) nikoliv. V průběhu třiceti dnů autoři u pacientů sledovali schopnost plasticity centrálního nervového systému a jejího vlivu na rovnovážné funkce.

Autoři u pacientů měřili vývoj okulární torze, subjektivní vizuální vertikálu a tzv. sway path (vzdálenost odpovídající pohybu průmětu těžiště na posturografu) viz Graf 4. Výsledky studie ukázaly normalizaci okulární torze a subjektivní vizuální vertikály podobnou v kontrolní i rehabilitující skupině, efekt cvičení se tedy neprokázal. Signifikantní rozdíl autoři našli mezi skupinami při měření sway path (3.2 ± 1.9 m/min v rehabilitační skupině, 16.9 ± 6.1 m/min v kontrolní skupině). Závěrem dodávají, že specifický vestibulární trénink zlepšuje vestibulospinální kompenzaci u pacientů s akutní periferní vestibulární lézí (Strupp M. et al., 1998, s. 838-844).



Graf 4. Časový průběh kompenzace parametru sway path u skupiny s vestibulárním tréninkem v porovnání s kontrolní skupinou (Zdroj: Strupp M. et al., 1998, s. 838-844)

Kladné výsledky vestibulární rehabilitace zaznamenali finští autoři Levo H. et al. (2004), kteří zkoumali faktory ovlivňující posturální stabilitu a průběh její obnovy po

resekci VS v retrospektivní studii u 177 pacientů a v prospektivní studii u 44 pacientů. Posturograficky u nich byla zjišťována sway velocity, neboli průměr rychlosti pohybu CoP. V prospektivní studii se sway velocity po operaci zvětšila a ani 1 rok po operaci se nenavrátila k předoperačním hodnotám. Analýzou bylo zjištěno, že translabyrinthový přístup, rehabilitace, pacientův věk a zachovalá funkce faciálního nervu předurčovaly dobrý výsledek posturální stability. Naopak retrosigmoideální operační přístup a deprese pacienta představovaly nejvýznamnější rizikové faktory pro vznik obtíží s chůzí. Vestibulární rehabilitace zvýšila důvěru pacientů ve využití propioceptivních informací k zajištění posturální kontroly a zlepšení posturální stability (Levo et al., 2004, s. 994).

K pozitivnímu efektu VR se přiklání také australští autoři Choy N. L. et al. (2006) v observační studii *Balance, mobility and gaze stability deficits remain following surgical removal of vestibular schwannoma (acoustic neuroma): An observational study*. Studie se účastnilo 12 pacientů, kteří podstoupili resekci vestibulárního schwannomu před více než třemi měsíci od zahájení studie a následně se neúčastnili vestibulární rehabilitace. Autoři zjišťovali, zda je u těchto pacientů v porovnání se zdravými jedinci ve stejném věkovém rozmezí patrný reziduální deficit v rovnováze (měřeno počítačovou posturografií, stojem na jedné noze po 30 s, atd.), mobilitě (měřeno pomocí Fukuda Step Test, 10 m Walk Test, The Tandem Walk Test a DGI, atd.) a stabilitě retinálního obrazu (měřeno pomocí schopnosti sledovat pohybující se terč bez/s pasivními a aktivními pohyby hlavy). Autoři odhalili, že v porovnání se zdravou skupinou, pacienti, kteří podstoupili resekci VS a neúčastnili se VR programu, mají významný deficit v rovnováze, mobilitě i stabilitě retinálního obrazu. Objevili také významnou korelaci mezi intenzitou závratí a neschopností udržet rovnováhu na jedné noze a v tandemovém postoji (Choy L. N., 2006, s. 211-216).

Skeptických výsledků vzhledem k vestibulární rehabilitaci dosáhli autoři Mruzek M. et al. (1995) ve studii *Effects of Vestibular Rehabilitation and Social Reinforcement on Recovery Following Ablative Vestibular Surgery* rozdělili 24 pacientů randomizovaně do 3 rehabilitačních skupin: První skupinu tvořili pacienti podstupující VR s motivačním povzbuzováním k terapii, ve druhé skupině byli pacienti s VR bez povzbuzování, ve třetí byli pacienti rehabilitovaní pouze cvičením udržujícím ROM. Cílem bylo zjistit, zda účast pacientů v programu VR je efektivnější v subjektivním a funkčním zlepšování pacientů než všeobecné cvičení DKK a HKK udržující ROM a zda

verbální a společenské povzbuzování pacienta fyzioterapeutem může způsobit významné zlepšení u pacientů po ablativní vestibulární operaci. Výsledky ukázaly, že 5 týdnů po operaci se většina pacientů, nehledě na RHB program, dostala na stupeň výkonnosti srovnatelný s předoperačním stavem. Avšak pacienti, kteří byli v terapii povzbuzování, popisovali méně depresivních, frustrujících či stresujících pocitů (Mruzek M. et al., 1995).

Vereck et al. (2008), porovnával efekt brzké VR s podáním obecných instrukcí u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do čtyř skupin: V 1. skupině byli mladí pacienti (< 50 let), kteří obdrželi pouze obecné instrukce o funkci vestibulárního systému, vestibulární kompenzaci a nutnosti častému vystavování se pohybu. Ve 2. skupině starší pacienti (\geq 50 let) s obdržením obecných instrukcí. Ve 3. skupině mladí pacienti (< 50 let) podstupující VR a ve 4. skupině starší pacienti (\geq 50 let) s programem VR.

Po dvanáctitýdenním RHB programem nenalezli žádné významné rozdíly ve vývoji rovnováhy mezi pacienty se všeobecnými instrukcemi a VR (jediný test, který ukázal signifikantní efekt VR oproti obecným instrukcím, byl Tandem Gait Test). Signifikantní rozdíly ale zpozorovali mezi mladšími a staršími pacienty. Pacienti starší 50 let, podstupující VR, byli jedinou skupinou, která se po šesti týdnech od operace přiblížila k preoperačnímu stavu ve všech testech (Standing Balance Sum, Time Up and Go test, Dynamic Gait Index, etc.), 12 týdnů po operaci byly výsledky testů u této skupiny lepší než předoperačně. Autoři se domnívají, že u starších pacientů se stav zlepšil především proto, že oproti mladším pacientům již před operací mohli kvůli snížené pohyblivosti disponovat rovnovážnými problémy (Vereck L. et al., 2008, s. 698-713).

O efektivitě a smysluplnosti vestibulární rehabilitace vedou spor také autorky Helen S. Cohen a Susan J. Herdman. Americká profesorka Helen S. Cohen ve své studii *Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection* zjišťovala závislost vestibulární rehabilitace, věku a velikosti tumoru na stavu rovnovážných schopností, vestibulookulárního reflexu a prostorové orientaci u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Intervence v této studii byla limitována pouze na akutní pooperační týden. Pacienti byli randomizovaně rozděleni do dvou skupin: cvičící a kontrolní. Cvičící pacienti byli rehabilitováni dvakrát denně každý hospitalizační den. Pacienti v kontrolní skupině pouze leželi na lůžku či seděli v křesle a byli psychicky podporováni. Pacienti byli obvykle propuštěni 5. nebo 6. pooperační den. Vyšetření

pacientů, provedeno před- i pooperačně, zahrnovalo vyšetření VOR, počítačovou posturografii (Equitest Sensory Organization Test) a vyšetření cestovní integrace během chůze na rovné dráze, dlouhé 7.62 m se zavřenými očima. Podle autorů během akutní, hospitalizační postoperační periody v prvním týdnu po operaci vestibulární rehabilitace neměla vliv na urychlení zlepšení rovnováhy, VOR funkce, prostorové orientace ani snižující se vertigo. Zároveň ale dodávají, že výsledky studie neposkytují náhled na hodnotu rehabilitačního programu poskytovaného v pozdějším období po operaci.

Reakcí na tuto studii byl dopis editorovi od Herdman S. J. et Clendaniel R. A. (2003), který uvádí na pravou míru některé informace, zmíněné ve studii Cohen S. H. et al. Podle Herdman S. J. by Cohen S. H. neměla dovozovat, že veškerá vestibulární rehabilitace je neefektivní v této populaci pacientů, protože se zaměřili pouze na jeden typ vestibulárního cvičení, a to habituaci. Dodává ale, že výsledky Cohen S. H. et al., jsou důležité, protože dokazují, že habituační cvičení nemá vliv na subjektivní vertiginózní potíže či zlepšení VOR. Herdman S. J. také doplňuje, že tuto studii nelze porovnávat se studií *Vestibular adaptation exercises and recovery: acute stage after acoustic neuroma resection* (1995), protože v ní autoři došli k závěru, že pomocí adaptačního, nikoliv habituačního cvičení, došlo ke zlepšení subjektivních stezek na disequilibrium a posturální rovnováhy ve stoji a chůzi v porovnání s kontrolní skupinou (Herman S. J. et al., 1995, s. 77-87).

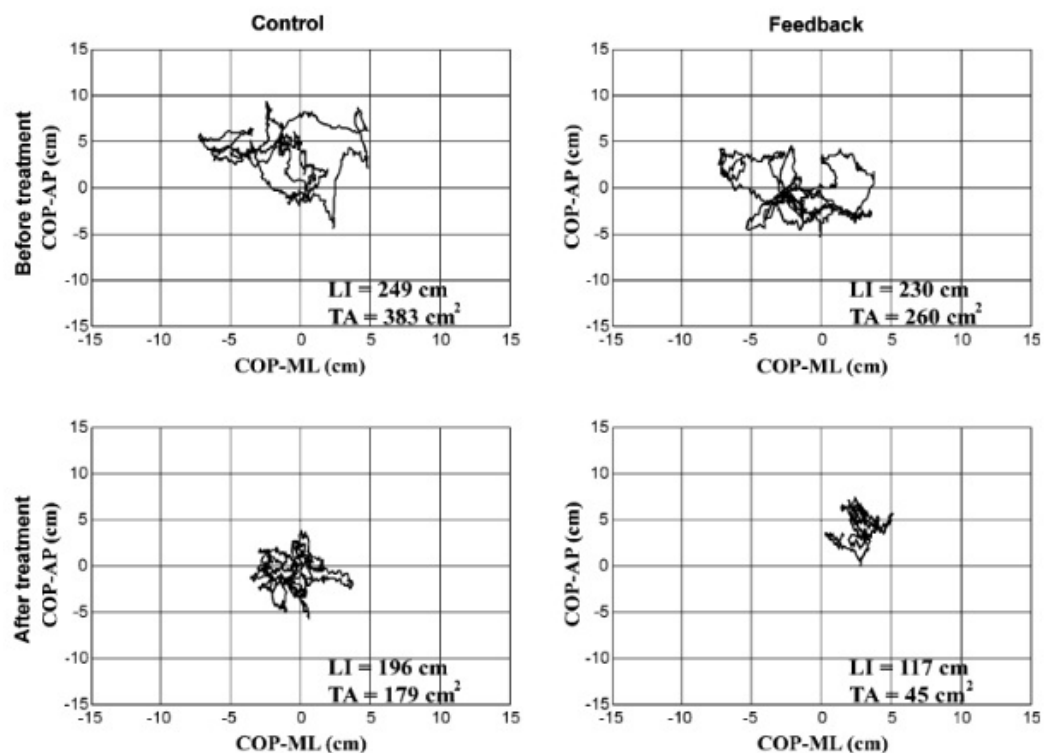
1.3.2 Vizuální zpětná vazba ve vestibulární rehabilitaci

Vizuální zpětná vazba parametru Centre of Pressure během klidného stoje se řadí mezi nejčastější augmentativní sensorický feedback v rehabilitaci. Všeobecně, dopředný (zpětný) pohyb parametru Centre of Pressure pod chodidly stojící osoby je spojen se stoupajícím (klesajícím) pohybem kurzoru na počítačové obrazovce (Horak et al., 2010, s. 63-64).

Existují studie dokládající fakt, že vizuální zpětná vazba představuje slibnou metodu ve vestibulární rehabilitaci. Nicméně stále chybí dostatek dat, zda-li trénink rovnováhy pomocí vizuální zpětné vazby může zlepšit posturální stabilitu po resekcii vestibulárního schwannomu (Čákr O. et al., 2010, s. 1356).

Čákr et al. (2010) ve studii *Exercise with visual feedback improves postural stability after vestibular schwannoma surgery* analyzoval efekt dvoutýdenního individuálního tréninku rovnováhy, založeného na principu vizuální zpětné vazby

(cvičení na Balancemasteru, Neurocom International, Inc. Clackams, Oregon, USA). 17 pacientů bylo randomizovaně rozděleno do dvou skupin: první skupina (9 pacientů, průměrný věk 37 let) podstoupila trénink vizuální zpětné vazby, druhá skupina (8 pacientů, průměrný věk 44 let) podstoupila standartní fyzioterapii. Obě skupiny měly trénink jednou denně, a to 5.-14. pooperační den. Posturografické vyšetření bylo provedeno na začátku a na konci rehabilitačního programu. Zahrnovalo hodnocení klidného stoje (Centre of Pressure) ve čtyřech odlišných podmínkách pomocí modifikovaného Clinical Test for Sensory Interaction of Balance.



Obrázek 2. Příklad typického statokineziogramu pacientů podstupujících rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby v porovnání se standartní rehabilitací (Zdroj: Čákr et al., 2010)

Autoři zjistili, že na rozdíl od stoje na pevné podložce, kdy se výsledky obou skupin významně nelišily, byla skupina pacientů podstupující trénink pomocí vizuální zpětné vazby při stoji na měkké podložce se zavřenými očima lépe kompenzována a CoP parametry se od druhé skupiny pacientů signifikantně lišily. Studie prokázala, že po dvoutýdenním tréninku s vizuální zpětnou vazbou měli pacienti lepší posturální kontrolu než pacienti, kteří rehabilitaci pomocí vizuálního feedbacku neobdrželi (Čákr et al., 2010, s. 1355-1360).

Sparrer I. et al. (2013) v pilotní studii zkoumali využití Nintendo Wii Balance Board, jako vizuálního prostředku pro vestibulární kompenzaci u pacientů po akutní vestibulární neuritis. Randomizovaně pacienty rozdělili do dvou skupin. Skupina A obsahovala 37 pacientů, kteří prošli tréninkem s Nintendo Wii Balance Board. Skupina B obsahovala pacienty, podstupující pouze dvě zvolená cvičení jako kontrolní vzorek pro porovnání výsledků. Pacienti byli testováni pomocí The Sensory Organization Test, Dizziness Handicap Inventory, Vertigo Symptom Scale a Tinneti dotazník a to před zahájením tréninku a bezprostředně po ukončení tréninku. Výsledky odhalily, že pacienti ve skupině B (bez tréninku) potřebovali v průměru o 2.4 dne delší hospitalizaci v porovnání s pacienty, kteří absolvovali rehabilitaci pomocí Nintendo Wii Balance Board. Vymizení nystagmu (měřeno Frenzelovými brýlemi) bylo u skupiny A pozorováno v průměru o 2.1 dne dříve, než u skupiny B a skupina A ukázala významně lepší výsledky v SOT, DHI a VSS. Autoři tedy zjistili, že využití vizuálního feedbacku v kontextu s tréninkem rovnováhy podporuje vestibulární kompenzaci po periferních labyrintových poruchách (Sparrer I. et al., 2013, s. 239). Zároveň dodávají, že systém vizuální zpětné vazby není nadřazený jiným tréninkovým systémům, představuje ale cenově dostupnou a uživatelsky příjemnou alternativu.

Využitelnost systému s vizuální zpětnou vazbou Nintendo Wii Fit Plus® v rehabilitaci rovnovážných obtíží u vestibulárních a jiných neurologických poruch zkoumali autoři Meldrum D. et al. (2012) v pilotní studii *Virtual Reality Rehabilitation of balance assessment of the usability of the Nintendo WiiFit Plus*. Celkem 26 účastníků s kvantifikovatelnou poruchou rovnováhy podstoupilo 30minutovou lekci se sérií cvičení na NWFP, které podporují zlepšení rovnováhy. Pomocí System Usability Scale (průměr $82 \pm 18 \%$) a numerické hodnotící škály (8.4 ± 3) zjistili vysoký požitek bez závažných nepříznivých efektů z používání NWFP. Celkem 88.5 % účastníků projevilo zájem o využití NWFP v budoucnosti (Meldrum D. et al., 2012, s. 205-210).

Efekt vizuální zpětné vazby s využitím stabilometrické plošiny STP-3 zkoumal Hahn A. et al. (2001). Celkem se studie účastnilo 72 pacientů, z toho 31 pacientů s Menièrovou chorobou, 21 pacientů s vestibulární neuritis a 20 pacientů s vertebrobasilární insuficiencí. Výsledky posturografie (měřené parametry: area (cm^2/s) a dráha (cm/s)) ukázaly, že po třech týdnech tréninku došlo k přechodnému snížení instability u pacientů s Menièrovou chorobou a k permanentnímu snížení parametrů u

pacientů s vestibulární neuritis s menším efektem i u pacientů s vertebrobasilární insuficiencí. Autoři doporučují, aby se pacienti s rovnovážnými obtížemi, plynoucími především z periferních vestibulárních poruch, účastnili po odeznění akutní symptomatologie vestibulárního habituačního tréninku s využitím vizuo-vestibulárního biofeedbacku (Hahn A., et al., 2001, s. 88-91).

Využití vizuální zpětné vazby u pacientů s poruchou vestibulárních funkcí může být limitováno například obtížemi se stabilizací retinálního obrazu kvůli oscilopsii. Vizuelní biofeedback by mohl naučit pacienty, jak využívání somatosenzorického systému „přepnout“ na využití vizuelního systému za předpokladu málo dostupných somatosenzorických informací (například při stojí na měkké podložce). Nicméně, vizuelní zpětnovazebný okruh je poněkud pomalejší v porovnání se somatosenzorickými nebo vestibulárními okruhy a při nadměrném spoléhání se na vizuelní vstup může dojít k destabilizaci, pokud vizuelní okolí není stabilní.

Vizuální zpětná vazba bohužel není využitelná během lokomoce, kdy je zrak potřebný na vyhýbání se překážkám v terénu (Horak F. B. et al., 2010, s. 64).

1.3.2.1 Interaktivní rehabilitační systém Homebalance

V Centru podpory aplikačních výstupů a spin-off firem 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy se sídlem v Kladně ve spolupráci s fakultou Biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického, je vyvíjen systém pro diagnostiku a terapii poruch rovnováhy s využitím stabilometrické plošiny a stereoskopické projekce - interaktivní rehabilitační systém Homebalance.

Skládá se ze stabilometrické plošiny a tabletu nebo konzole připojené k displeji (TecniCall, 2014, s. 20; Tichá M. et al.). Projekt byl realizován s podporou Evropského sociálního fondu v rámci operačního programu „Výzkum a vývoj pro inovaci“ s cílem vytvořit široce dostupný kvalitní prostředek pro trénink stability ve zdravotnických zařízeních i v domácím prostředí.

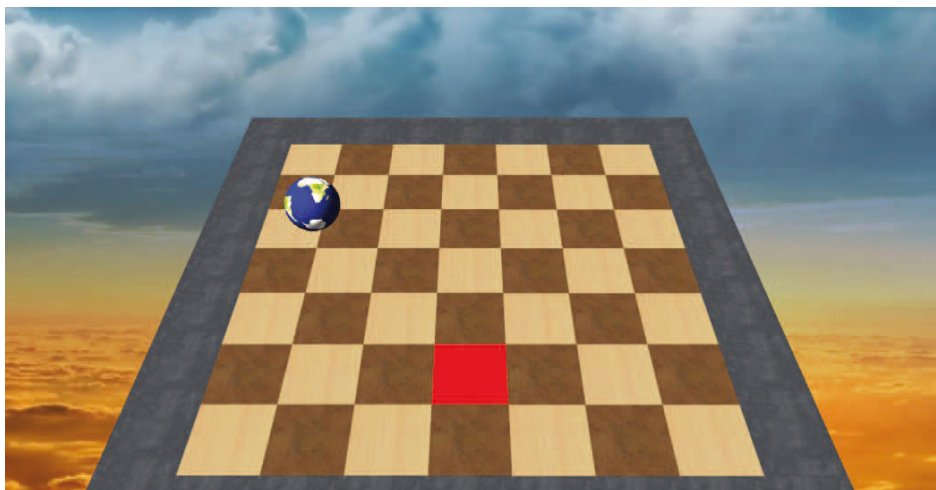


Obrázek 3. Tablet ASUS Transformer Pad TF700T 10,1“ (vlevo) se samostatným napájením připojitelný k externí obrazovce/televizi, verze systému Android 4.1.1. (Zdroj: <http://www.homebalance.eu/cz.html>),

Obrázek 4. Stabilometrická plošina Wii balance board (vpravo), (Zdroj: Tichá M. et al.)

Stabilometrická plošina Wii balance board obsahuje čtyři snímače a každý z nich se nachází v jednom rohu plošiny. Plošina Wii balance board je přenosná s hmotností 3.5 kg. Původně byla vyvinuta pro herní účely, i tak je Wii balance board aplikovatelná v rehabilitaci pacientů s poruchami rovnováhy různé etiologie a pro objektivní hodnocení jejich posturálních reakcí (Bohunčák M. et al., 2011, s. 21). Systém je využíván u pacientů po poškození mozku, po ortopedických operacích a v prevenci zvýšení rizika u seniorů. Vzorkovací frekvence plošiny Wii balance board je 80 Hz. Využívá pevného připojení k základní konzoli (6-pin DIN konektor). Váhový limit činí 150 kg (Tichá M. et al.).

Software obsahuje diagnostiku a soubor terapeutických scén. Zařízení je založeno na principu biologického feedbacku. Pacient stojící na stabilometru (plošině) interaguje přenášením své váhy s terapeutickou scénou, zobrazenou na displeji před ním a plní úkoly podle instrukcí na displeji. Výsledky jsou zobrazené okamžitě na konci terapeutické jednotky a je možné je monitorovat jak krátkodobě, tak dlouhodobě. Pro zvýšení motivace probíhá terapie formou hry, ve které může pacient sledovat své pokroky. Pacienti tak zábavnou cestou zlepšují mechanismy udržení vzpřímené postury a nachází nové limity stability, ve kterých jsou schopni bezpečně se pohybovat (TecniCall, 2014, s. 20; Tichá et al.)



Obrázek 5. Příklad terapeutické scény – pacient změnami polohy svého těžiště posouvá kouli směrem k červenému poli (Zdroj: TecniCall, 2014, s. 20)

Tichá et al., interaktivní rehabilitační systém Homebalance testovala ve studii *Mobile rehabilitation device for balance training with visual feedback* jako prostředek pro domácí terapii u pacientů a výsledky objektivně hodnotila pomocí Synapsis Posturography Systemu, Footscanu, Berg balance Scale a Time Up and Go testování. Výsledky ukázaly zlepšení pacientů zejména v dynamických stabilometrických parametrech a u většiny pacientů došlo ke zlepšení poruchy stability, kterou pacienti udávali před rehabilitací (Tichá et al.).

Autoři zároveň dodávají, že tento systém lze využít i pro domácí terapii. Představuje optimální řešení přenosných a cenově dostupných komponent s intuitivním uživatelským rozhraním. Tato forma terapie ovšem má podle autorů svá negativa. Pacienti postrádají supervizi terapeuta a vzniká zde risk nesprávného provádění cviků. Proto je třeba pacientům podat důkladné instrukce o využívání tohoto systému před zahájením terapie (TecniCall, 2014, s. 20; Tichá et al.).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem teoretické části diplomové práce bylo poskytnutí rešerše o benigním tumoru, vestibulárním schwannomu. Dále zde byly shrnuty informace o vestibulární kompenzaci, mechanismech úpravy vestibulárních funkcí a faktorech, které vestibulární kompenzaci ovlivňují. Nakonec jsme zpracovali poznatky o vestibulární rehabilitaci.

Hlavním cílem experimentální části studie je zhodnotit efekt rehabilitace s vizuální zpětnou vazbou v raném pooperačním období u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Také chceme zhodnotit, zda aplikace gentamicinu u pacientů s VS má vliv na vestibulární kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období. Z vyšetřovacích metod byla k těmto účelům použita statická stabilometrie, konkrétně vyšetření na přístroji Synapsys Posturography System.

Ve studii jsme si zvolili následující hypotézy:

1. Po operaci vestibulárního schwannomu dojde k signifikantnímu zhoršení stability stoje (zvýšení parametrů CoP při stabilometrickém vyšetření) oproti stavu před operací.
2. Po absolvování rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby dojde k signifikantnímu snížení hodnot CoP.
3. Aplikace gentamicinu má vliv na kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období.

3 METODIKA

3.1 Charakteristika souboru pacientů

Ve spolupráci s Klinikou otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice nemocnice v Motole (s As. MUDr. Martinem Chovancem, Ph.D.) byli do studie zařazeni pacienti s diagnostikovaným vestibulárním schwannomem různého stupně.

Výzkumu se zúčastnilo 24 pacientů, ale pouze 20 pacientů bylo zařazeno do statistického zpracování. Čtyři pacienti byli ze studie vyřazeni z toho důvodu, že u nich byl přítomný jiný typ tumoru, meningiom nebo neabsolvovali všechna vyšetření. Výsledný soubor pacientů se skládal z dvanácti žen a osmi mužů. Věkové rozmezí pacientů se pohybovalo od 28 do 63 let, průměr byl 46.6 ± 9.4 let. U osmi pacientů byl vestibulární schwannom diagnostikován vlevo, u dvanácti pacientů vpravo.

Celkem sedmi pacientům byl cca dva měsíce před plánovanou resekci vestibulárního schwannomu aplikován Gentamicin transtympanicky do středního ucha na stranu léze. U třinácti pacientů prehabilitace do léčebného programu zařazena nebyla. Kritériem pro aplikaci Gentamicinu byla již neúčinná úroveň sluchu před plánovanou resekci VS.

Sedmnáct pacientů bylo na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. Lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice nemocnice v Motole operováno retrosigmoideálním přístupem. Tři pacienti byli operováni translabyrinthovým přístupem. Stručnou charakteristiku pacientů shrnuje Tabulka 1.

Pacient	Pohlaví	Strana léze	Věk	Gentamicin	Operační přístup	Velikost tumoru (mm)
1	M	P	37	ne	RSA	17×11×16
2	Ž	L	46	ne	RSA	13×8×8
3	M	L	61	ano	TLB	14×7×7
4	M	L	48	ne	RSA	15×8×8
5	Ž	L	39	ne	RSA	15×15×14
6	Ž	P	63	ano	RSA	10×8×6
7	Ž	L	50	ne	RSA	18×10×8
8	Ž	P	57	ne	RSA	11×6×3
9	M	P	46	ne	RSA	20×15×15
10	M	P	43	ano	RSA	13×9×8
11	Ž	P	43	ne	RSA	19×16×21
12	Ž	P	44	ne	RSA	12×9×7
13	Ž	P	56	ne	RSA	10×5×5
14	M	P	47	ne	TLB	13×10×10
15	M	P	29	ano	RSA	28×28×27
16	Ž	P	28	ano	RSA	13×5×7
17	M	P	48	ne	RSA	20×15×15
18	Ž	L	37	ano	TLB	15×7×6
19	Ž	L	55	ne	RSA	16×13×11
20	Ž	L	55	ano	RSA	20×17×11

Tabulka 1. Základní charakteristiky skupiny vyšetřovaných pacientů (M – muž, Ž – žena, P – pravá, L – levá, RSA – retrosigmoideální přístup, TLB – translabyrinthový přístup)

Před zahájením experimentální části diplomové práce byli všichni pacienti informováni o účelu diplomové práce, o plánovaných vyšetřeních, o charakteru terapeutické intervence a časovém průběhu výzkumného procesu. Na základě získaných informací pacienti poskytli písemný informovaný souhlas. Znění informovaného souhlasu viz Příloha 1.

Po celou dobu byla dodržována anonymita jednotlivých pacientů a jejich data jsou zpracována pod pořadovými čísly. V použitém fotografickém materiálu byla provedena cenzura obličejových částí pacientů.

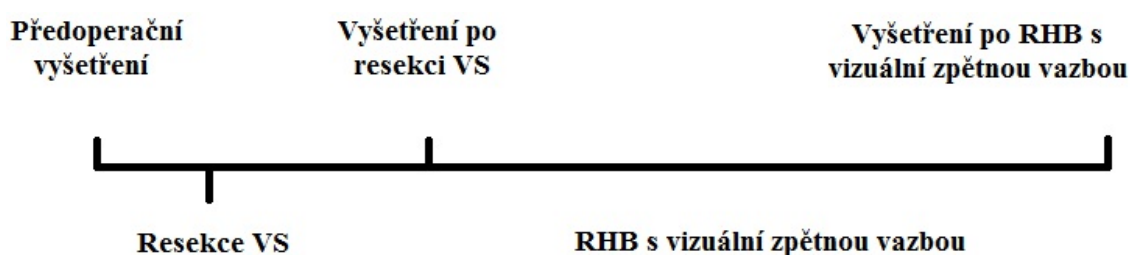
3.2 Metodika vyšetření

V období od ledna do konce roku 2014 byli pacienti vyšetřováni ve třech fázích.

První vyšetření pacientů proběhlo před resekci vestibulárního schwannomu, zpravidla dva dny před plánovanou operací.

Druhé vyšetření pacienti podstoupili nejčastěji pátý den po operaci v době před zahájením terapeutické intervence s vizuální zpětnou vazbou, kdy byli hospitalizováni na Jednotce intenzivní péče nebo standartním lůžkovém oddělení Kliniky ORL a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN Motol a byli schopni se samostatně nebo s dopomocí dopravit do laboratoře na stabilometrické vyšetření.

Závěrečné vyšetření pacientů se uskutečnilo před ukončením jejich hospitalizace po absolvování terapie s vizuální zpětnou vazbou. Čas ukončení hospitalizace pacientů po resekci vestibulárního schwannomu byl poměrně variabilní v závislosti na jejich klinickém stavu a míře pooperačních komplikací.



Obrázek 6. Znáznornění časové osy průběhu jednotlivých vyšetření (Zdroj: vlastní)

Vyšetřovací protokol byl shodný pro předoperační, pooperační fázi i fázi po ukončení terapeutické intervence pomocí vizuální zpětné vazby a zahrnoval stabilometrické vyšetření pomocí přístroje Synapsys Posturography System, vyšetření subjektivní vizuální vertikály pomocí jednoduché kbelíkové metody (The Bucket Method) a dotazníkové vyšetření prostřednictvím dotazníku The Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC).

3.2.1 Posturografické vyšetření

Posturografie je vyšetření, které umožňuje komplexní analýzu stoje u pacientů s poruchami rovnováhy. V klinické praxi dnes posturografii používáme zejména k objektivní kvantifikaci poruch stability. Jedná se tedy o objektivní metodu, která není zatížena subjektivní interpretací, a výsledky mohou být dokumentovány graficky a numericky (Vališ M. et al., 2012, s. 317). Vyšetření také umožňuje sledování vývoje onemocnění v čase, popřípadě posouzení efektu léčby (Čákr O. et al., 2012, s. 91).

Stabilometrické vyšetření pacientů probíhalo na přístroji Synapsys Posturography System od francouzské firmy Synapsys. Základ tohoto systému tvoří stabilometrická plošina o velikosti 50 cm × 50 cm, ve které se nachází celkem tři tlakové senzory, senzor 1 vpředu uprostřed plošiny, senzory 2 a 3 v pravém a levém zadním rohu plošiny. Pomocí těchto senzorů stabilometrická plošina umožňuje při vzorkovací frekvenci 100 Hz zaznamenávat působení reakční síly těla vyšetřovaného, Center of Pressure (COP, Centrum of Foot Pressure; body's Center of Force, COF) jak ve statických, tak dynamických podmínkách. Podle Vališe M. et al. se v principu v případě statické stabilometrie jedná o objektivizaci subjektivního hodnocení stoje. (Vališ M. et al., 2010, s. 22).

Vyšetření posturálních funkcí jsme u pacientů prováděli pomocí testu „Limits of stability“ a modifikovaného The Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB), a to v běžných podmínkách (bez modifikace sensorického vstupu) a dále při změnách sensorických podmínkách s vyřazením zrakové kontroly a změně vestibulárního a proprioceptivního vstupu (viz Obrázek 7 a 8).



Obrázek 7 a Obrázek 8 Ukázka stabilometrického vyšetření pacientů po resekci vestibulárního schwannomu (Zdroj: vlastní fotografie)

Měření stoje vyšetřovaného zahrnovalo čtyři odlišné podmínky (viz Tabulka 2): (1) stoj s otevřenými očima na pevné podložce, (2) stoj se zavřenými očima na pevné podložce, (3) stoj s otevřenými očima na pěnové podložce a (4) stoj se zavřenými očima na pěnové podložce, viz Tabulka 2. V případě vyšetření s očima otevřenými byl pacient poučen, aby opticky fixoval obrázek umístěný v úrovni jeho očí na stěně před ním.

Tabulka 2. Čtyři odlišné podmínky vyšetřované na stabilometrické plošině (OO – oči zavřené, ZO – zavřené oči)

Podmínka	Podložka	Zrak (OO/ZO)	Aktivita	Čas vyšetření
1.	pevná	OO	stoj	51 s
2.	pevná	ZO	stoj	51 s
3.	pěnová	OO	stoj	51 s
4.	pěnová	ZO	stoj	51 s

V průběhu každého vyšetření, trvajícího 51 sekund, byl pacient instruován, aby stál vzpřímeně, držel ruce podél těla a nedotýkal se jistího zábradlí, umístěného okolo něho. Chodidla při vyšetření svírají úhel 30 stupňů a jejich vnitřní hrany kopírují modrou linii na snímací plošině.

Pro účely této diplomové práce byly využity následující parametry: délka trajektorie CoP (v mm), plocha konfidenční elipsy CoP (v mm²) a průměrná rychlost pohybu CoP (v mm/s). Každé podržení se pacienta o jistí zábradlí, pacientův pád či zachycení pacienta terapeutem bylo zaznamenáno.

3.2.2 Vyšetření SVV

Způsob vyšetření SVV u pacientů po resekci VS byl převzat ze studie Zwergala A. et al. (2009). K měření SVV je využita tzv. kbelíková metoda (The Bucket Method), kterou Zwergal A. et al. ve své studii srovnává s vyšetřením SVV pomocí hemisférického dómu a považuje ji za lehce dostupnou, levnou, rychlou a spolehlivou metodu.

K měření je využit světlý válec (kbelík). Z vnější strany dna kbelíku se nachází úhломěr a tenké lanko s oloveným závažím, které ukazuje směr zemské vertikály a prochází středem úhломěru, tedy nultým stupněm. Vnitřní stranu kbelíku protíná tmavá přímka, jejíž vertikální směr je shodný se zemskou vertikálou a nultým stupněm na úhломěru z vnější strany.

V průběhu měření pacient vzpřímeně sedí a hledí na tmavou linii na dně neprůhledného kbelíku (viz Obrázek 9). Jeho vizuální pole je zcela zakryto, a proto je vizuální orientace z okolí nemožná. Při vyšetření vyšetřující osoba drží kbelík, vychýlí vertikální linii a poté ji pomalu navrácí zpět. Pacient je instruován, aby ohlásil moment, kdy vychýlenou vnitřní linii vnímá opět ve vertikálním postavení. Vyšetření se provádí vychýlením vertikální linie střídavě třikrát na každou stranu. Celkem vznikne tedy 6 měření.

Stupně odchýlení SVV od skutečné vertikály jsou poté odečteny z úhломěru.



Obrázek 9. Vyšetření pomocí The Bucket Method (Zdroj: vlastní fotografie)

3.2.3 Vyšetření pomocí Activities-specific Balance Confidence Scale (ABC)

Do vyšetřovacího protokolu jsme zařadili dotazníkové testování Activities-specific Balance Confidence Scale, převzaté od Powella L. E. a Myerse A. M. (1995). Tento dotazník subjektivně hodnotí sebedůvěru k vlastní rovnováze při vykonávání všedních denních aktivit (procházení se kolem domu, chůze po schodech/ze schodů, chůze do kopce/z kopce, pohyb po zledovatělé ploše, pohyb na eskalátorech, apod.) (Georgescu M. et al., 2012). Dotazník obsahuje 16 položek a u každé procentuálně vyjadřuje stupeň jistoty ve vykonávání popsané aktivity. 100 % znamená, že si je pacient ve vykonávání aktivity zcela jistý a nemá problém s rovnováhou, naopak 0 % znamená pacientovu nedůvěru ke svým rovnovážným schopnostem.

V této diplomové práci jsou zpracovány pouze výsledky posturografického vyšetření. Hodnocení dotazníku ABC Scale SVV vypracovala ve své diplomové práci Anna Markvartová, která se na celém výzkumu podílela.

3.3 Terapie s využitím vizuální zpětné vazby

Trénink pomocí vizuální zpětné vazby probíhal zprvu na JIP, později na I. nebo II. lůžkové stanici Kliniky otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN v Motole. Pacienti byli do rehabilitačního programu zařazeni zpravidla 5. pooperační den (POD) a tento program byl ukončen v době propuštění pacientů z hospitalizace. Tréninkový program probíhal od 5. POD jednou denně a terapeutická jednotka trvala cca 10-20 min.

Trénink pomocí vizuální zpětné vazby byl realizován interaktivním rehabilitačním systémem Homebalance, jehož komponentami jsou tenzometrická plošina Wii Balance Board a s ní interagující tablet, poskytující pro pacienty audiovizuální zpětnou vazbu (viz Obrázek 10).



Obrázek 10. Terapie s využitím vizuální zpětné vazby pomocí systému Homebalance (Zdroj: vlastní fotografie)

Při tréninku stability je úkolem pacienta, stojícího na tenzometrické plošině, pohybovat zobrazeným objektem a plnit zadané úkoly.

Před samotným zahájením tréninkové jednotky a následně po jeho ukončení vždy probíhá standartní postup vyšetření:

- 1x stoj o zúžené bazi bez opory s OO po dobu 30 s
- 1x stoj o zúžené bazi bez opory se ZO po dobu 30 s
- 1x referenční dynamická scéna vždy ve stejné sekvenci zadaných pozic

V archivu výsledků je následně možné prohlédnout graf nejlepších výsledků, referenční hodnoty z každého tréninkového dne, statokineziogram a průběh polohy těžiště v jednotlivých osách. Pokud pacient nebyl schopný stoje o zúžené bazi, bylo možné měřit stoj o širší bazi.

K terapii pacientů je možné využít dvě terapeutické scény:

Terapeutická scéna Šachovnice – úkolem pacienta je přemísťovat zobrazený objekt v podobě malé zeměkoule (viz Obrázek 5) k červeně vyznačenému poli na šachovnici. Pokud je dosaženo správné pozice na vybraném poli, toto pole se rozsvítí

zeleně a objeví se další červeně svítící pole na jiné pozici, které má pacient dosáhnout. Po splnění celé úlohy se objeví tabulka s výsledným časem trvání terapie. V terapeutické scéně je možné nastavit různé varianty sekvencí pozic objektu na šachovnicovém poli, např.

- *Diagonály* – úloha začíná z prostředku šachovnice a pacient se postupně dostává do všech rohů šachovnice
- *Střídání pata – špička* – od středu šachovnice se rozsvěčují postupně políčka vertikálně střídavě na horní a dolní prostřední pole
- *Spirála levá/pravá* – pole se rozsvěčují od středu šachovnice do útvaru pravé/levé spirály
- *Kříž* – od prostředku šachovnice se postupně rozsvěčují pole ve tvaru kříže
- *Náhodná cesta* – náhodné rozmístění rozsvícených polí
- *Diagnostika* – rovnoměrně rozsvícené pozice
- *Levá/pravá špička* – cvičení zaměřené na zatížení levé/pravé špičky
- *Levá/pravá pata* – cvičení zaměřené na zatížení levé/pravé paty
- *Malé výchylky* – jedná se o velmi malé výchylky ze středu šachovnice

Obtížnost jednotlivých pozic lze nastavit pomocí vyžadovaného času setrvání na pozici, maximálního času měření a citlivosti plošiny. Citlivost plošiny je možné nastavit podle váhy uživatele a cíle terapie. V případě nejvyšší citlivosti je pro pacienta jednodušší zobrazený objekt přemístit, naopak obtížnější pro něj je setrvat v určitém místě bez vychýlení.

Terapeutická scéna Vesmír – jedná se o kombinovanou terapii poruch rovnováhy a kognitivních funkcí. Na počátku terapie je vyznačena jedna pozice v kruhu roztočených planet. Po jejím vymizení má pacient přemístit svým těžištěm objekt a vytrvat v dané pozici 1 s. Po správném určení pozice pacient navrací objekt zpět do středu terapeutické scény. Po návratu se postupně objeví tentokrát dvě pozice, které má pacient za úkol ve správném pořadí přemístit na dané pozice. Sekvence pozic se po správných odpovědích v další ukázce prodlouží vždy o jednu (Informace o systému Homebalance převzaty z manuálu).

3.4 Statistické zpracování dat

Statistická analýza dat byla zpracována v programu Microsoft Office Excel 2010 a programu Statistica. Z naměřených hodnot jednotlivých parametrů byly vypočteny průměry a směrodatné odchyly, a to před operací, po operaci a po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou. K vypočtení statistické významnosti dosažených změn v jednotlivých parametrech byla použita vícefaktorová ANOVA a Fisher LSD post hoc testování. Pro zamítnutí nulových hypotéz byla stanovena hladina statistické významnosti $p < 0.05$.

4 VÝSLEDKY

4.1 Průměrná rychlost pohybu CoP

Tabulka 3 poskytuje přehled základních statistických charakteristik parametru průměrná rychlost CoP (mm/s).

Tabulka 3. Parametr průměrná rychlost, neboli mean velocity, a to ve stoji 1 (pevná podložka, OO), ve stoji 2 (pevná podložka, ZO), stoji 3 (pěnová podložka, OO), stoji 4 (pěnová podložka, ZO)

Průměrná rychlost CoP (mm/s)

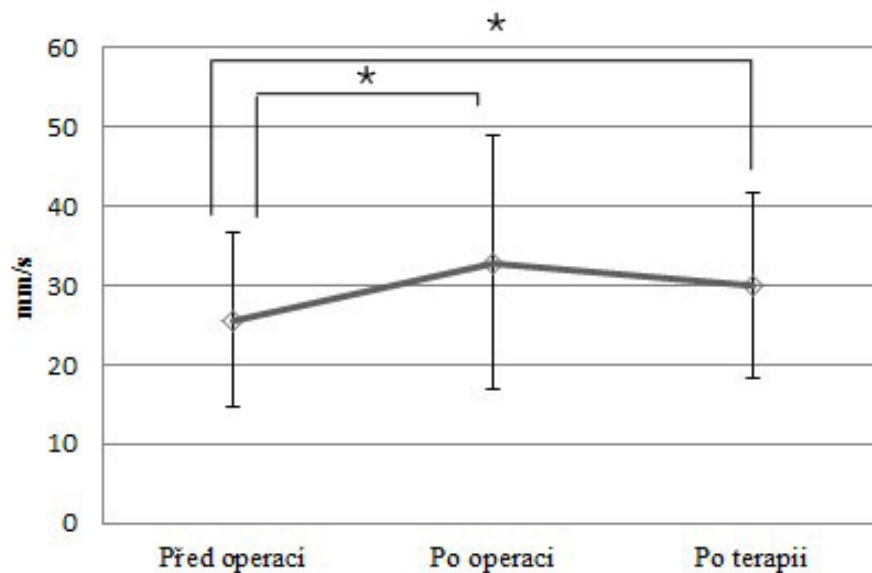
		průměr	min	max	SD
stoj 1	Před operací	8.5	5.8	12.9	2.2
	Po operaci	10.4	7.3	14.9	2.4
	Po RHB	9.7	5.6	13.2	2.4
stoj 2	Před operací	13.9	6.6	38.6	7.1
	Po operaci	16.7	8.3	36	6.4
	Po RHB	16.2	8	28.1	5.9
stoj 3	Před operací	18.2	11.3	32.2	5.5
	Po operaci	20.7	11.9	32.3	6.7
	Po RHB	18	11	29.7	4.7
stoj 4	Před operací	62.1	27.6	128.7	28.9
	Po operaci	83.9	26.1	205.4	49.2
	Po RHB	76.1	24.5	142.37	34.1
1 + 2 + 3 + 4	Před operací	25.7	5.7	128.7	26.1
	Po operaci	32.9	7.3	205.4	38.7
	Po RHB	30	5.6	142.4	31.7

Průměrná rychlost parametrů CoP v předoperačním stabilometrickém vyšetření, vypočtena jako průměr všech podmínek (1–4) je 25.7 ± 26.1 mm/s. V pooperačním období průměrná rychlost parametru CoP, vypočtena jako průměr všech podmínek (1-4), je 32.9 ± 38.7 mm/s, a po absolvování rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby zaznamenáváme hodnotu 30 ± 31.7 mm/s.

Se zvolenou hladinou statistické významnosti $p < 0.05$ dochází při pooperačním měření oproti předoperačním hodnotám ke statisticky významnému zvýšení parametru průměrná rychlost CoP viz Graf 5.

Zaznamenáváme také statisticky signifikantní odstup mezi průměrnými hodnotami předoperačního vyšetření a hodnot naměřených po absolvování RHB s vizuální zpětnou

vazbou. Odstupy předoperačního vůči pooperačnímu a předoperačního vůči porehabilitačnímu vyšetření jsou signifikantní samotné, ale již ne v interakci s jednotlivými podmínkami (pevná/pěnová podložka, OO/ZO). Odstup mezi průměrnými hodnotami pooperačního vyšetření a vyšetření po RHB s vizuální zpětnou vazbou se signifikantně neliší.



Graf 5. Průměrná rychlost pohybu CoP měřena před operací, po resekci VS a po RHB s vizuální zpětnou vazbou, zastřešující linie a * vyznačují signifikantní rozdíly

4.2 Délka trajektorie CoP

Přehled základních statistických charakteristik parametru délka trajektorie CoP shrnuje Tabulka 4.

Tabulka 4. Parametr délka trajektorie CoP (mm), neboli Sway path, měřena před operací, po operaci a po absolvování RHB pomocí vizuální zpětné vazby, a to ve čtyřech podmínkách: stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO)

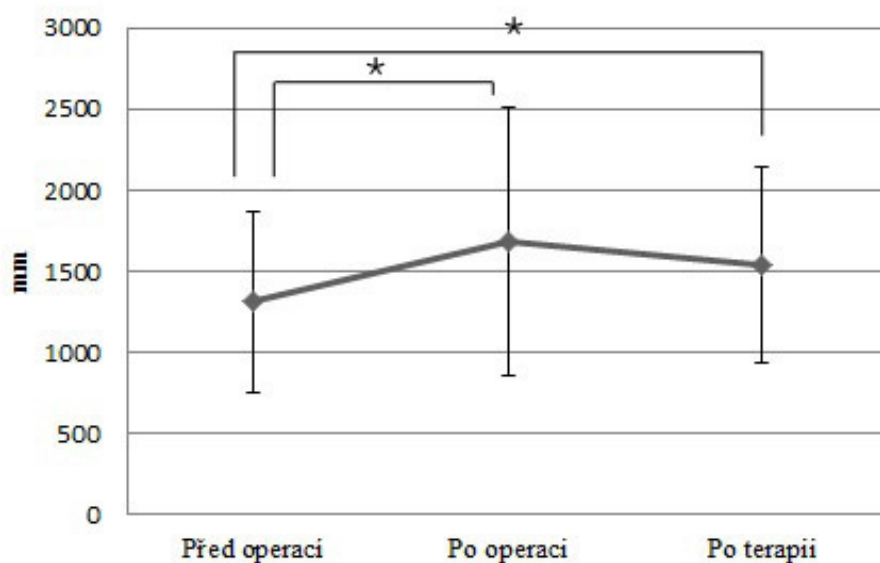
Délka trajektorie CoP (mm)		průměr	min	max	SD
stoj 1	Před operací	433.3	295	657.4	111.3
	Po operaci	532.7	371.8	760.7	124.7
	Po RHB	497.3	287.6	675.5	124
stoj 2	Před operací	715.6	337	1973.3	365.4
	Po operaci	852.7	425.7	1843.6	326.5
	Po RHB	830.4	410.1	1435.8	300.6
stoj 3	Před operací	929	580.1	1645.1	279.3
	Po operaci	1057.1	606.5	1652.3	310.8
	Po RHB	921	563.6	1517.3	240.9
stoj 4	Před operací	3177.6	1411	6585.6	1479.9
	Po operaci	4294	1334.7	10510.8	2519.8
	Po RHB	3893.8	1255.9	7285.8	1747
1 + 2 + 3 + 4	Před operací	1313.9	295	6585.6	1335.8
	Po operaci	1684.1	371.9	10510.8	1978.4
	Po RHB	1535.6	287.6	728.8	1635.8

Předoperační hodnota parametru délka trajektorie CoP, vypočtena jako průměr všech stabilometrických podmínek, tedy stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO) je 1313.9 ± 1335.8 mm. Pooperační hodnota délky trajektorie CoP, vypočtena jako průměr podmínek stoj 1 – stoj 4 je 1684.1 ± 1978.4 mm. Průměrná hodnota parametru délka trajektorie, měřena stejným způsobem, činí v období po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou 1535.6 ± 1635.8 mm.

Při stanovené hladině statistické významnosti $p < 0,05$ zaznamenáváme podobně jako u průměrné rychlosti CoP signifikantní zvýšení pooperačních hodnot parametru délka trajektorie CoP oproti předoperačním hodnotám.

Statisticky významně se opět, podobně jako u průměrné rychlosti CoP, liší předoperační průměrné hodnoty parametru délka trajektorie oproti hodnotám, zaznamenaným po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou. Odstupy předoperačního vůči pooperačnímu a předoperačního vůči porehabilitačnímu vyšetření jsou signifikantní samotné, ale již ne v interakci s jednotlivými podmínkami (pevná/pěnová podložka, OO/ZO).

Průměrná délka trajektorie v pooperačním období se oproti průměrné délce trajektorie v období po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou statisticky neliší (viz Graf 6).



Graf 6. Parametr délka trajektorie CoP, měřena před operací VS, po resekci VS a po absolvování terapie s využitím vizuální zpětné vazby, zastřešující linie a * vyznačují signifikantní rozdíly

4.3 Plocha konfidenční elipsy CoP

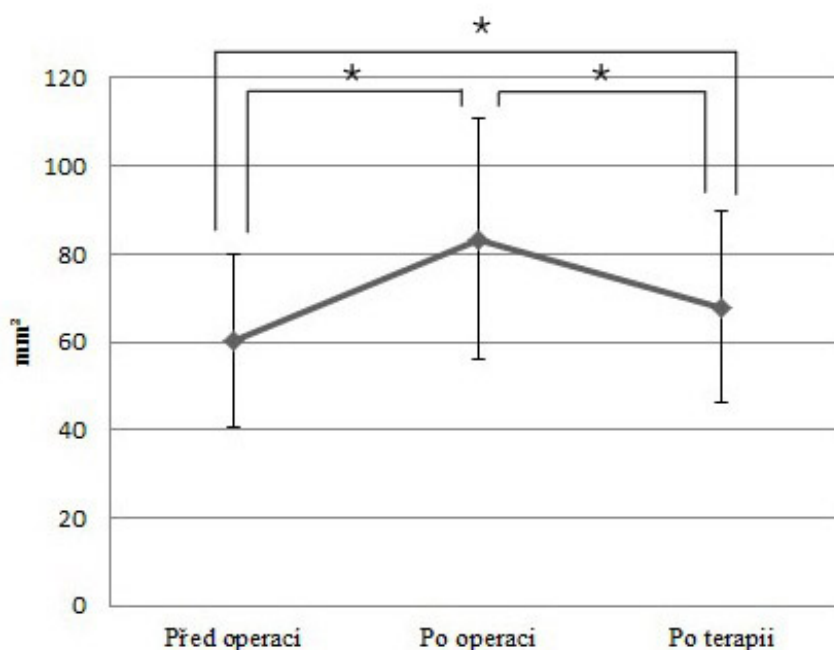
Přehled základních statistických charakteristik parametru plocha konfidenční elipsy CoP poskytuje Tabulka 5.

Tabulka 5. Parametr délka trajektorie CoP (mm), neboli Sway path, měřena před operací, po operaci a po absolvování RHB pomocí vizuální zpětné vazby, a to ve čtyřech podmínkách: stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO)

Plocha konfidenční elipsy CoP (mm²)		průměr	min	max	SD
stoj 1	Před operací	34.5	23.3	63.1	9.5
	Po operaci	49.3	29.9	91.2	18.8
	Po RHB	39.6	21.9	59.9	12.2
stoj 2	Před operací	38.2	25.5	104.6	16.7
	Po operaci	50.6	28.6	91.5	16.2
	Po RHB	42.4	18.5	94.1	16
stoj 3	Před operací	54.6	35.6	96.6	14.2
	Po operaci	70	44.6	113.5	19.4
	Po RHB	53.8	32.4	85.8	13.1
stoj 4	Před operací	114	62.2	206.3	38.6
	Po operaci	162.6	82.2	321.3	55.5
	Po RHB	135.7	67.4	240.8	45.8
1 + 2 + 3 + 4	Před operací	60.3	23.3	206.3	39
	Po operaci	83.1	21.9	321.3	56.4
	Po RHB	67.9	18.5	240.8	47.2

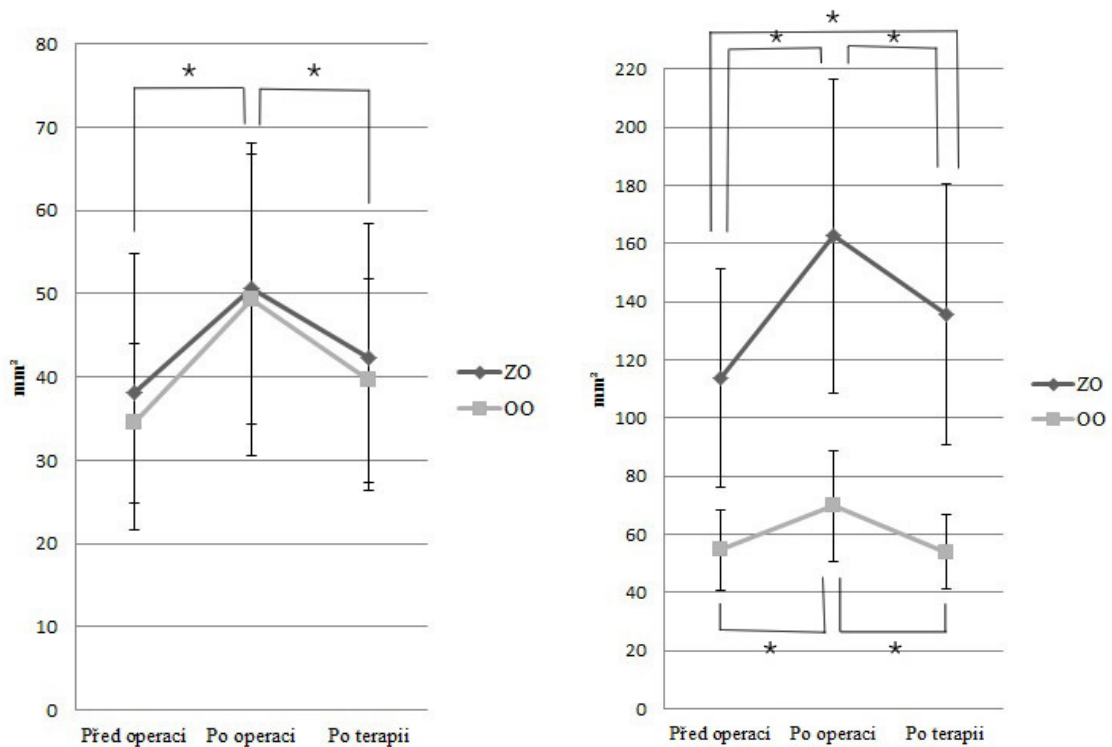
Předoperační hodnota parametru plocha konfidenční elipsy CoP, vypočtena jako průměr všech stabilometrických podmínek, tedy stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO) je $60.3 \text{ mm} \pm 39 \text{ mm}^2$. Pooperační hodnota parametru plocha konfidenční elipsy, vypočtena jako průměr stoje 1-4 činí $83.1 \pm 56.4 \text{ mm}^2$. Po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou hodnota parametru plocha konfidenční elipsy, vypočtena jako průměr stoje 1-4, činí $67.9 \pm 47.2 \text{ mm}^2$.

Při stanovené hladině statistické významnosti $p < 0.05$ zaznamenáváme signifikantní zvýšení pooperační hodnoty parametru plocha konfidenční elipsy, oproti hodnotě předoperační. Na rozdíl od parametrů délka trajektorie CoP a průměrná rychlost CoP zaznamenáváme statisticky významné snížení průměrných hodnot parametru plocha konfidenční elipsy v období po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou oproti pooperačním hodnotám. Zároveň se signifikantně liší také předoperační průměrná plocha konfidenční elipsy v porovnání s průměrnými hodnotami po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou viz Graf 7.



Graf 7. Průměrná plocha konfidenční elipsy měřena před operací, po resekci VS a po RHB s vizuální zpětnou vazbou, zastřešující linie a * vyznačují signifikantní rozdíly

Odstupy předoperačního oproti pooperačnímu a pooperačního oproti porehabilitačnímu vyšetření jsou signifikantní samotné a na rozdíl od parametrů délka trajektorie CoP a průměrná rychlost CoP je odstup jednotlivých měření plochy konfidenční elipsy signifikantní i v interakci s různými podmínkami (pevná/pěnová podložka, OO/ZO) viz Graf 8 a 9.



Graf 8. Porovnání průměrných hodnot parametru plocha konfidenční elipsy CoP před operací, po resekci VS a po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou. Graf 8 (vlevo) Plocha konfidenční elipsy CoP – pevná podložka, oči otevřené (OO)/ oči zavřené ZO a **Graf 9.** (vpravo) Plocha konfidenční elipsy CoP – pěnová podložka, oči otevřené (OO)/ oči zavřené (ZO), zastřešující linie s * vyznačují signifikantní rozdíly.

Průměrná hodnota parametru plocha konfidenční elipsy CoP v podmínkách na pevné podložce, OO je v předoperačním období $34.5 \pm 9.5 \text{ mm}^2$, pooperačně $49.3 \pm 18.8 \text{ mm}^2$, v období po RHB s vizuální zpětnou vazbou $39.6 \pm 12.2 \text{ mm}^2$. V podmínkách na pevné podložce, ZO jsou tyto hodnoty předoperačně $38.2 \pm 16.7 \text{ mm}^2$, pooperačně $50.6 \pm 16.2 \text{ mm}^2$, po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou $42.4 \pm 16 \text{ mm}^2$.

Při hladině statistické významnosti $p < 0.05$ nezaznamenáváme signifikantní rozdíl v parametru plocha konfidenční elipsy mezi OO a ZO na pevné podložce. Mezi předoperačními hodnotami a hodnotami po RHB s vizuální zpětnou vazbou není signifikantní rozdíl.

Průměrná hodnota parametru plocha konfidenční elipsy CoP v podmínkách na pěnové podložce, OO je v předoperačním období $54.6 \pm 14.2 \text{ mm}^2$, pooperačně $70 \pm 19.4 \text{ mm}^2$, v období po RHB s vizuální zpětnou vazbou $53.8 \pm 13.1 \text{ mm}^2$. Mezi

předoperačními hodnotami a hodnotami po RHB s vizuální zpětnou vazbou není signifikantní rozdíl. V podmínkách na pěnové podložce, ZO jsou tyto hodnoty předoperačně $114 \pm 38.6 \text{ mm}^2$, pooperačně $162.6 \pm 55.5 \text{ mm}^2$, po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou $135.7 \pm 45.8 \text{ mm}^2$.

Při hladině statistické významnosti $p < 0.05$ zaznamenáváme signifikantní rozdíl v parametru plocha konfidenční elipsy mezi OO a ZO v podmínkách na pěnové podložce. Mezi předoperačními hodnotami a hodnotami po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou v podmínkách na pěnové podložce se ZO je signifikantní rozdíl.

Po zhodnocení výsledků potvrzujeme hypotézu, že po operaci vestibulárního schwannomu dojde k signifikantnímu zhoršení stability stoje (zvýšení parametrů CoP při stabilometrickém vyšetření) oproti stavu před operací. Při zvolené statistické významnosti $p < 0.05$ došlo k signifikantnímu zvýšení parametrů průměrná rychlost CoP a délka trajektorie CoP i parametru plocha konfidenční elipsy.

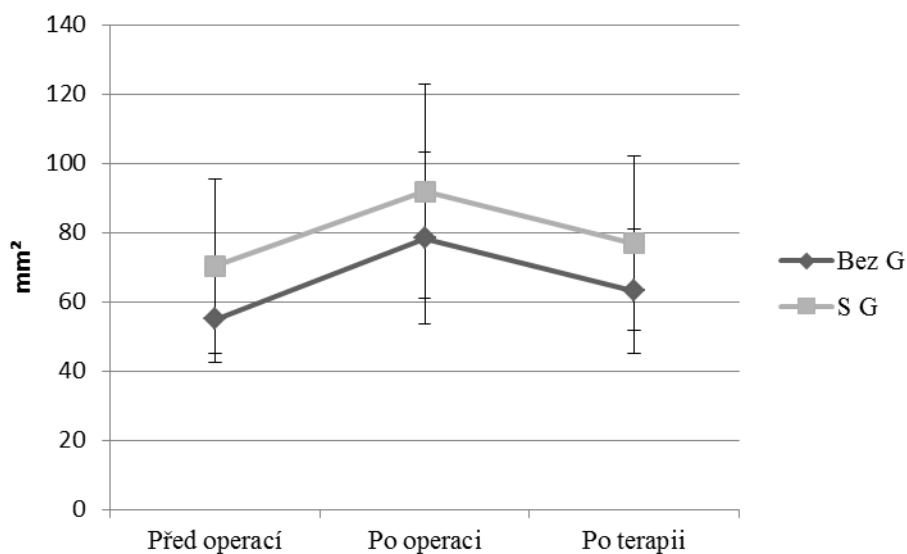
Hypotézu, která tvrdí, že po absolvování rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby dojde k signifikantnímu snížení hodnot CoP, jsme nepotvrdili. K signifikantnímu snížení došlo pouze v parametru plocha konfidenční elipsy CoP. V parametrech délka trajektorie CoP a průměrná rychlost CoP jsme signifikantní snížení hodnot nezaznamenali.

4.4 Vliv gentamicinu na změny parametru CoP

Zatímco v parametrech průměrná rychlost CoP ani délce trajektorie CoP signifikantní rozdíl mezi skupinou podstupující aplikaci gentamicinu před resekci VS a skupinou bez aplikace není, hraničně signifikantní rozdíl mezi skupinami nacházíme v parametru plocha konfidenční elipsy CoP ($p = 0.0685$). Hypotéza, která tvrdí, že aplikace gentamicinu má vliv na kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období, nebyla potvrzena.

Ve skupině pacientů, kterým byl před resekci VS aplikován transtympanicky gentamicin, předoperační průměrné hodnoty parametru plocha konfidenční elipsy CoP je $70.2 \pm 51.4 \text{ mm}^2$, pooperačně $91.8 \pm 64.9 \text{ mm}^2$, po RHB s vizuální zpětnou vazbou $76.8 \pm 50.2 \text{ mm}^2$.

Průměrné hodnoty plochy konfidenční elipsy pacientů, kteří aplikaci gentamicinu nepodstoupili, jsou předoperačně $55 \pm 29.7 \text{ mm}^2$, pooperačně $78.4 \pm 51.3 \text{ mm}^2$, po RHB s vizuální zpětnou vazbou $63.1 \pm 45.2 \text{ mm}^2$.



Graf 10. Vliv aplikace gentamicinu na vestibulární kompenzaci – rozdíl mezi skupinou s aplikovaným gentamicinem (S G) před resekci VS a skupinou bez gentamicinu (Bez G). Parametr plocha konfidenční elipsy CoP.

5 DISKUZE

Resekce vestibulárního schwannomu má za následek vznik častých komplikací, kterými jsou ztráta sluchu, tinitus, paréza nervus facialis, bolesti hlavy a rovnovážné problémy. V literatuře se frekvence a dopad těchto symptomů značně liší, svou pozornost si získaly kvůli dopadu na kvalitu každodenního života pacientů (Vereck L., et al., 2008, s. 698).

Abnormality v posturální stabilitě bývají často přítomné v akutním stádiu po resekci VS, zároveň se ale stávají jejím dlouhodobým následkem. Levo H. et al. (2004) popisuje abnormální posturální nálezy u 31 % se zrakovou kontrolou a u dokonce u 62 % těchto pacientů bez zrakové kontroly s odstupem pěti až sedmi let po operaci. Ve studii Lynn S. G. et al. (1999) vykazovalo 65 % z celkem 237 pacientů perzistující nerovnováhu, která pro ně znamenala ovšem pouze mírnou nepříjemnost. Na druhou stranu v retrospektivní studii, prováděné v období od šesti měsíců do šesti let po resekci VS, 14,3 % ze 130 pacientů vnímalo sníženou posturální kontrolu jako jejich nejvýraznější obtíž (Rigby P. L. et al., 1997).

Pozitivní vliv vestibulární rehabilitace na stabilizační schopnosti v akutním stádiu po ablaci VS byl analyzován v mnoha studiích (Herdman S. J. et al., 1995; Strupp M. et al., 1998; Levo et al., 2004; Choy N. L. et al., 2006; aj.). Naopak nejistý efekt vestibulární rehabilitace na zlepšení rovnováhy v akutním stádiu po resekci VS pozorovali autoři Mruzek M. et al (1995), Cohen H. S. et al. (2002), Vereck L. et al. (2008).

Existují studie dokládající fakt, že vizuální zpětná vazba, zakomponována do programu vestibulární rehabilitace, by mohla napomoci urychlení kompenzačních mechanismů u vestibulárních poruch. Sparrer I. et al. (2013) se ve své kohortové studii zabýval účinkem herní konzole Nintendo Wii Balance Board, jako vizuálního kompenzačního prostředku u pacientů po akutní vestibulární neuritidě. Jeho výsledky ukázaly, že pacienti trénující s vizuálním zpětnovazebným systémem vyžadovali oproti kontrolní skupině v průměru o 2,4 dne kratší hospitalizaci. Využitím visuo-vestibulárního biofeedbacku pomocí stabilometrické plošiny STP-3 se zabýval český autor Hahn A. et al. (2001). Zjistil, že se po třech týdnech tréninku přechodně snížily posturografické parametry (area a dráha) u pacientů s Menièreovou chorobou a trvale u

pacientů s vestibulární neuritis, s menším efektem i u pacientů s vertebrobasilární insuficiencí.

Nicméně stále chybí dostatek důkazů, zda-li trénink rovnováhy pomocí vizuální zpětné vazby může zlepšit posturální stabilitu po resekci vestibulárního schwannomu. V České republice se tímto tématem zabýval pouze Čákrta O. et al. (2010). Jeho studie prokázala, že dvoutýdenní individuální trénink rovnováhy, založený na principu vizuální zpětné vazby, zlepšuje posturální kontrolu při stožení na měkké podložce se zavřenými očima oproti kontrolní skupině.

Právě z důvodu rozšíření znalostí v této problematice jsme se v experimentální části diplomové práce zaměřili na hodnocení efektu rehabilitace s vizuální zpětnou vazbou v raném pooperačním období u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu s cílem podpořit vestibulární kompenzaci a přiblížit rovnovážné schopnosti pacientů k předoperačnímu stavu.

Je však nutné upozornit na skutečnosti, které odlišují naši práci od studie Čákrta O. et al. (2010). Zásadním rozdílem je především absence kontrolní skupiny v naší studii. Porovnání výsledků jsme mohli provést pouze v závislosti na odstupu jednotlivých měření v rámci jedné skupiny. Odlišný byl také počet dnů, po které se pacienti účastnili tréninku s vizuální zpětnou vazbou. Oproti zmíněné studii pacienti v naší práci absolvovali trénink po dobu 2 až 10 dnů, viz Příloha 2 (nikoliv 14 dnů) v závislosti na termínu ukončení hospitalizace. Dalším rozdílem byla volba objektivního vyšetření, v našem případě pomocí Synapsys Posturography System, nikoliv Balancemaster a jiná volba hodnocených parametrů CoP.

Naše hypotézy byly vytvořené na základě předpokládaných změn v průběhu posturografického měření.

První hypotézu, která tvrdila, že po operaci vestibulárního schwannomu dojde k signifikantnímu zhoršení stability stožení (zvýšení parametrů CoP při stabilometrickém vyšetření) oproti stavu před operací, jsme potvrdili. Ve všech třech parametrech skutečně došlo k signifikantnímu zvýšení hodnot parametrů CoP (délka trajektorie CoP se v průměru zvýšila o 370.2 mm, průměrná rychlost CoP o 7.2 mm/s a plocha konfidenční elipsy o 22.7 mm²). Stejně tak, jako v případě naší studie, zaznamenali japonští autoři Uehara N. et al. (2011) první týden po odstranění VS signifikantní zvýšení parametrů průměrná délka trajektorie ($p = 0.0019$) a plocha konfidenční elipsy ($p = 0.0007$) oproti předoperačním hodnotám, ale jen v případě skupiny pacientů

s určitou mírou předoperační kalorické odpovědi. Tento vývoj jsme očekávali z důvodu závažnosti a délky operačního výkonu a možného vzniku komplikací. Operace velkých tumorů mohou podle Zvěřiny E. et al. (2010) trvat i více než 10 hodin. Nejdéší operace ve vzorku našich pacientů trvala 8 a čtvrt hodiny u muže s pravostranným VS o velikosti 28 x 28 x 27 mm, v porovnání s ostatními u tohoto pacienta nebyly pozorovány znatelně vyšší hodnoty parametrů CoP. Také Levo H. et al. (2004) zaznamenal ve své studii nejvyšší hodnoty parametru průměrná rychlost pohybu CoP při OO i ZO právě jeden týden po resekci VS. Podle Cohen H. S. et al. (2002) jsou pacienti okamžitě po resekci VS extrémně vertiginózní a v době, kdy jsou schopni vertikalizovat se z nemocničního lůžka, zažívají závažné disequilibrium. Tato skutečnost se u několika našich pacientů projevila neschopností dopravit se samostatně z lůžka do laboratoře na posturografické vyšetření a bylo třeba využít invalidního vozíku.

Jak již bylo řečeno, předoperační hodnoty parametrů CoP byly signifikantně nižší oproti pooperačním. Podle Gaucharda C. G. et al. (2003) se dobrá posturální kontrola projevuje především nízkými hodnotami parametrů sway path a area. Zároveň ale nejsme schopni z důvodu absence kontrolní skupiny konstatovat, jak byly předoperační hodnoty parametrů CoP odlišné od hodnot zdravé populace. Ve studii Bergsona E. et al. (2005) mělo abnormální předoperační posturografické hodnoty v The Sensory Organization Test 17 z 21 pacientů (81 %), především v podmínkách 5 a 6. Nicméně autoři nenalezli korelaci mezi závažností předoperačních posturografických abnormalit a pooperačním stavem balančních funkcí. Tento vztah v naší studii nebyl analyzován.

Druhou hypotézu, která tvrdí, že po absolvování rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby dojde k signifikantnímu snížení hodnot CoP, se nám nepodařilo potvrdit. V parametrech délka trajektorie CoP a průměrná rychlost CoP jsme signifikantní snížení hodnot nezaznamenali. Signifikantní rozdíl v těchto dvou parametrech byl pozorován mezi předoperačním vyšetřením a vyšetřením po RHB s vizuální zpětnou vazbou, což by mohlo naznačovat fakt, že se pacienti nestačí navrátit k předoperační úrovni posturální stability. Je nutné konstatovat, že vyšetření po RHB s vizuální zpětnou vazbou v případě naší studie bylo prováděno přibližně devátý až šestnáctý pooperační den v závislosti na dni propuštění pacienta z hospitalizace. Další následné vyšetření s delším časovým odstupem neprobíhalo. Ve většině ostatních studií byl stav posturální stability stabilometricky analyzován v delším časovém odstupu od resekce VS.

Například Strupp M. et al. (1998) ve své práci pozoroval signifikantní rozdíl ($p < 0.001$) mezi skupinou bez specifického vestibulárního tréninku a skupinou s vestibulárním tréninkem v parametru sway path až třicátý den po manifestaci akutní vestibulární neuritidy. Australští autoři Choy N. L. et al. (2006) v observační studii měřili 12 pacientů pomocí počítačové posturografie s odstupem minimálně tři měsíců od operačního zákroku a zjistili signifikantní rozdíl mezi pacienty, kteří neabsolvovali vestibulární trénink a zdravou kontrolní skupinou v parametru sway path. Opět zde narážíme na limitaci naší studie v podobě absence kontrolní studie, kvůli čemuž je obtížné porovnávat naše výsledky s výsledky těchto studií.

Na druhou stranu ve studii Čakrta O. et al. (2010) byl signifikantní rozdíl v parametrech rychlost pohybu CoP v podmínkách se ZO na pěnové podložce mezi skupinou podstupující RHB s vizuální zpětnou vazbou a kontrolní skupinou znatelný již po dvou týdnech rehabilitačního programu. Je tedy možné, že pokud by všichni naši pacienti absolvovali trénink s vizuální zpětnou vazbou celé dva týdny (nikoliv pouze 2 terapeutické jednotky, jak tomu bylo u 7 pacientů), bylo by porehabilitační signifikantní snížení hodnot parametrů pozorováno i v parametrech rychlost pohybu CoP a délka trajektorie CoP.

K signifikantnímu snížení hodnot došlo pouze v parametru průměrná plocha konfidenční elipsy CoP. Po operaci VS průměrná hodnota plochy konfidenční elipsy činila $83.1 \pm 56.4 \text{ mm}^2$, po RHB s vizuální zpětnou vazbou se tato hodnota snížila na $67.9 \pm 47.2 \text{ mm}^2$.

Odstup pooperačního měření oproti měření porehabilitačním byl v parametru plocha konfidenční elipsy signifikantní i v interakci s různými podmínkami (OO/ZO, pevná/pěnová podložka). Ve stoji 1 (OO/pevná podložka) došlo ke snížení z pooperační hodnoty $49.3 \pm 18.8 \text{ mm}^2$ na porehabilitační hodnotu $39.6 \pm 12.2 \text{ mm}^2$. V stoji 2 (ZO/pevná podložka) z pooperačních hodnot $50.6 \pm 16.2 \text{ mm}^2$ na porehabilitační $42.4 \pm 16 \text{ mm}^2$. Ve stoji 3 (OO/pěnová podložka) jsme zaznamenali snížení z pooperačních hodnot $70 \pm 19.4 \text{ mm}^2$ na porehabilitační $53.8 \pm 13.1 \text{ mm}^2$. Ve stoji 3 byly patrné dokonce porehabilitační hodnoty nižší (nikoliv signifikantně), než předoperační. Tento fenomén by mohl podle Parietti – Winklera C. et al. (2006) souviset s nevhodnou centrální kompenzací během nádorového růstu a porehabilitačně s využíváním lepších strategií (distoproximální sekvence svalové aktivace) k udržení stability.

Nenašli jsme statisticky významný rozdíl mezi předoperačním a porehabilitačním vyšetřením ve stojích 1, 2 ani 3. Signifikantní rozdíl mezi předoperačním a porehabilitačním vyšetřením byl pozorován pouze ve stojích 4 (ZO/pěnová podložka). Výsledky našeho měření ukazují, že se posturální stabilita pacientů dříve normalizuje v lehčích situacích (především s OO, na pevné podložce a jejich kombinacích) a již v období propuštění z hospitalizace se navrací k předoperačním hodnotám. Naopak v těžších podmínkách, při vyřazení somatosenzorického a vizuálního vstupu (stoj 4 – ZO/pěnová podložka), se stav posturální stability k předoperačním hodnotám navrátit nestihne.

Významný rozdíl ve stabilometrickém měření The Clinical Test for Sensory Integration of Balance mezi pacienty po resekci VS a kontrolní zdravou skupinou se ZO na pěnové podložce našli také australští autoři Choy N. L. et al. (2011). Tato skutečnost pro nás nicméně není překvapující, neboť v těchto ztížených podmínkách (bez vizuálního a somatosenzorického vstupu) hraje vestibulární systém hlavní roli v udržování stability (Horak F. B. at Shupert Ch. L., 2000) a je nejpatrnější vestibulární deficit.

Rozdílné chování a do značné míry i výpovědní hodnota parametru plocha konfidenční elipsy oproti průměrné rychlosti pohybu CoP a délce trajektorie CoP pro nás zůstává otázkou. V dohledané literatuře o odlišnosti tohoto parametru CoP od ostatních se s pojmem plocha konfidenční elipsy setkáváme spíše ve smyslu misinterpretace jejího výkladu mezi autory. Například Prieto T. E. (1993) používá definici, že „95 % konfidenční elipsy by mělo zahrnout přibližně 95 % všech bodů CoP“. Toto nesprávné pojetí uvádí na pravou míru autoři Schubert P. et Kirschner M. (2013) nebo Rocchi M. B. L. et al. (2005), kteří definují konfidenční elipsu jako elipsu, která s $(1 - \alpha)$ % pravděpodobností obsahuje CoP výkyvy. Jiný rozdíl mezi plochou konfidenční elipsy a ostatními parametry jsme nedohledali. Proto se domníváme, že signifikantní rozdíly parametru plocha konfidenční elipsy mohou být pouze zdánlivé a falešně zkeslené například malým počtem vyšetřených pacientů.

Třetí hypotéza, která tvrdí, že aplikace gentamicinu má vliv na kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období, se nám nepodařila potvrdit. Tímto tvrzením jsme chtěli prokázat, že předoperační odstranění zbývajících vestibulárních funkcí na straně růstu vestibulárního schwannomu nabídne možnost nastartovat pacientům bez užitečné úrovně sluchu již předoperačně proces vestibulární kompenzace

a vyhnout se pooperačnímu vertigu a dalším nežádoucím symptomům, plynoucím z náhlé vestibulární ztráty.

Aplikaci gentamicinu jako součást vestibulární „prehab“ využil švédský autor Magnusson M. et al. (2007, 2009) u 12 pacientů s mostomozekčovým tumorem a dosáhl ve všech případech eliminace spontánního pozičního nystagmu a subjektivních symptomů, normalizace posturálních funkcí předoperačně a rychlého pooperačního uzdravení. Hraničně signifikantní rozdíl jsme našli mezi skupinou s aplikovaným gentamicinem předoperačně a skupinou bez gentamicinu pouze v parametru plocha konfidenční elipsy CoP ($p = 0.0685$). V parametrech průměrná rychlost ani délce trajektorie statisticky významný rozdíl nalezen nebyl. Je nutné konstatovat, že ve skupině pacientů s předoperační aplikací gentamicinu bylo pouze sedm, oproti skupině bez gentamicinu, kterých bylo třináct, proto výsledky našeho zkoumání není možné sledovat statisticky vypovídající.

Na rozdíl od studie Magnussona M. et al. (2007, 2009) však naši pacienti neabsolvovali předoperační vestibulární trénink, trvající čtrnáct dní. Je tedy možné, že pokud by pacienti před resekci VS tohoto programu zúčastnili, byly by rozdíly mezi skupinami markantnější. Otázkou také je, zda aplikace gentamicinu provedená 2 měsíce před plánovanou resekci VS skutečně způsobí totální destrukci vestibulárního aparátu na straně léze. Podle Čady Z. (2014) by v době operace měl být vestibulární systém zničený minimálně na 70 %, ale není jisté, zda na celých 100 %.

Určitou limitaci naší studie představuje k hodnocení efektu terapie s vizuální zpětnou vazbou samotné stabilometrické vyšetření na přístroji Synapsyp Posturography System. Je možné, že nedosažení signifikantních rozdílů mezi pooperačním a porehabilitačním vyšetřením je dané tím, že testované parametry neposkytují dostatečně citlivou metodu pro zhodnocení změn posturální stability u pacientů po resekci VS.

Kalitová P. et al. (2013) v retrospektivní studii hodnotila elektronystagmografické a posturografické nálezy u pacientů, kteří byli indikováni k chirurgické léčbě VS. U 44 pacientů (19 žen, 25 mužů) posturograficky hodnotila stoj na pevné podložce (OO/ZO) a na pěnové podložce (OO/ZO), dále otočku v prostoru a tandemovou chůzi. Měřené parametry zahrnovaly rychlost výchylek při stoji ($^{\circ}/s$), rychlost otočky (s), výchylky těžiště při otočce doprava a doleva ($^{\circ}/s$), stranovou diferenci (%), rychlost kroku (cm/s) a jeho šířku (cm), výchylky při zastavení ($^{\circ}/s$). Zajímavým nálezem pro ně bylo, že vyšetřovacím parametrem, který je nejtypičtěji asociován s tímto postižením, je čas

otočky doleva a doprava. Autoři se domnívají, že rozdíl od dynamické posturografie, kdy během translačních pohybů nedochází ke stimulaci vestibulárních senzorů, otočka v prostoru stimuluje převážně laterální polokruhové kanálky, a nabízí tak možnost využít tento jednotuchý klinický test k vyšetření poruch vestibulo-spinálního reflexu. Využitím tohoto testu v naší studii bychom mohli získat konkrétnější informace o vývoji posturální stability v průběhu všech tří měření.

Mezi příčiny problematické interpretace jednotlivých výsledků statické posturografie patří podle Dršaty J. et al. (2008) i riziko rušivého ovlivnění měření. Přístroj totiž zaznamenává výchylky COP jakéhokoliv původu, včetně např. vyrušení během měření, psychické tenze nebo při úmyslném pohybu (agrace, simulace). Aby se zabránilo počátečním rušivým vlivům okolí, doporučuje se iniciálních 5-10 sekund parametru CoP z hodnocení vyřadit (Braga B. et al., 2012). Iniciální úsek záznamu parametru CoP jsme v hodnocení ponechali, nicméně zmíněná rušivá rizika jsme se snažili v naší práci eliminovat instruktáží pacienta o průběhu vyšetření, zajištěním klidného prostředí a prvotním vyplněním dotazníku ABC scale před zahájením stabilometrického vyšetření.

Podle Valíše M. et al. (2010) se v případě statické stabilometrie jedná v principu o objektivizaci subjektivního hodnocení stoje. Podle Dršaty J. et al. (2008) z jednoho měření nelze vyvozovat seriózní závěry o posturální rovnováze konkrétní měřené osoby v reálných životních podmínkách. Domníváme se tedy, že tato metoda neposkytuje informace o transferu získaných rovnovážných schopností z terapie do všedního denního života, a je třeba jí doplnit o jiná testování. Signifikantní korelaci ve vztahu k posturografii vykazuje Activities-Specific Balance Confidence Scale (Dršata J. et al., 2008), který subjektivně hodnotí sebedůvěru k vlastní rovnováze při vykonávání všedních denních aktivit a jeho zhodnocení spolu s vyšetřením SVV v rámci našeho výzkumu provedla Anna Markvartová.

Jak již bylo zmíněno, za limitaci naší studie považujeme nedostatečný počet terapeutických jednotek s vizuální zpětnou vazbou (7 pacientů podstoupilo pouze 2 terapeutické jednotky kvůli brzkému propuštění z hospitalizace). Absence kontrolní skupiny bez terapeutické intervence je dozajista také limitací, její přítomnost by ale přesahovala hranice etiky.

Dalším limitem je také skutečnost, že všichni pacienti po resekci VS absolvovali také klasickou RHB založenou na principech Cawthorne-Cooksey cvičení. Nejsme tedy

schopni rozlišit, jakou mírou se na zlepšování posturální stability podílel trénink s využitím vizuální zpětné vazby, klasická vestibulární rehabilitace či samotné přirozené mechanismy vestibulární kompenzace (obnova rovnováhy v nervové aktivitě mezi vestibulárními jádry). Podle autorek Cohen H. S. et al. (2002) a Mruzek M. et al. (1995) se v akutním stádiu po vestibulární lézi nejvíce uplatňují právě přirozené mechanismy vestibulární kompenzace nehledě na typ rehabilitačního programu. Zároveň ale Cohen H. S. et al. (2002) dodává, že není schopna poskytnout náhled na význam RHB programu v pozdějším období po vestibulární lézi. Námětem pro další výzkum by tedy mohlo být získání dat z vyšetření provedeného s delším časovým odstupem (v řádu měsíců) po resekci VS, aby tak mohl být sledován dlouhodobý vliv RHB s vizuálním biofeedbackem na vývoj posturální stability. Dalším námětem pro výzkum by také mohlo být sledování souvislostí mezi věkem, velikostí tumoru, pohlavím a jiných faktorů s rychlostí vestibulární kompenzace.

Meldrum D. et al. (2015) ve své studii porovnávala efektivitu vestibulární rehabilitace s využitím virtuální reality a konvenční vestibulární rehabilitací u pacientů po unilaterální vestibulární lézi. Po dobu šesti týdnů celkem 36 pacientů absolvovalo klasická balanční cvičení a 35 pacientů se zúčastnilo domácího tréninku s využitím herní konzole Nintendo Wii Fit Plus. Po terapeutické intervenci mezi skupinami nebyl nalezen signifikantní rozdíl v rychlosti chůze, stabilometrickém vyšetření pomocí SOT ani dotazníkovém testování. Skupina absolvující trénink založený na principech virtuální reality však zažívala při cvičení signifikantně více zábavy a méně únavy po cvičení v porovnání s druhou skupinou.

Někteří pacienti v našem výzkumu projevíli zájem o zakoupení interaktivního rehabilitačního systému Homebalance do domácího prostředí. Tím by byla umožněna dlouhodobá rehabilitace a monitorace pacienta po resekci VS bez nutnosti stálého dohledu terapeuta. I přes neprokázání hypotézy o signifikantním snížení hodnot parametrů CoP po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou se tedy přikláníme k názoru Meldrumové D. et al. (2015), že využití biologické zpětné vazby ve vestibulární rehabilitaci sice není nadřazené konvenčním technikám, ale díky svému zábavnému pojetí může přispět k vylepšení rehabilitačního výstupu pacienta.

ZÁVĚR

V úvodní části diplomové práce jsme shrnuli dosavadní poznatky o intrakraniálním tumoru vestibulárním schwannomu, přiblížili informace o procesu zvaném vestibulární kompenzace a vybraných faktorech, které vestibulární kompenzaci do značné míry ovlivňují. Blíže jsme se věnovali principům vestibulární rehabilitace a využití vizuální zpětné vazby v léčbě pacientů po resekci vestibulárního schwannomu.

V experimentální části této práce jsme hodnotili efekt rehabilitace s vizuální zpětnou vazbou v raném pooperačním období u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Dále jsme hodnotili, zda předoperační intratympanická aplikace gentamicinu u pacientů s VS má vliv na vestibulární kompenzaci poruchy stability stoje v raném pooperačním období. Z objektivních metod k těmto účelům byl využit přístroj Synapsys Posturography System.

Výsledky naší práce ukázaly signifikantní zhoršení stability stoje ($p < 0.05$) v raném pooperačním období oproti předoperačnímu stavu v průměrných hodnotách všech tří hodnocených parametrů CoP (průměrná rychlost CoP, délka trajektorie CoP, plocha konfidenční elipsy CoP). Neprokázali jsme hypotézu o statisticky významném snížení parametrů CoP po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou oproti pooperačnímu stavu. K signifikantnímu snížení došlo pouze v parametru plocha konfidenční elipsy, a to ve stojích 1, 2 a 3. Ve stojích 4 (pěnová podložka, ZO), tedy s vyřazením somatosenzorického a vizuálního vstupu se posturální stabilita ani v tomto parametru u pacientů po resekci VS nestihla navrátit k předoperačním hodnotám.

Mezi skupinou s předoperační intratympanickou aplikací gentamicinu a skupinou bez aplikace gentamicinu jsme nenalezli při hodnocení posturální stability signifikantní rozdíl.

Přikláníme se k názoru Meldrumové D. et al. (2015) že využití virtuální reality a vizuální zpětné vazby není nadřazené konvenční vestibulární RHB. Tato metoda je ale pacienty vnímána jako zábavnější forma terapie, v čemž také spočívá její potenciál v možnosti dlouhodobé rehabilitace i v domácím prostředí pacientů po resekci VS.

Poznatky získané v této studii lze využít pro účely budoucích prací.

REFERENČNÍ SEZNAM

BAIG, Shabana. *Quantitative Analysis of the Performance of Center-of-Pressure Measures in Static Posturography*. Kanada, 2013. ISBN 978-0-494-94662-6. Dostupné z: <https://curve.carleton.ca/system/files/theses/28200.pdf>. Ottawa-Carleton Institute for Biomedical Engineering.

BERGSON, Eric; SATALOFF, Robert T. Preoperative computerized dynamic posturography as a prognostic indicator of balance function in patients with acoustic neuroma. *Ear, nose, & throat journal*, 2005, roč. 84. č. 3, s. 154-156.

BETKA, J., E. ZVĚŘINA, J. LISÝ, M. CHOVANEC, J. KLUH a J. KRAUS. Vestibulární schwannom. *Otorhinolaryng a Foniatic*. 2008, roč. 57, č. 4, s. 221-225. Dostupné z: <http://www.prolekare.cz/otorinolaryngologie-foniatic-clanek/vestibularni-schwannom-2161>

BLACK, F. Owen a PESZNECKER. Vestibular adaptation and rehabilitation. *Otorhinolaryngology and Head and Neck Surgery* [online]. 2003, roč. 11, č. 5, s. 355-360 [cit. 2015-03-04]. Dostupné z: http://journals.lww.com/otorhinolaryngology/Abstract/2003/10000/Vestibular_adaptation_and_rehabilitation.8.aspx

BOARI, Nicola, Michele BAILO, Filippo GAGLIARDI, Alberto FRANZIN, Marco GEMMA, Antonella DEL VECCHIO, Angelo BOLOGNESI, Piero PICOZZI a Pietro MORTINI. Gamma Knife radiosurgery for vestibular schwannoma: clinical results at long-term follow-up in a series of 379 patients Clinical article. *Journal of Neurosurgery* [online]. 2014, roč. 121, č. 2, s. 123-142 [cit. 2015-03-02]. DOI: 10.3171/2014.8.GKS141506. Dostupné z: <http://thejns.org/doi/abs/10.3171/2014.8.GKS141506>

BOHUNČÁK, Adam; TICHÁ, Marie; JANATOVÁ, Markéta. 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, 2011. s. 21. ISBN 978-80-969544-9-0.

BRAGA, Alice Bernardi, Ana Carolina de Mello Alves RODRIGUES, Giliane Vanessa Moraes Pereira de LIMA, Larissa Rabello de MELO, Alberito Rodrigo de CARVALHO a Gladson Ricardo Flor BERTOLINI. Comparação do equilíbrio postural estático entre sujeitos saudáveis e lombálgicos. *Acta Ortopédica Brasileira* [online]. 2012, vol. 20, issue 4, s. 210-212 [cit. 2015-03-21]. DOI: 10.1590/S1413-78522012000400003. Dostupné z: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext

BRONSTEIN, Adolfo M. a J. Derrick HOOD. The cervico-ocular reflex in normal subjects and patients with absent vestibular function. *Brain Research*. 1986, vol. 373, 1-2, s. 399-408. DOI: 10.1016/0006-8993(86)90355-0

COHEN, Helen S. a Bobby R. ALFORD. Vestibular disorders and impaired path integration along a linear trajectory. *Journal of Vestibular Research* [online]. 2000, roč. 10, č. 1, s. 7-15 [cit. 2015-03-10]. Dostupné z: <http://iospress.metapress.com/content/a1rjnb0yw8t8gbv1/>

COHEN, Helen S., Kay T. KIMBALL a Herman A. JENKINS. Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. 2002, vol. 122, issue 8, s. 841-850 [cit. 2015-03-29]. DOI: 10.1080/003655402/000028039.

CURTHOYS, IS a GM HALMAGYI. Vestibular compensation: a review of the oculomotor, neural and clinical consequences of unilateral vestibular loss. *J Vestib Res*. 1995, roč. 5, s. 67-107.

ČADA, Zdeněk. *Ústní sdělení*. Klinika ORL a chirurgie hlavy a krku 1. LF UK a FN Motol. (2014-12-16).

ČAKRT, Ondřej, Martin CHOVANEC, Tomáš FUNDA, Petra KALITOVÁ, Jan BETKA, Eduard ZVĚŘINA, Pavel KOLÁŘ a Jaroslav JEŘÁBEK. Exercise with visual feedback improves postural stability after vestibular schwannoma surgery. *European*

Archives of Oto-Rhino-Laryngology [online]. 2010, vol. 267, issue 9, s. 1355-1360 [cit. 2015-03-10]. DOI: 10.1007/s00405-010-1227-x. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00405-010-1227-x>

ČAKRT, Ondřej, Michal TRUC, Pavel KOLÁŘ a Jaroslav JEŘÁBEK. Vestibulární rehabilitace – principy rehabilitace pacientů s poruchou vestibulárního systému.

Neurologie pro praxi. 2007, roč. 8, č. 6. Dostupné z:

<http://www.neurologiepropraxi.cz/artkey/neu-200706-0007.php>

DE KLOET, E. Ron de, Marian JOËLS a Florian HOLSBOER. Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience*. 2005, vol. 6, issue 6, s. 463-475. DOI: 10.1038/nrn1683.

DRISCOLL, Collin L., Lynn SUSAN G., Stephen G. HARNER, Charles W. BEATTY a Elisabeth J. ATKINSON. Preoperative identification of patients at risk of developing persistent dysequilibrium after acoustic neuroma resection. *American Journal of otology*. 1998, roč. 19, č. 4, s. 491-495.

DRŠATA, Jakub, Martin VALIŠ a Miroslav LÁNSKÝ. Přínos statické počítačové posturografie ke skrínigovému vyšetření kvantifikace posturální rovnováhy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2008, 71/104, č. 4, s. 422-428.

DRŠATA, Jakub. *Počítačová posturografie v diagnostice a rehabilitaci závrativých stavů*. Hradec Králové, 2007. Disertační práce. Lékařská fakulta v Hradci Králové.

ECKHARDT-HENN, A., C. BEST, S. BENSE, P. BREUER, G. DIENER, R. TSCHAN a M. DIETERICH. Psychiatric comorbidity in different organic vertigo syndromes. *Journal of Neurology* [online]. 2008, vol. 255, issue 3, s. 420-428 [cit. 2015-03-14]. DOI: 10.1007/s00415-008-0697-x.

FETTER, M. a DS. ZEE. Recovery from unilateral labyrinthectomy in Rhesus monkeys. *J Neurophysiol*. 1988, roč. 59, s. 370.

FOWLER, E. P. Streptomycin treatment of vertigo. *Trans Am Acad Ophthalmol Otolaryngol*. 1948, roč. 52, s. 293-301.

GANS, R.E. Vestibular rehabilitation: Protocols and Programs. *Singular Publishing Group*. 1996.

GARCIA, Fernando Vaz. Disequilibrium and Its Management in Elderly Patients. *International Tinnitus Journal*. 2009, roč. 15, č. 1, s. 83-90. Dostupné z: <http://www.tinnitusjournal.com/imagebank/pdf/v15n1a08.pdf>

GAUCHARD, Gerome C., P. GANGLOFF, C. JEANDELL a P. P. PERRIN. 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, roč. 58, č. 9 [cit. 2015-04-17].

GEORGESCU, Madalina, Sorina STOIAN, MOGOANTA a CIUBOTARU. Vestibular rehabilitation – election treatment method for compensating vestibular impairment. *Rom J Morphol Embryol* [online]. 2012, roč. 53, č. 3, s. 651-656 [cit. 2015-04-17].

GOTO, Fumiya, Hironari KOBAYASHI, Akira SAITO, Yujiro HAYASHI, Kazutaka HIGASHINO, Takanobu KUNIHIRO a Jin KANZAKI. Compensatory changes in static and dynamic subjective visual vertical in patients following vestibular schwannoma surgery. *Auris Nasus Larynx* [online]. 2003, vol. 30, issue 1, s. 29-33 [cit. 2015-03-27]. DOI: 10.1016/s0385-8146(02)00110-4.

HAHN, Ales, Ivan SEJNA a Kristina STOLBOVA. Visuo-vestibular Biofeedback in Patients With Peripheral Vestibular Disorders. *Acta Oto-laryngologica* [online]. 2001, vol. 121, issue 545, s. 88-91 [cit. 2015-03-25]. DOI: 10.1080/000164801750388199.

HAIN, Timothy C. Neurophysiology of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation* [online]. 2011, roč. 29, s. 127-141 [cit. 2015-03-29]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0687.

HALMAGYI, G. M., I. S. CURTHOYS, P. D. CREMER, C. J. HENDERSON, M. J. TODD, M. J. STAPLES a D. M. D'CRUZ. The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy. *Experimental Brain Research*. 1990, vol. 81, issue 3, s. 479-490. DOI: 10.1007/bf02423496. Začátek formuláře

HERDMAN, S, R CLENDANIEL, D MATTOX, M HOLLIDAY, J NIPARKO, Rafik MAROUF, Rémi NOUDEL, Pierre-Hugues ROCHE, Bruce E. POLLOCK a Michael J. LINK. Vestibular adaptation exercises and recovery: Acute stage after acoustic neuroma resection. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*. 1995, vol. 113, issue 1, s. 77-87. DOI: 10.1159/000156904.

HERDMAN, Susan J a Richard A CLENDANIEL. Re: Factors affecting recovery after acoustic neuroma resection by Cohen et al. *Acta Oto-laryngologica*. 2003, vol. 123, issue 7, s. 889-890. DOI: 10.1080/00016480310001259. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/00016480310001259>

HERDMAN, Susan. *Vestibular rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: F.A. Davis, c2007, xxiv, 504 p. ISBN 08-036-1376-8.

HORAK, Fay B. Postural Compensation for Vestibular Loss. *Annals of the New York Academy of Sciences* [online]. 2009, vol. 1164, issue 1, s. 76-81 [cit. 2015-03-11]. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03708.x. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1749-6632.2008.03708.x>

HORAK, Fay B. Postural compensation for vestibular loss and implications for rehabilitation. *Restorative Neurology and Neuroscience* [online]. 2010, roč. 28, s. 57-68 [cit. 2015-03-11]. DOI: 10.3233/RNN-2010-0515.

HORAK, Fay B.; SHUPERT, Charlotte L. Role of the vestibular system in postural control. *Vestibular rehabilitation*, 1994, 2: 98-113.

CHARABI, S., J. THOMSEN, M. TOS, M. MANTONI, CHARABI a M. JUHLER.

Management of intrameatal vestibular schwannoma. *Acta Otolaryngol.* 1999, roč. 119, č. 7, s. 796-800.

CHOY, Nancy Low, Natalie JOHNSON, Julia TRELEAVAN, Gwendolen JULL, Benedict PANIZZA, David BROWN-ROTHWELL, R JACKLER, Sho HASHIMOTO, Pierre-Hugues ROCHE, Muhamad KHALIL, Jean-Marc THOMASSIN, Christine DELSANTI, Jean RÉGIS, Bruce E. POLLOCK, Michael J. LINK a Robert L. MARTUZA. Balance, mobility and gaze stability deficits remain following surgical removal of vestibular schwannoma (acoustic neuroma). *Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 2006, vol. 52, issue 3, s. 211-216 [cit. 2015-03-09]. DOI: 10.1016/b978-1-4160-6839-6.10045-0.

JACOB, Abraham, Lawrence L. ROBINSON, Jared S. BORTMAN, Lianbo YU, Edward E. DODSON a D Bradley WELLING. Nerve of Origin, Tumor Size, Hearing Preservation, and Facial Nerve Outcomes in 359 Vestibular Schwannoma Resections at a Tertiary Care Academic Center. *The Laryngoscope* [online]. 2007, vol. 117, issue 12, s. 2087-2092 [cit. 2015-03-25]. DOI: 10.1097/MLG.0b013e3181453a07. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1097/MLG.0b013e3181453a07>

JOËLS, Marian, Zhenwei PU, Olof WIEGERT, Melly S. OITZL a Harm J. KRUGERS. Learning under stress: how does it work?. *Trends in Cognitive Sciences* [online]. 2006, vol. 10, issue 4, s. 152-158 [cit. 2015-03-14]. DOI: 10.1016/j.tics.2006.02.002.

KALITOVÁ, Petra — ČAKRT, Ondřej — ČADA, Zdeněk, et al. Význam vestibulárního a posturografického vyšetření u pacientů s vestibulárním schwannomem. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2013, roč. 76, č. 4, s. 469-474. ISSN: 1210-7859.

KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, s. 363-367. ISBN 9788072626571.

KOMAZEC, Zoran, Slobodanka LEMAJIC-KOMAZEC, Rajko JOVIC, Ljiljana VLASKI a Dragan DANKUC. Unilateral tinnitus as a single symptom of unusually large vestibular schwannoma. *Medicinski pregled* [online]. 2014, vol. 67, suppl. 1, s. 46-48 [cit. 2015-03-05]. DOI: 10.2298/MPNS14S1046K. Dostupné z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=0025-810514046K>

KONDZIOLKA, Douglas, Seyed H. MOUSAVI, Hideyuki KANO, John C. FLICKINGER a L. Dade LUNSFORD. The newly diagnosed vestibular schwannoma: radiosurgery, resection, or observation?. *Neurosurgical Focus* [online]. 2012, vol. 33, issue 3, E8- [cit. 2015-02-23]. DOI: 10.3171/2012.6.FOCUS12192. Dostupné z: <http://thejns.org/doi/abs/10.3171/2012.6.FOCUS12192>

KOVAL, Juraj — KREMPASKÁ, Silvia — KALIARIK, Ladislav. Translabýrintná kraniotómia pre odstránenie vestibulárneho schwanómu. *Otorinolaryngologie a foniatrie*, 2012, roč. 61, č. 1, s. 34-42. ISSN: 1210-7867.

KREJČÍ, Helena — MERCELOVÁ, Jitka. Komplexní péče o pacientku po operaci vestibulárního schwannomu. *Otorinolaryngologie a foniatrie*, 2012, roč. 61, č. 4, s. 223-226. ISSN: 1210-7867.

LEJSKA, Mojmír. *Léčba závrativých stavů vestibulární rehabilitací*. Brno, 2001. ISBN 80-85931-97-4.

LEVO, H., G. BLOMSTEDT a I. PYYKKO. Postural Stability after Vestibular Schwannoma Surgery. *Annals of Otolaryngology, Rhinology* [online]. 2004, vol. 113, issue 12, s. 994-999 [cit. 2015-03-08]. DOI: 10.1177/000348940411301210.

LYNN, Susan G., Colin L. W. DRISCOLL, Stephen G. HARDNER, Charles W. BEATTY a Elizabeth J. ATKINSON. Assessment of dysequilibrium after acoustic neuroma resection. *American Journal of Otolaryngology*. 1999, roč. 20, č. 4, s. 484-494. Dostupné z: http://journals.lww.com/otology-neurotology/Abstract/1999/07000/Assessment_of_Dysequilibrium_After_Acoustic.14.aspx

MAGNUSSON, Måns, Babar KAHLON, Mikael KARLBERG, Sven LINDBERG a Peter SIESJÖ. Preoperative vestibular ablation with gentamicin and vestibular 'prehab' enhance postoperative recovery after surgery for pontine angle tumours – first report. *Acta Oto-laryngologica* [online]. 2007, vol. 127, issue 12, s. 1236-1240 [cit. 2015-03-16]. DOI: 10.1080/00016480701663433. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.1080/00016480701663433>

MAGNUSSON, Måns, Mikael KARLBERG a Fredrik TJERNSTRÖM. "PREHAB": Vestibular prehabilitation to ameliorate the effect of a sudden vestibular loss. [online]. 2011, roč. 29 [cit. 2015-03-16]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0689.

MATHOG, Robert H. a Sean B. PEPPARD. Exercise and recovery from vestibular injury. *American Journal of Otolaryngology* [online]. 1982, vol. 3, issue 6, s. 397-407 [cit. 2015-03-05]. DOI: 10.1016/s0196-0709(82)80017-3.

MCEWEN, B. S. Physiology and Neurobiology of Stress and Adaptation: Central Role of the Brain. *Physiological Reviews* [online]. 2007, vol. 87, issue 3, s. 873-904 [cit. 2015-03-14]. DOI: 10.1152/physrev.00041.2006.

MELDRUM, Dara, Aine GLENNON, Susan HERDMAN, Deirdre MURRAY a Rory MCCONN-WALSH. Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii ® Fit Plus. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology* [online]. 2012, vol. 7, issue 3, s. 205-210 [cit. 2015-03-10]. DOI: 10.3109/17483107.2011.616922.

MELDRUM, Dara, Susan HERDMAN, Roisin VANCE, Deirdre MURRAY, Kareena MALONE, Douglas DUFFY, Aine GLENNON a Rory MCCONN-WALSH. Effectiveness of conventional versus virtual reality-based balance exercises in vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular loss: results of a randomised controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2015 [cit. 2015-04-20]. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.02.032.

MESSINA, Jill a Battista ROBERT A. Acoustic Neuroma: An Overview. *Audiology Online* [online]. 2012 [cit. 2015-02-22]. Dostupné z: <http://web.a.ebscohost.com/ehost/command/detail?vid=11&sid=4d8794eb-94c8-4caf-a837-b2cb910306bc%40sessionmgr4003&hid=4107&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1laG9zdC1saXZl#db=a9h&AN=85096405>

MILES, FA. a BB. EIGHMY. Long-term adaptive changes in primate vestibuloocular reflex. I. behavioural observation. *J Neurophysiol.* 1980, roč. 43, s. 1406-1425.

MONFARED, Ashkan, Albert MUDRY a Robert JACKLER. The History of Middle Cranial Fossa Approach to the Cerebellopontine Angle. *Otology* [online]. 2010, s. 691-696 [cit. 2015-03-04]. DOI: 10.1097/MAO.0b013e3181c0e98e. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>

MOON, In Seok, Bo Gyung KIM, Jinna KIM, Jong Dae LEE a Won-Sang LEE. Association between vestibular schwannomas and mobile phone use. *Tumor Biology* [online]. 2014, vol. 35, issue 1, s. 581-587 [cit. 2015-03-02]. DOI: 10.1007/s13277-013-1081-8. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s13277-013-1081-8>

MRUZEK, Maria, Kamran BARIN, Deborah S. NICHOLS, Carolyn N. BURNETT a D. Bradley WELLING. Effects of Vestibular Rehabilitation and Social Reinforcement on Recovery Following Ablative Vestibular Surgery. *Laryngoscope.* 1995, roč. 105, s. 686-692.

MYRSETH, Erling, Per MOLLER, Tore WENTZEL-LARSEN, Frederik GOPLÉN a Morten LUND-JOHANSEN. Untreated Vestibular Schwannomas: Vertigo is a Powerful Predictor for Health-related Quality of Life. *Neurosurgery* [online]. 2006, vol. 59, issue 1, s. 67-76 [cit. 2015-03-05]. DOI: 10.1227/01.NEU.0000219838.80931.6B. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>

NAESSEN, Tord, Brigitta LINDMARK a Hans-Christian LARSEN. Better postural balance in elderly women receiving estrogens. *American Journal of Obstetrics and*

Gynecology. 1997, roč. 177, č. 2, s. 412-416. Dostupné z:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002937897702072>

NESTOR, J. J., H. W. KOROL, S. L. NUTIK a R. SMITH. The Incidence of Acoustic Neuromas. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery* [online]. 1988-06-01, vol. 114, issue 6, s. 680-680 [cit. 2015-02-22]. DOI: 10.1001/archotol.1988.01860180094042. Dostupné z:
<http://archotol.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=615658>

PARIETTI-WINKLER, Cécile, Gérome C. GAUCHARD, Claude SIMON, Philippe P. PERRIN, Jean RÉGIS, Manabu TAMURA, Christine DELSANTI, Pierre-Hugues ROCHE, William PELLET a Jean-Marc THOMASSIN. Sensorimotor postural rearrangement after unilateral vestibular deafferentation in patients with acoustic neuroma. *Neuroscience Research* [online]. 2006, vol. 55, issue 2, s. 171-181 [cit. 2015-03-28]. DOI: 10.1159/00015690.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, s. 71. ISBN 9788024711355.

POWELL, L. E. a A. M. MYERS. The Activities-specific Balance Confidence (ABC) Scale. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* [online]. 1995, 50A, issue 1, M28-M34 [cit. 2015-03-30]. DOI: 10.1093/gerona/50a.1.m28.

PRECHT, W. Recovery of some vestibuloocular and vestibulospinal functions following unilateral labyrinthectomy. *Prog Brain Res* 64. 1986, s. 381-389.

PRIETO, Thomas E.; MYKLEBUST, Joel B. Measures of postural sway. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*, 1993, 54.2: 228-228.

RIGBY, S. B. SHAH, R. K. JACKLER, J. H. CHUNG a D. D. COOKE. Acoustic neuroma surgery: outcome analysis of patient-perceived disability. *Otology and Neurootology*. 1997, roč. 18, č. 4, s. 427-435.

ROCCHI, Marco Bruno Luigi, Davide SISTI, Massimiliano DITROILO, Annarita CALAVALLE a Renato PANEBIANCO. The misuse of the confidence ellipse in evaluating statokinesigram. *Italian Journal of Sport Science* [online]. 2005, roč. 12, s. 169-172 [cit. 2015-04-16].

ROOZENDAAL, Benno, Bruce S. MCEWEN a Sumantra CHATTARJI. Stress, memory and the amygdala. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2009, vol. 10, issue 6, s. 423-433 [cit. 2015-03-14]. DOI: 10.1038/nrn2651.

SAMAN, Yougan, D. E. BAMIOU, Michael GLEESON a Mayank B. DUTIA. Interactions between Stress and Vestibular Compensation – A Review. *Frontiers in Neurology* [online]. 2012, vol. 3 [cit. 2015-03-14]. DOI: 10.3389/fneur.2012.00116.

SCHUBERT, Patric a Marietta KIRCHNER. Ellipse area calculations and their applicability in posturography. *Gait* [online]. 2014, vol. 39, issue 1, s. 518-522 [cit. 2015-04-16]. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2013.09.001

SIENKO, Kathleen H, M BALKWILL a Conrad WALL. Biofeedback improves postural control recovery from multi-axis discrete perturbations. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [online]. 2012, vol. 9, issue 1 [cit. 2015-03-26]. DOI: 10.1186/1743-0003-9-53.

SPARRER, Ingo, Thien An DUONG DINH, Justus ILGNER a Martin WESTHOFEN. Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board – a user-friendly alternative for central nervous compensation. *Acta Oto-laryngologica* [online]. 2013, vol. 133, issue 3, s. 239-245 [cit. 2015-03-10]. DOI: 10.3109/00016489.2012.732707. Dostupné z: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/00016489.2012.732707>

STANGERUP, Sven-Eric, Mirko TOS, Jens THOMSEN a Per CAYE-THOMASEN. True Incidence of Vestibular Schwannoma?. *Neurosurgery* [online]. 2010, vol. 67, issue 5, s. 1335-1340 [cit. 2015-02-23]. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3181f22660. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>

STANGERUP, Sven-Eric, Mirko TOS, Per CAYE-THOMASEN, Tina TOS, Mads KLOKKER a Jens THOMSEN. Increasing annual incidence of vestibular schwannoma and age at diagnosis. *The Journal of Laryngology* [online]. 2004, vol. 118, issue 08, s. - [cit. 2015-02-22]. DOI: 10.1258/0022215041917989. Dostupné z: http://www.journals.cambridge.org/abstract_S0022215104001653

STATLER, K., et al. Functional deficits are correlated with decreased reliance on vestibular information in people with chronic unilateral vestibular loss. *Association for Research in Otolaryngology*, 2004, 22-26.

STRUPP, M., V. ARBUSOW, K. P. MAAG, C. GALL a T. BRANDT. Vestibular exercises improve central vestibulospinal compensation after vestibular neuritis. *Neurology*. 1998-09-01, vol. 51, issue 3, s. 838-844. DOI: 10.1212/WNL.51.3.838. Dostupné z: <http://www.neurology.org/cgi/doi/10.1212/WNL.51.3.838>

TecniCall: Čtvrtletník Českého vysokého učení technického. Praha: ČVUT, 2014, roč. 1. ISSN 1805-1030. Dostupné z: http://www.tecnicall.cz/res/pdf/tecnicall/2014_1.pdf

TICHÁ, Marie, Markéta JANATOVÁ, Radim KLIMENT, Olga ŠVESTKOVÁ a Karel HÁNA. Mobile rehabilitation device for balance training with visual feedback. [online]. s. 1-3 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: http://mobmed.org/download/proceedings2014/mobileMed2014_paper_22.pdf

UEHARA, Natsumi, Tanimoto HITOSHI, Tasuku NISHIKAWA, Kiyoshi DOI, Sayaka KATSUNUMA, Hidehito KIMURA, Eiji KOHMURA a Ken-ichi NIBU. Vestibular dysfunction and compensation after removal of acoustic neuroma. *Journal of vestibular research* [online]. 2011, roč. 21, s. 289-295 [cit. 2015-03-23]. DOI: 10.3233/VES-2011-0429.

VERECK, L., F. L. WUYTS, S. TRUIJEN, C. DE VALCK, P. H. VAN DE HEYNING, Rafik MAROUF, Rémi NOUDEL, Pierre-Hugues ROCHE, Bruce E. POLLOCK a Michael J. LINK. The effect of early customized vestibular rehabilitation

on balance after acoustic neuroma resection. *Clinical Rehabilitation* [online]. 2008-08-01, vol. 22, issue 8, s. 698-713 [cit. 2015-03-06]. DOI: 10.1177/0269215508089066. Dostupné z: <http://cre.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0269215508089066>

WATSON, Glen J. a Richard M. IRVING. Intratympanic pharmacology for dizzy patients. *Journal of Ent Masterclass*. 2013, roč. 6, č. 1, s. 40-43. Dostupné z: http://www.entmasterclass.com/journals/ENT_No6_Interactive.pdf#page=42

WEBSTER, Guilherme, Rui FILHO, Antonini DE OLIVEIRA E SOUSA, Márcio SALMITO, Mariana FAVERO a Patrícia MARQUES. Atypical Manifestation of Vestibular Schwannoma. *International Archives of Otorhinolaryngology* [online]. 2013-09-13, vol. 17, issue 04, s. 419-420 [cit. 2015-03-05]. DOI: 10.1055/s-0033-1351673. Dostupné z: <http://www.thieme-connect.de/DOI/DOI?10.1055/s-0033-1351673>

YAGI, Toshiaki a Charles H. MARKHAM. Neural correlates of compensation after hemilabyrinthectomy. *Experimental Neurology*. 1984, vol. 84, issue 1, s. 98-108. DOI: 10.1016/0014-4886(84)90008-6.

YAMAMOTO, Toshihiro, U. LÜNEBURG a H. FLOHR. The Effect of Stress Application on Vestibular Compensation. *Acta Oto-laryngologica*. 2000, vol. 120, issue 4, s. 504-507. DOI: 10.1007/springerreference_119834.

YARDLEY, L., L. M. LUXON a N. P. HAACKE. A longitudinal study of symptoms, anxiety and subjective well-being in patients with vertigo. *Clinical Otolaryngology*. 1994, vol. 19, issue 2, s. 109-116. DOI: 10.1111/j.1365-2273.1994.tb01192.x.

YOU, Yong-Ping, Jun-Xia ZHANG, Ai-Lin LU a Ning LIU. Vestibular Schwannoma Surgical Treatment. *CNS Neuroscience* [online]. 2013, vol. 19, issue 5, s. 289-293 [cit. 2015-03-04]. DOI: 10.1111/cns.12080. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/cns.12080>

ZVĚŘINA, Eduard. Neurinom akustiku - vestibulární schwannom - osobní pohled na nejmodernější postupy v jeho léčbě. *Časopis lékařů českých*, 2010, roč. 149, č. 6, s. 269-276. ISSN: 0008-7335.

ZWERGAL, A., N. RETTINGER, C. FRENZEL, M. DIETERICH, T. BRANDT a M. STRUPP. A bucket of static vestibular function. *Neurology* [online]. 2009, vol. 72, issue 19, s. 1689-1692 [cit. 2015-04-12]. DOI: 10.1212/wnl.0b013e3181a55ecf.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Zobrazení vestibulárního schwannomu pomocí magnetické rezonance (zdroj:http://www.aboutcancer.com/an_am_0209.htm).....	13
Obrázek 2. Příklad typického statokineziogramu pacientů podstupujících rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby v porovnání se standartní rehabilitací (Zdroj: Čakrt et al., 2010).....	39
Obrázek 3. Tablet ASUS Transformer Pad TF700T 10,1“ (vlevo) se samostatným napájením připojitelný k externí obrazovce/televizi, verze systému Android 4.1.1. (Zdroj: http://www.homebalance.eu/cz.html),	42
Obrázek 4. Stabilometrická plošina Wii balance board (vpravo), (Zdroj: Tichá M. et al.).....	42
Obrázek 5. Příklad terapeutické scény – pacient změnami polohy svého těžiště posouvá kouli směrem k červenému poli (Zdroj: TecniCall, 2014, s. 20).....	43
Obrázek 6. Znázornění časové osy průběhu jednotlivých vyšetření (Zdroj: vlastní)	47
Obrázek 7. a Obrázek 8. Ukázka stabilometrického vyšetření pacientů po resekci vestibulárního schwannomu (Zdroj: vlastní fotografie)	48
Obrázek 9. Vyšetření pomocí The Bucket Method (Zdroj: vlastní fotografie).....	50
Obrázek 10. Terapie s využitím vizuální zpětné vazby pomocí systému Homebalance (Zdroj: vlastní fotografie).....	52

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. Základní charakteristiky skupiny vyšetřovaných pacientů (M – muž, Ž – žena, P – pravá, L – levá, RSA – retrosigmoideální přístup, TLB – translabyrinthový přístup).....	46
Tabulka 2. Čtyři odlišné podmínky vyšetřované na stabilometrické plošině (OO – oči zavřené, ZO – zavřené oči)	49
Tabulka 3. Parametr průměrná rychlost, neboli mean velocity, a to ve stoji 1 (pevná podložka, OO), ve stoji 2 (pevná podložka, ZO), stoji 3 (pěnová podložka, OO), stoji 4 (pěnová podložka, ZO).....	55
Tabulka 4. Parametr délka trajektorie CoP (mm), neboli Sway path, měřena před operací, po operaci a po absolvování RHB pomocí vizuální zpětné vazby, a to ve čtyřech podmínkách: stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO)	57
Tabulka 5. Parametr délka trajektorie CoP (mm), neboli Sway path, měřena před operací, po operaci a po absolvování RHB pomocí vizuální zpětné vazby, a to ve čtyřech podmínkách: stoj 1 (pevná podložka, OO), stoj 2 (pevná podložka, ZO), stoj 3 (pěnová podložka, OO), stoj 4 (pěnová podložka, ZO)	59

SEZNAM GRAFŮ

- Graf 1.** SVV měřena u pacientů po resekci VS v různém čase od operace. Plná linie označuje průměr statické SVV, vyšetřené u kontrolní skupiny, čárkovaná linie označuje směrodatnou odchylku od kontrolních hodnot naměřených v předešlých studiích (Zdroj: Goto F. et al., 2003, s. 30).....21
- Graf 2.** Sway velocity (průměr rychlosti pohybu CoP) v prospektivní skupině pacientů pod zrakovou kontrolou (plná čára) a bez ní (přerušovaná čára), měřeno před operací a v průběhu jednoho roku po operaci (Zdroj: Levo et al., 2004, s. 997).....23
- Graf 3.** (a,b,c) Výsledky topované standartní odchylkou, parametry „sway path“ (SP), area, antero-posteriorní (AP) a laterální (Lat) „sway“ parametry s očima otevřenými (EO) a očima zavřenými (EC) a Rombergův kvocient (RQ). Pro pacienty před operací (BS, bílé sloupce) a 8 dní (AS8, světle šedé sloupce), 30 dní (AS30, tmavě šedé sloupce) a 90 dní (AS90, černé sloupce) po resekci vestibulárního schwannomu. Výsledky jsou vyjádřené jako uražená vzdálenost nebo SP (cm/s) (graf a), jako area (cm²/s) (graf b) a jako AP nebo Lat „sway“ (cm/s) (graf c). Statistické významnosti jsou následující: t: P < 0.1; *P < 0.05; **P < 0.01; ***P < 0.001 (Zdroj: Parietti-Winkler C. et al, 2006, s. 171-181).....25
- Graf 4.** Časový průběh kompenzace parametru sway path u skupiny s vestibulárním tréninkem v porovnání s kontrolní skupinou (Zdroj: Strupp M. et al., 1998, s. 838-844).....35
- Graf 5.** Průměrná rychlost pohybu CoP měřena před operací, po resekci VS a po RHB s vizuální zpětnou vazbou, zastřešující linie vyznačují signifikantní rozdíly.56
- Graf 6.** Parametr délka trajektorie CoP, měřena před operací VS, po resekci VS a po absolvování terapie s využitím vizuální zpětné vazby, zastřešující linie vyznačují signifikantní rozdíly58
- Graf 7.** Průměrná plocha konfidenční elipsy měřena před operací, po resekci VS a po RHB s vizuální zpětnou vazbou, zastřešující linie vyznačují signifikantní rozdíly60
- Graf 8.** Porovnání průměrných hodnot parametru plocha konfidenční elipsy CoP před operací, po resekci VS a po absolvování RHB s vizuální zpětnou vazbou. Graf 8 (vlevo) Plocha konfidenční elipsy CoP – pevná podložka, oči otevřené (OO)/ oči zavřené ZO a Graf 9. (vpravo) Plocha konfidenční elipsy CoP – pěnová podložka, oči otevřené (OO)/ oči zavřené (ZO), zastřešující linie vyznačují signifikantní rozdíly.61



Graf 10. Vliv aplikace gentamicinu na vestibulární kompenzaci – rozdíl mezi skupinou s aplikovaným gentamicinem (S G) před resekcí VS a skupinou bez gentamicinu (Bez G). Parametr plocha konfidenční elipsy CoP.....63

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Informovaný souhlas	92
Příloha 2 Počet terapií s vizuální zpětnou vazbou u pacientů po resekci VS	93

PŘÍLOHY

Příloha 1 Informovaný souhlas

<p style="text-align: center;">Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. lékařská fakulta UK v Praze Studijní obor: FYZIOTERAPIE Akademický rok: 2013/2014</p>   <p style="text-align: center;">Informovaný souhlas</p> <p>Pro diplomovou práci: Hodnocení efektu rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu</p> <p>Období realizace: 1.12.2013 - 30.6.2015 Řešitelé projektu: Bc. Nikola Jandová</p> <p>Vážená paní, vážený pane,</p> <p>obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na diplomové práci. Jejímž cílem je sledování efektu rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Výšetření pacientů proběhne před operací, po operaci před zahájením rehabilitace a po ukončení rehabilitace. Výšetření zahrnuje stabilometrické vyšetření pomocí přístroje Synapsis Posturography System, hodnocení dotazníka a vyšetření subjektivních znaků vestibulárního schwannomu. Vizuální zpětnou vazbu tvoří 2 týdny v průběhu hospitalizace, bude využita síloněrná plošina Via Balance Board a tablet se scénou vytvořenou v Laboratorii virtuální reality 1. LF UK a FBMI ČVUT na Albertově v Praze 2. Pokud se spolupráci na diplomové práci souhlasíte, připojte podpis, kterým výše uvedený souhlas s níže uvedeným</p> <p>Prohlášení</p> <p>Prohlašuji, že souhlasím s účasti na výše uvedené diplomové práci. Řešitelka projektu mne informovala o podstatě diplomové práce a seznámila mne s cíli, metodami a postupy, které budou při práci používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na diplomové práci vyplývají. Souhlasím s tím, že získané údaje budou použity jen pro účely diplomové práce a že výsledky mohou být anonymně publikovány.</p> <p>Měl a jsem možnost vše v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvažit, měl a jsem možnost řešitele kdy zeptat na vše, co jsem považoval a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na projektu odstoupit, a to i bez udání důvodu.</p> <p>Tento informovaný souhlas je vytvořen ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž</p>	<p style="text-align: center;">jeden obdrží moje osoba (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.</p> <p>Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu: _____ V _____ dne: _____</p> <p>Jméno, příjmení a podpis účastníka v projektu (zákonného zástupce): _____ V _____ dne: _____</p>
---	--

Příloha 2 Počet terapií s vizuální zpětnou vazbou u pacientů po resekci VS

Pacient	Počet terapií s vizuální zpětnou vazbou
1	2
2	4
3	5
4	2
5	4
6	2
7	4
8	3
9	10
10	3
11	4
12	5
13	7
14	2
15	6
16	2
17	2
18	2
19	5
20	5