

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Bc. Anna Markvartová

**Hodnocení kompenzace vestibulospinálního a vestibulookulárního
reflexu u pacientů v raném pooperačním období po resekci
vestibulárního schwannomu**

Diplomová práce

Praha 2015

Autor práce: **Bc. Anna Markvartová**

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

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

Datum obhajoby: **2015**

Bibliografický záznam

MARKVARTOVÁ, Anna. Hodnocení kompenzace vestibulospinálního a vestibulookulárního reflexu u pacientů v raném pooperačním období po resekci vestibulárního schwannomu. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2015. 72 s. Vedoucí diplomové práce: PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou poruch rovnováhy u pacientů po operaci vestibulárního schwannomu. Cílem práce je zhodnotit vliv cílené rehabilitace s biofeedbackem na kompenzaci poruch stability stoje a subjektivní zrakové vertikály. Po dobu jednoho roku bylo na FN v Motole vyšetřeno a rehabilitováno 20 pacientů s vestibulárním schwannomem. Kompenzace vestibulookulárního reflexu byla hodnocena náklonem subjektivní zrakové vertikály. Míra vestibulospinální kompenzace byla stanovena dle skóre dotazníku Activities-Specific Balance Confidence. Pacienti byli vyšetřeni před operací, po operaci a po rehabilitaci. Pro terapii s využitím vizuálního biofeedbacku byl použit systém Homebalance, vyvinutý Centrem podpory aplikačních výstupů a spin-off firem na 1. LF UK v Kladně. Dalším cílem práce bylo sledovat efekt vestibulární prehabituace pomocí aplikace ototoxického gentamicinu dva měsíce před operací. Statistická analýza dat prokázala v případě náklonu subjektivní zrakové vertikály signifikantní zvýšení odchylky po operaci a snížení po rehabilitaci. Dle dotazníku ABC se po operaci sebejistota balance signifikantně zhoršila a po rehabilitaci zlepšila. Nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v kompenzaci mezi pacienty s gentamicinem a bez něj.

Klíčová slova

Vestibulární schwannom, vestibulární kompenzace, vestibulookulární reflex, vestibulospinální reflex, biofeedback, subjektivní zraková vertikála, dotazník Activities-Specific Balance Confidence, vestibulární prehabituace

Bibliographic Identification

MARKVARTOVÁ, Anna. The evaluation of vestibulospinal and vestibuloocular reflex in patients during early postoperative period after vestibular schwannoma resection. Prague: Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Sports Medicine, 2015. 72 pages. Supervisor: PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

Abstract

The thesis deals with the issues of balance disorders in patients after vestibular schwannoma surgery. The aim of this thesis is to evaluate the effect of targeted rehabilitation with biofeedback on balance disorders and subjective visual vertical compensation. During the period of one year, a group of 20 vestibular schwannoma patients were examined and treated in University Hospital Motol. The compensation of vestibuloocular reflex was assessed by a tilt of subjective visual vertical. The level of vestibulospinal compensation was determined according to score of the Activities-Specific Balance Confidence Scale. Patients were examined before the surgery, after the surgery and after the rehabilitation. The Homebalance system, developed by Support center for application outputs and spin-off companies at the 1st Faculty of Medicine, Charles University in Prague, branch office in Kladno, was used for the therapy with visual biofeedback. Another aim of this thesis was to monitor the effect of vestibular prehabilitation with ototoxic gentamicin application two months before surgery. The statistical analysis of data proved in the case of subjective visual vertical tilt a significant increase of deviation after surgery and a decrease after rehabilitation. According to the ABC questionnaire the confidence of balance got significantly worse after surgery and got better after rehabilitation. There was no statistically significant difference in compensation between the patients cured with gentamicin and those who were not cured with it.

Keywords

Vestibular schwannoma, vestibular compensation, vestibuloocular reflex, vestibulospinal reflex, biofeedback, subjective visual vertical, Activities-Specific Balance Confidence Scale, vestibular prehabilitation

Prohlášení

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

V Praze

Anna Markvartová

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce, PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D., za vedení, odborné připomínky a cenné podněty. Dále přednostovi Kliniky ORL a chirurgie hlavy a krku 1.LF a FN v Motole, prof. MUDr. Janu Betkovi, DrSc., a jeho kolegům prof. MUDr. Eduardu Zvěřinovi, DrSc. a MUDr. Martinu Chovancovi, Ph.D. za umožnění vyšetřování pacientů s vestibulárním schwannomem. Za pomoc při statistickém zpracování dat bych ráda poděkovala MUDr. Kryštofovi Slabému. Za cenné informace o programu aplikace gentamicinu u pacientů s vestibulárním schwannomem děkuji MUDr. Zdeňku Čadovi, Ph.D. Poděkovat bych také chtěla pacientům s vestibulárním schwannomem, kteří se diplomové práce účastnili. MUDr. Markétě Janatové děkuji za poskytnutí systému Homebalance. Mé poděkování za spolupráci při vyšetřování pacientů a rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou patří také Mgr. Kristýně Trávníčkové.

SEZNAM ZKRATEK

VOR	vestibulookulární reflex
SVV	subjektivní vizuální vertikála
SPV	subjektivní posturální vertikála
MMK	mostomozečkový kout
VS	vestibulární schwannom
CT	výpočetní tomografie
MRI	magnetická rezonance
BERA	Brainstem Evoked Responses Audiometry (sluchové kmenové potenciály)
UVL	Unilateral Vestibular Loss (jednostranná vestibulární léze)
VSR	vestibulospinální reflex
BF	Biofeedback (biologická zpětná vazba)
VRHB	vestibulární rehabilitace
SMR	senzomotorická restrikce
VR	virtuální realita
COM SD	Center of Mass Side Deviation (výchylka těžiště)
HIT	Head Impulse Test (pulzní test)
VEMP	Vestibular Evoked Myogenic Potential (vestibulární evokované potenciály)
ABC	dotazník Activities-Specific Balance Confidence
CTSIB	Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (klinický test senzorické interakce při udržování rovnováhy)
COP	Center of Pressure (působíště vektoru reakční síly)
SD	směrodatná odchylka
GTM	gentamicin
1. VYŠ	vyšetření před operací
2. VYŠ	vyšetření po operaci
3. VYŠ	vyšetření po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou
OP	operace vestibulárního schwannomu
POD	pooperační den

OBSAH

ÚVOD	7
1. PŘEHLED POZNATKŮ	9
1.1 VESTIBULÁRNÍ SYSTÉM.....	9
1.1.1 Úloha vestibulárního systému v zajištění posturální stability.....	9
1.1.2 Funkční anatomie vestibulárního aparátu.....	9
1.1.3 Vestibulární reflexy.....	11
1.2 PERCEPCE VERTIKALITY.....	14
1.2.1 Subjektivní zraková vertikála.....	16
1.3 VESTIBULÁRNÍ SCHWANNOM.....	20
1.3.1 Lokalizace nádoru.....	20
1.3.2 Etiologie vestibulárního schwannomu.....	20
1.3.3 Klinický obraz.....	21
1.3.4 Diagnostika a vyšetření.....	21
1.3.5 Klasifikace VS.....	21
1.3.6 Růst tumoru.....	22
1.3.7 Operační léčba vestibulárního schwannomu.....	23
1.3.8 Komplikace mikrochirurgické operace VS.....	24
1.3.9 Následky po odstranění vestibulárního schwannomu.....	25
1.4 VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	26
1.4.1 Vestibulookulární reflex jako ukazatel vestibulární kompenzace.....	27
1.4.2 Zotavující mechanismy po jednostranné vestibulární lézi.....	27
1.5 VESTIBULÁRNÍ REHABILITACE.....	29
1.5.1 Individuální sestavení plánu vestibulární rehabilitace.....	30
1.5.2 Včasné zahájení vestibulární rehabilitace.....	31
1.5.3 Faktory ovlivňující efekt vestibulární rehabilitace.....	33
1.5.4 Efekt vestibulární rehabilitace z dlouhodobého hlediska.....	33
1.5.5 Přístupy ve vestibulární rehabilitaci.....	34
1.5.6 Využití zpětné vazby v terapii vestibulárních pacientů.....	38
1.7 VESTIBULÁRNÍ PREHABITUACE.....	40
1.7.1 Vestibulární prehabituace u pacientů s Meniérovou chorobou.....	41
1.7.2 Vestibulární prehabituace u pacientů s nádory MMK.....	41
2 CÍLE A HYPOTÉZY	46
2.1 CÍLE.....	46
2.2 HYPOTÉZY.....	46
3 METODIKA	48
3.1 SOUBOR PACIENTŮ.....	48
3.2 VYŠETŘENÍ.....	48
3.2.1 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály.....	49
3.2.2 Dotazník Activities-Specific Balance Confidence scale.....	50
3.2.3 Stabilometrie.....	50
3.3 REHABILITACE S VYUŽITÍM VIZUÁLNÍ ZPĚTNÉ VAZBY.....	51
3.4 STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	53
4 VÝSLEDKY	54
4.1 SKÓRE ABC.....	54
4.2 SUBJEKTIVNÍ ZRAKOVÁ VERTIKÁLA.....	56
DISKUZE	59
ZÁVĚR	64
REFERENČNÍ SEZNAM	65
SEZNAM PŘÍLOH	72
PŘÍLOHY	73

ÚVOD

Poruchy vestibulárního aparátu jsou velmi obsáhlým tématem a vyskytují se u širokého spektra pacientů. Tuto problematiku jsem si vybrala zejména díky předchozí zkušenosti s objektivizací poruch rovnováhy pomocí stabilometrie. Již ve své bakalářské práci jsem se zabývala efektem terapie s využitím virtuální reality, což je bez pochyby velmi aktuální téma. V dnešní době jsou neustále vyvíjeny nové herní přístroje, které lze ovládat nejrůznějšími způsoby. Jejich využití na poli rehabilitace nejen neurologických onemocnění, je otázkou blízké budoucnosti. Aplikace nových interaktivních metod umožňuje terapeutům pacienty lépe motivovat a dosahovat efektivnější léčby.

Vestibulární systém je jedním z hlavních senzoričkových vstupů, které se podílejí na zajištění posturální stability člověka. Jednostranná vestibulární léze způsobuje zcela specifický soubor symptomů, s jejichž pomocí lze dále rozvíjet poznatky o funkci centrální nervové soustavy. Pacienti s vestibulárním schwannomem byli vybráni kvůli vzniku jednostranné vestibulární deaferentace po resekci nádoru. Ve Fakultní nemocnici v Motole jsou pacienti s tímto nádorem koncentrováni a úspěšně operováni týmem prof. Jana Betky. Spolupráce s těmito pacienty a zároveň zkušenost s nově rozvíjeným programem aplikace ototoxického gentamicinu pro zlepšení kvality života těchto pacientů byla motivací pro zpracování této diplomové práce.

Hodnocení vestibulární kompenzace po jednostranné poskytuje důležité poznatky pro rehabilitační péči. Načasování a aplikace rehabilitačních postupů, které nejefektivněji působí na vestibulární kompenzaci, je společným cílem mnoha fyzioterapeutů a lékařů. Jako ukazatele kompenzace byly vybrány vestibulookulární a vestibulospinální reflex. Pomocí hodnocení rychlosti kompenzace těchto reflexů při využití vestibulární prehabituace a rehabilitace s vizuální zpětnou vazbou se snažíme najít nejlepší formu terapie a její efekt v raném pooperačním období.

Ekonomicky, prostorově, časově a pro pacienty fyzicky nenáročné vyšetřovací metody nám umožnily brzké vyšetření pacientů během prvních pooperačních dnů. Pro dynamiku vestibulárních reflexů je klíčové zachytit je co nejdříve po vzniku jednostranné vestibulární deaferentace a sledovat období, kdy velmi rychle kompenzují. Pro vyšetření vestibulookulárního reflexu bylo vybráno vyšetření subjektivní zrakové vertikály pomocí nedávno prezentované metody Zwergalem et al. (2009) „the Bucket

Method“ jež je jednoduše aplikovatelná a poskytuje spolehlivé hodnoty. Kompenzace vestibulospinálního reflexu byla hodnocena dotazníkem, který zachycuje subjektivní vnímání obtíží pacientem, což je velmi důležité pro volbu terapie.

Zhodnocení rychlosti vestibulární kompenzace pomocí sledování náklonu subjektivní zrakové vertikály a skóre dotazníku ABC nám poskytuje obraz o stavu posturální stability před operací i po ní. Možnost spolupráce při vyvíjení nového interaktivního systému pro terapii pacientů nejen s poruchami rovnováhy je cennou zkušeností jak pro fyzioterapeuta, tak pro pacienty.

1. PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 Vestibulární systém

1.1.1 Úloha vestibulárního systému v zajištění posturální stability

K zajištění posturální stability je zapotřebí nejen schopnost kontrolovat a ovládat tělesné segmenty v prostoru. Centrální nervový systém musí mít k dispozici přesný obraz o orientaci těla v prostoru a o jeho pohybu. Bez této informace nelze spustit přesné mechanismy reagující na aktuální posturální situaci.

Informace o aktuální pozici těla v prostoru a jeho pohybu s ohledem na gravitaci a okolní prostředí poskytují CNS tři sensorické vstupy: zrakový, vestibulární a somatosenzorický. Integrace a zpracování těchto vstupů je základním úkolem CNS. Každý z těchto vstupů může poskytovat rozdílnou informaci, rozdílné souřadnice (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, s. 180).

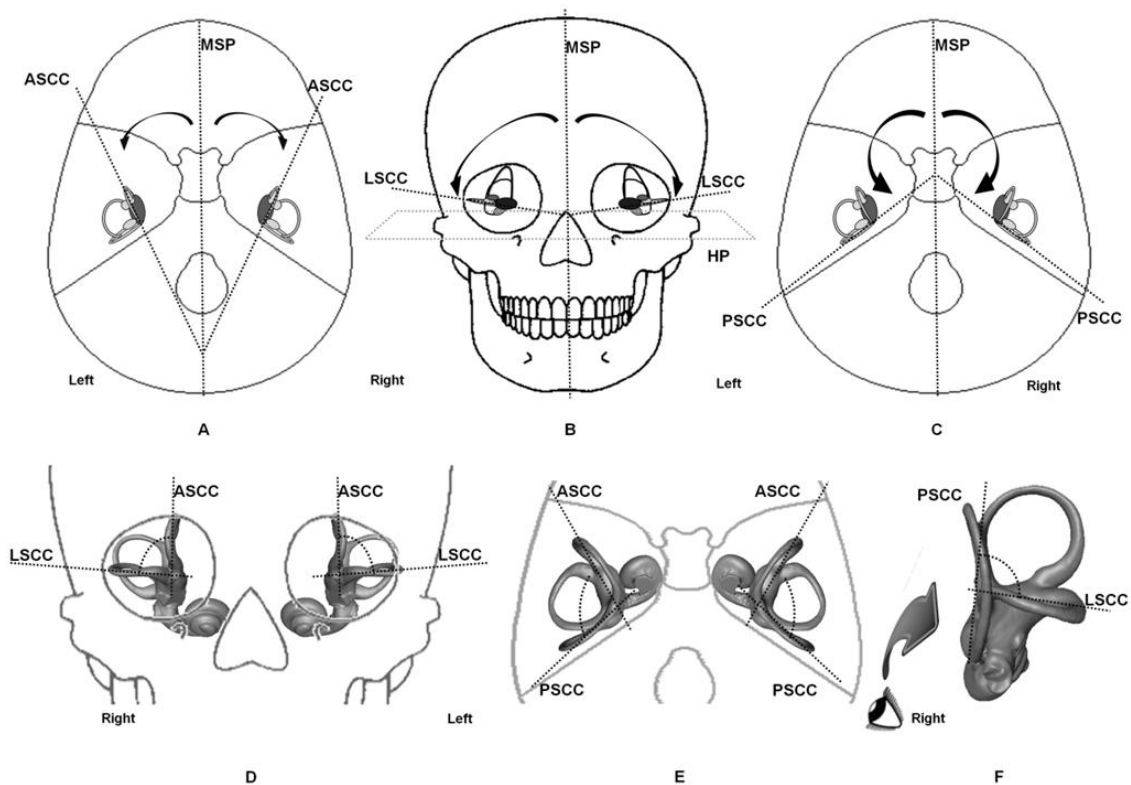
Značný nadbytek informací o poloze a pohybu těla slouží k ochraně proti selhání senzomotorického systému, pokud jeden ze sensorických vstupů vypadne. Zároveň také pomáhá vyřešení konfliktů mezi jednotlivými vstupy při neadekvátnosti jednoho nebo dokonce dvou (Bronstein, Brandt, Woollacott, 1996, s. 6).

Zrakový systém zprostředkovává obraz o poloze a pohybu hlavy ve vztahu k okolnímu prostředí, stejně tak se podílí na vjemu vertikality. Informaci o vzájemné poloze tělesných segmentů a vztahu těla k podložce podává somatosenzorický systém. Vestibulární aparát je rovněž významným zdrojem informací, a to zejména o poloze a pohybu hlavy ve vztahu ke gravitaci (Shumway-Cook, Woollacott, 2012, s. 181).

Významnost vestibulárního vstupu u zdravých osob i pacientů je stále předmětem mnoha diskuzí. Nelze jednoznačně říci, jaká je přesně jeho úloha a jak velkou roli hraje při řízení posturální stability. Nejméně dva faktory mají na tyto skutečnosti vliv – aktuální posturální situace a dostupnost informací ze zrakového a somatosenzorického systému (Mbongo, Qu'hen, Vidal et al., 2009).

1.1.2 Funkční anatomie vestibulárního aparátu

Blanitý labyrint je uložen v labyrintu kostěném ve vnitřním uchu. Oba blanité labyrinty obsahují pět struktur, které detekují pohyb hlavy - tři polokruhové kanálky a dva otolitové orgány.



Obrázek 1. Uložení vestibulárního aparátu v lebce (Khoury et al., 2014)

Otolity

Otolitové orgány – utrikulus a sakulus – registrují pohyby hlavy spojené s lineárním zrychlením. Otolity reagují na lineární zrychlení, nikoli na rychlost. Například při jízdě automobilem konstantní rychlostí nepřichází z otolitů žádná informace. Utrikulus a sakulus jsou schopny registrovat lineární zrychlení ve všech třech rovinách. Při vzpřímeném postavení hlavy je sakulus orientován vertikálně a utrikulus horizontálně. V této poloze registruje sakulus lineární zrychlení podle axiální a anteroposteriorní osy, utrikulus podle laterolaterální a také anteroposteriorní osy.

Gravitační pole Země působí lineární zrychlení, je směr gravitace registrován otolitovými orgány. Při lateroflexi, anteflexi a retroflexi dochází ke změně směru působení gravitace, a tak zachycují otolity i tento pohyb hlavy.

Polokruhové kanálky

Tři polokruhové kanálky (přední, zadní a horizontální) registrují úhlové zrychlení hlavy ve všech třech rovinách. Kanálky jsou na sebe navzájem kolmé, avšak nejsou zcela kolmé na vertikálu a horizontálu země – laterální kanálek je od transverzální roviny odkloněn o 30°. Kanálky jsou vyplněny endolymfou, která se volně

pohybuje podle směru úhlového zrychlení hlavy. Vlásokové buňky uložené v rozšířené části kanálku – ampule – jsou ohýbány pohybem endolymfy a to vede k excitaci aferentních vláken vestibulárního nervu (Schubert, Minor, 2004).

Těchto šest jednotlivých kanálků tvoří tři koplanární dvojice (ležící ve stejné rovině). Pravý a levý horizontální kanálek, pravý přední s levým zadním a levý přední s pravým zadním. Kanálky leží přibližně ve stejných rovinách s okohybnými svaly a to umožňuje relativně jednoduché propojení mezi senzoryckými neurony kanálků a motorickými neurony jednotlivých okohybných svalů (Herdman, 2000, s. 9).

Velmi zajímavý je vývoj semicirkulárních kanálků a bipedální lokomoce u lidí. Přední a zadní kanálek je větší než laterální. Předpokládá se, že tato skutečnost úzce souvisí s vnímáním úhlového zrychlení v sagitální a frontální rovině, které je důležité pro rovnováhu ve vzpřímeném postoji (Day, Fitzpatrick, 2005).

Těla neuronů aferentních vláken vestibulárního nervu jsou uložena v ganglion Scarpa, který leží při vstupu nervus vestibulocochlearis a facialis do mostomozečkového koutu. Horní a laterální kanálek spolu s utrikulem je inervován nervus vestibularis superior. Nervus vestibularis inferior inervuje kanálek zadní a sakulus (Schubert, Minor, 2004).

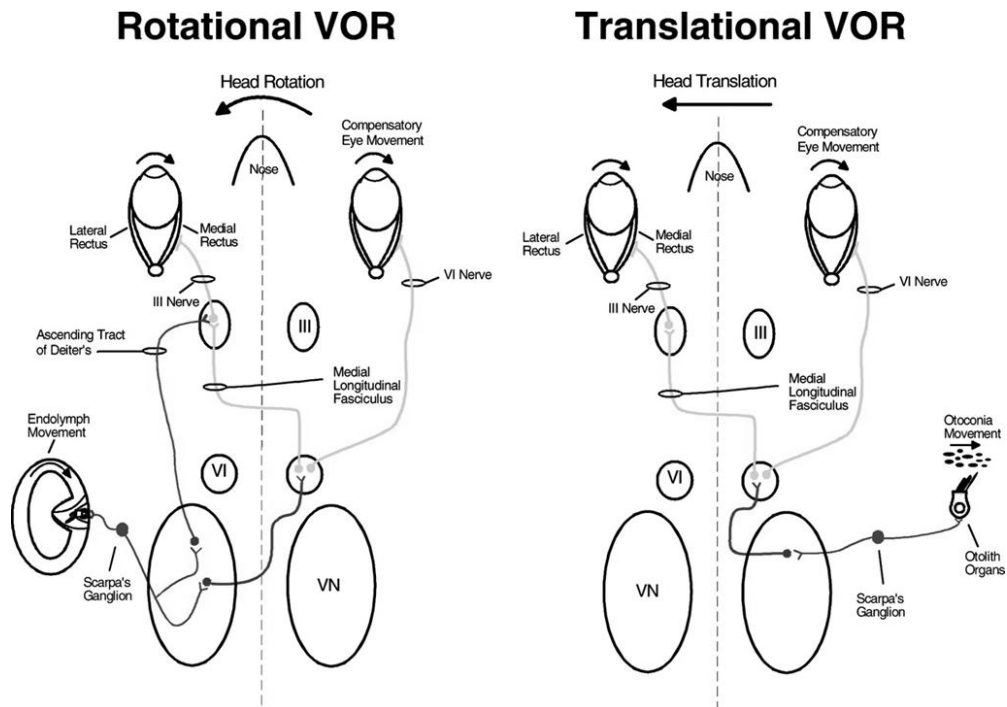
1.1.3 Vestibulární reflexy

Vestibulookulární reflex

Vestibulookulární reflex (VOR) zabezpečuje udržení stabilního obrazu na sítnici při pohybech hlavy. Funguje ovšem i bez zrakové aference (Jones S., Jones T., Mills, Gaines, 2009). Tento reflex vstupuje do aktivity při rychlosti pohybu hlavy vyšší intenzity, a to 1 Hz při otevřených a 2 Hz při zavřených očích (Jeřábek, 2003).

VOR vyvolává kompenzační pohyby očí v opačném směru, než se pohybuje hlava. Například při pohybu hlavy v horizontální rovině (rotace) doprava je registrován pohyb v pravém laterálním polokruhovitým kanálku a zvýšená aferentace ze stejnostranného vestibulárního aparátu. Tento zvýšený firing do pravého komplexu vestibulárních jader aktivuje sekundární neurony, které vyšlou signál pro kontrakci levého m. rectus lateralis a pravého m. rectus medialis. Antagonisté těchto svalů jsou inhibovány skrze snížený firing z levého vestibulárního aparátu. Výsledkem je pohyb očních bulbů doleva.

VOR je využíván při pohybech hlavy ve všech směrech – dle semicirkulárních kanálků a otolitů (Jones et al., 2009). Na následujícím obrázku vidíme rozdíl v iniciaci vestibulookulárního reflexu při lineárním a rotačním pohybu hlavy.

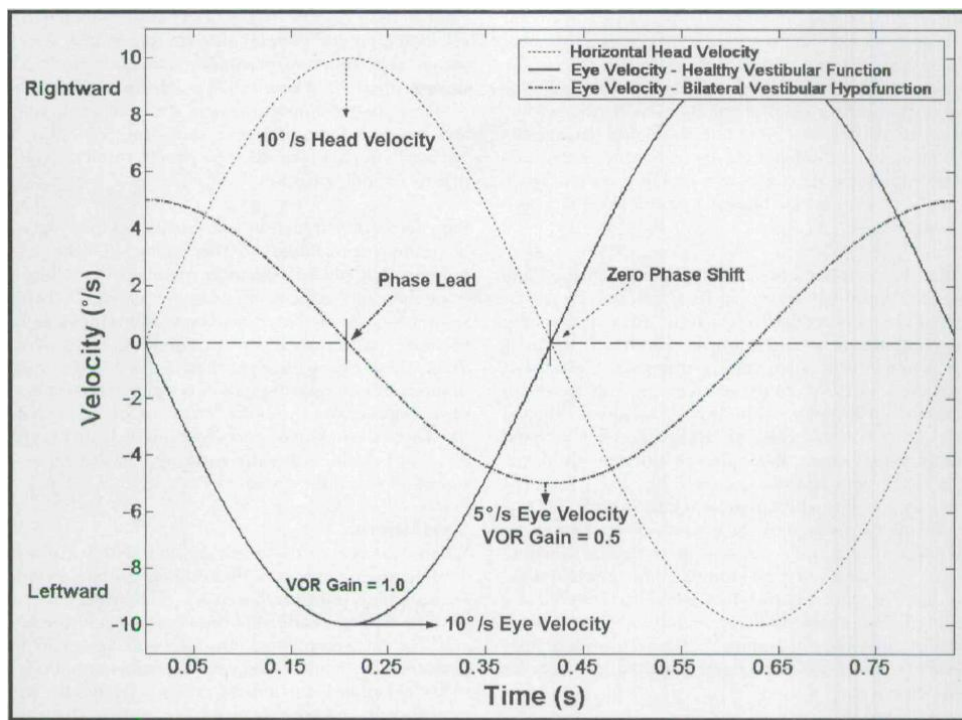


Obrázek 2. Schéma VOR pro rotační a lineární pohyby hlavy (Angelaki, 2004)

Stabilitu retinálního obrázku při pohybech hlavy o nižších frekvencích (0-2 Hz) a nižší rychlosti (do 30°/s) zajišťují plynulé sledovací pohyby. Oproti tomu stadické oční pohyby jsou mimořádně rychlé a dosahují úhlové rychlosti 600-700°/s. (Králiček, 2011, s. 43) Pohyby o vyšších frekvencích, rychlosti a zrychlení dokáže registrovat pouze vestibulární aparát. Reakční doba VOR je udávána 5-7 ms, latence plynulých sledovacích pohybů až 100 ms (Schubert, Minor, 2004).

Často hodnoceným parametrem VOR je „gain“. Gain VOR je poměr rychlosti kompenzačního pohybu oka vůči úhlové rychlosti pohybu hlavy. Při jednostranné vestibulární lézi klesá gain VOR o 75 % při pohybu k postižené straně a o 50% ke zdravé (Čakrt et al., 2007). Hodnota gainu VOR za fyziologických podmínek je -1, tedy rychlost kompenzačního pohybu očí je stejná vůči hlavě, ale má opačný směr.

Druhým, méně často využívaným parametrem VOR, je fáze. Tento parametr určuje časování pohybu hlavy a očí. V ideálním případě dosáhnou oči opačné pozice než hlava ve stejném čase, v tom případě hovoříme o nulovém posunu fáze (Schubert, Minor, 2004).



Obrázek 3. Vestibulookulární reflex, parametry Gain a Phase (Schubert, Minor, 2004)

Na obrázku 1 vidíme znázorněnou rychlost hlavy ve vztahu k rychlosti očí při fyziologickém stavu, kdy je kompenzační rychlost očí stejná, jako hlavy ale má opačný směr. Při rychlosti poloviční se Gain VOR snižuje na hodnotu 0.5 a zároveň dochází k opoždění fáze VOR.

Suprese vestibulookulárního reflexu

Pokud potřebujeme udržet zrakovou fixaci na objekt, který se pohybuje s hlavou, nastává suprese VOR. Tato fyziologická reakce se objevuje, pokud čteme noviny při jízdě autem. Při nedostatečné supresi VOR by se nám rozostřil obraz při každém zatočení automobilu.

Neschopnost suprese VOR se projeví jako nystagmus s pomalou složkou do strany, kam není VOR potlačen. Rotace hlavy doprava vyvolá nystagmus doprava, přičemž je nedostatečná suprese VOR doleva. Porucha suprese VOR je znakem centrální léze vestibulárního systému (Bronstein, Brandt, Woollacott, 1996, s. 93).

Vestibulospinální reflex

Vestibulospinální reflex umožňuje řízení aktivity příčně pruhované svaloviny s cílem udržení posturální stability s ohledem na vektor gravitace (Čada, 2012). Při poruše tohoto reflexu můžeme pozorovat úchyly těla a končetin. U periferní

vestibulární léze jsou tyto úchytky ve směru postiženého labyrintu, u centrální léze nemají jednotný směr (Kalvach et al., 2008).

Tři dráhy spojují vestibulární jádra a motoneurony v předních rozích míšních. Laterální vestibulospinální dráha zodpovídá za antigravitační posturální motorickou aktivitu zejména dolních končetin. Ke svalům okolo krční páteře vede dráha vestibulospinální mediální. Třetí, retikulospinální dráha, je výstupem všech sensorických vstupů, které se podílejí na udržování posturální stability. Tato dráha obsahuje vlákna zkřížená i nezkřížená a má mnoho kolaterál (Herdman, 2000, s. 16).

Funkci vestibulospinálního reflexu vyšetřujeme Hautantovou zkouškou, Barányho zkouškou a Rombergovým stojem. Doplnit můžeme i vyšetřením chůze se zavřenýma očima na místě nebo do prostoru podél rovné linie (Novotný, Kostřica, 2007).

Vestibulokolický reflex

Konečným orgánem vestibulokolického reflexu jsou svaly krční páteře. Cílem tohoto reflexu je stabilizace hlavy skrze aktivaci svalů opačných pro pohyb zachycený vestibulárním aparátem (Herdman, 2000, s. 18).

1.2 Percepce vertikality

Předpokladem pro vzpřímení držení těla s ohledem na působení gravitace je respektování vertikály ve frontální i sagitální rovině. Lidské tělo nemá žádné statické senzory, které zachycují projekci těžiště na podložku. Orientace tělesných segmentů vůči gravitaci je regulována senzory umístěnými v hlavě i ostatních segmentech těla (Bronstein, Brandt, Woollacott, 1996, s. 5).

Percepci vertikály zprostředkovávají tyto vstupy:

- Zrak
- Okulomotorika
- Propriocepce
- Vestibulární orgán
- Graviceptory (Vilbert, Häusler, Safran, 1998).

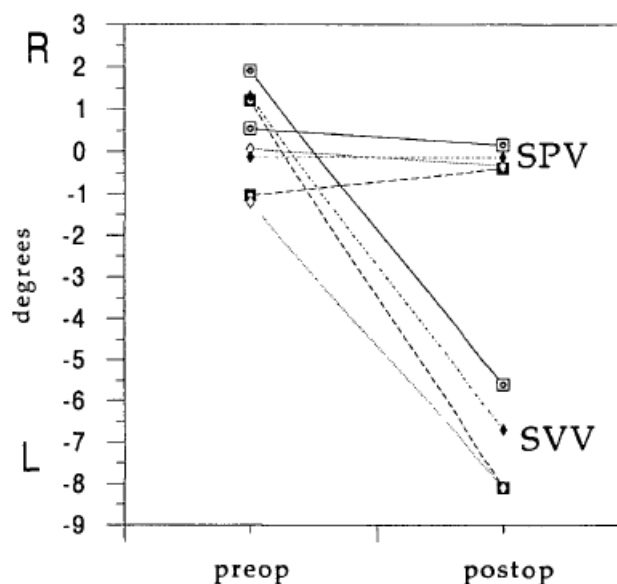
Zrakový vjem poskytuje informaci o vizuálním rámci, o jeho vertikálních a horizontálních strukturách ve zrakovém poli.

Ve vestibulárním orgánu mají klíčovou funkci v percepci vertikality otolitové orgány. Vertikální nastavení hlavy při zavřených očích závisí zejména na těchto strukturách. (Bronstein, Brandt, Woollacott, 1996, s. 5) Jelikož otolitové orgány informují mozek o lineárním zrychlení pohybu hlavy, informace přicházející z otolitů se při lineárním pohybu hlavy či změně vektoru působení gravitace neliší. Takovou situací je například jízda autobusem. Informace z otolitů je stejná, pokud autobus zrychlí při jízdě po rovině, i pokud stojí ve svahu. (Day, Fitzpatrick, 2005)

O podílu jednotlivých vstupů na konečném obrazu vertikality v CNS jsou vedeny diskuze. Bronstein ve své studii z roku 1999 zmiňuje velmi významný vliv somatosenzorického systému na percepci vertikality.

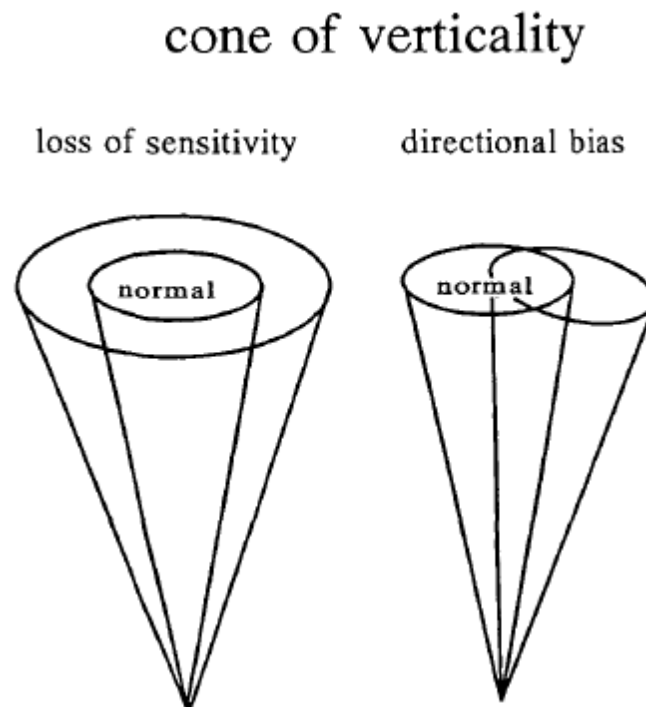
V praxi nejčastěji mluvíme o subjektivní zrakové vertikále (SVV), subjektivní posturální vertikále (SPV), haptické vertikále a zachování ortogonality – vztahu vertikály a horizontály (Bronstein, 1999).

Již dlouho je předmětem zájmu odborné veřejnosti vliv různých vstupů na SVV a SPV. Studie autorů Bisdorff et al. (1996) ukázala významný rozdíl mezi subjektivní zrakovou a posturální vertikálou. Zatím co hodnoty SPV se po jednostranné vestibulární deafferentaci nezměnily, změna náklonu SVV ke straně léze byla významná. Na základě této studie autoři předpokládají, že na SVV má výrazný vliv vstup z vestibulárního aparátu. Naopak na SPV má zřejmě výrazný vliv somatosenzorická informace.



Obrázek 4. Vztah subjektivní posturální a vizuální vertikály (Bisdorff et al., 1996)

Na následujícím obrázku 5 můžeme vidět dva způsoby, kterými může být změněno vnímání vertikality. Jedná se o tzv. „kužel vertikality“. V prvním případě jde o ztrátu vlastního vnímání vertikality bez jednostranné deviace. V druhém případě se jedná o jednostranný náklon subjektivní vertikály.



Obrázek 5. Kužel vertikality (Bisdorff et al., 1996)

1.2.1 Subjektivní zrková vertikála

Subjektivní zrková vertikála je hodnocena ve stupních dle odklonu od reálné vertikály ve směru gravitace. Jako fyziologická odchylka je uváděna hodnota do 2° (Böhmer, Mast, 1998, s. 221; Vilbert, Häusler, Safran, 1998, s. 145). Zwergal ve studii z roku 2009 naměřil odchylku u zdravé skupiny pouze do $0,9^\circ$.

Abnormální hodnoty odchylek SVV byly zjištěny jak u periferních vestibulárních lézí, tak u lézí mozkového kmene. Odchyly SVV můžeme sledovat u většiny pacientů s vestibulární neuritidou, virovou labyrintitidou, expanzními procesy v okolí těchto struktur a chirurgickou deaferentací u dalších procesů (Vilbert, Häusler, Safran, 1998).

Dalším důležitým parametrem SVV je směr odchylky. Prakticky u všech případů se potvrdila odchylka na stranu léze vestibulárního aparátu. Pokud je přítomen

nystagmus, jeho pomalá složka je také ve směru k intaktnímu vestibulu. Byly ovšem zjištěny i případy, kdy se objevil kontralaterální náklon subjektivní zrakové vertikály – u pacientů s operací stapes (třmínku). Důvodem je nejspíš iritace přilehlých struktur labyrintu a tím zvýšení firingu vestibulárního nervu z operované strany (Böhmer, Mast, 1998).

Vyšetření SVV je využíváno jako hodnocení funkce otolitových orgánů. Mnoho studií se ovšem zabývalo tím, zda vnímání SVV koreluje s funkcí utrikulu a sakulu plně. Zatím se nepodařilo potvrdit, že na vnímání subjektivní zrakové vertikály nemají vliv další podněty. Zajímavé je zjištění, že u benigního paroxysmálního polohového vertiga nebyla zjištěna abnormální odchylka SVV, což vypovídá o zanedbatelném vlivu semicirkulárních kanálků na percepci SVV (Böhmer, Mast, 1998).

Pokud vyšetříme SVV, můžeme získat obraz o nerovnováze „vestibulárního tonu“ ve frontální rovině (Zwergal et al., 2009). Otolitové orgány obou vestibulárních aparátů fungují na antagonistickém principu podobném tomu u semicirkulárních kanálků. Tento jev můžeme nazvat „push-pull“ mechanismus. V případě jednostranného snížení vestibulární aferentace přetlačí kontralaterální otolity vjem SVV k slabšímu vestibulu. Principem tohoto jevu je nepoměr klidového firingu z vestibulárních aparátů (Böhmer, Mast, 1998).

Vyšetření subjektivní zrakové vertikály

Nejrozšířenější a zavedenou metodou je vyšetření SVV pomocí hemisférického dómu. Při vyšetření pacient sedí, má bradu položenou na podložce a hledí do polokruhovitého dómu, na jehož povrchu jsou náhodně umístěny tečky různých velikostí. Zařízení může být volně otáčeno. Vyšetřovaná osoba má před sebou umístěnou čáru, která je otáčena ve frontální rovině. Pro vyšetření statické SVV je čára vychýlena a pacient má za úkol ji pomocí joysticku uvést do vertikální pozice. Dynamické vyšetření probíhá tak, že je hemisférický dóm otáčen proti pohybu čáry (Zwergal et al., 2009).



Obrázek 6. Vyšetření subjektivní zrakové vertikály pomocí hemisférického dómu (Strupp et al., 1998; Zwergal et al., 2009)

Další způsob, kterým lze vyšetřit SVV, je projekce světelné čáry ve tmě. Vyšetřovaný sedí v kompletně tmavé místnosti, kde jsou vyloučeny jakékoliv vizuální podněty a má hlavu fixovanu. Světelná tyč o délce asi 8 cm je umístěna před vyšetřovaným na černé pozadí ve vzdálenosti 50 cm. Vyšetřovaný umístí joystickem tyč do vertikální polohy. Před každým pokusem je světelná tyč náhodně otočena. (Sainoo et al., 2012) Světelná tyč může být umístěna i v jiné vzdálenosti, např. 1,5m a pacient nemusí mít hlavu fixovanu. (Böhmer, Mast, 1998)

Moderní způsob vyšetření nabízí systém od francouzské firmy Synapsys. Pacient má brýle, které omezí jeho zorné pole na 20°. Na plátno je promítána čára, kterou pomocí joysticku vyšetřovaný umístí do vertikální pozice. Vyšetřující může volit pohyb tyče i pozadí. Systém je propojen s počítačem a k vyhodnocení výsledků dochází okamžitě (Pdf.medicaexpo.com).



Obrázek 7. Systém pro hodnocení SVV od firmy Synapsys (Pdf.medicaexpo.com)

Výše zmíněné metody jsou technicky i finančně náročné a často nepřenosné. Se záměrem eliminovat tyto nedostatky prezentoval ve své studii Zwergal et al. tzv. „kyblíkovou metodu“. Jeho cílem bylo představit praktický, levný, jednoduchý a spolehlivý nástroj k hodnocení SVV, který bude možno využít přímo u lůžka. Při vyšetření pacient sedí a hledí do neprůsvitného kyblíku, tak aby stěny zamezily jakékoli orientaci v prostředí. Na dně kýble je tmavá, rovná čára. Zvenku je umístě úhломěr se svislicí pro možnost odečítání náklonu SVV, přičemž nula představuje reálnou vertikálu. Vyšetřující otáčí nástrojem po směru i proti směru hodinových ručiček a vyšetřovaný zahlásí jasným smluveným signálem, kdy vidí čáru vertikálně (Zwergal et al., 2009).



Obrázek 8. Kyblíková metoda pro hodnocení subjektivní zrakové vertikály (Zwergal et al., 2009)

1.3 Vestibulární schwannom

1.3.1 Lokalizace nádoru

Vestibulární schwannom (VS), často také neurinom akustiku, je nejčastějším nádorem mostomozečkového koutu (MMK). Představuje 80-95% mostomozečkových a 8-10% ze všech intrakraniálních nádorů. VS je nádorem benigním, který se vytváří ze schwannovy pochvy VIII. hlavového nervu. VS vyrůstá z vestibulární větve nervus vestibulokokchlearis a z tohoto důvodu je název „vestibulární schwannom“ přesnější než „neurinom akustiku“.

Nervus vestibulocochlearis je po celém průběhu mostomozečkovým koutem stále výběžkem mozku. Periferní část nervus VIII začíná až přechodovou Obersteiner-Redlichovou zónou, která je v hloubce meatus acusticus. VS se tedy tvoří v meatu a postupně jím prorůstá až do MMK a dále do zadní jámy lebni (Zvěřina, 2010).

1.3.2 Etiologie vestibulárního schwannomu

Incidence VS je odhadována na 10/milion obyvatel/rok (Kentala, Pyykkö, 2000). V ČR je léčeno asi 120 pacientů s vestibulárním schwannomem ročně (Zvěřina, 2010).

Naprostá většina VS je unilaterálních a vyskytují se sporadicky. Ovšem 4% těchto nádorů jsou bilaterální a spojená s onemocněním neurofibromatóza 2 (Kentala, Pyykkö, 2000).

1.3.3 Klinický obraz

Klíčovými symptomy VS jsou:

- Náhlá ztráta sluchu nebo jeho progresivní ztráta
- Jednostranný tinnitus
- Poruchy rovnováhy, vertigo
- Znecitlivění obličeje
- Bolesti hlavy
- Změny vizu
- Bolest ucha (Kentala, Pyykkö, 2000)

Jako první příznak se nejčastěji objevuje ztráta sluchu a tinnitus. Vertigo se objevuje jen zřídka jako první příznak (Kentala, Pyykkö, 2000). Během postupného růstu nádoru dochází zřejmě k postupné vestibulární kompenzaci, a proto se poruchy rovnováhy objevují až později. Sluchová část nervu vestibulokokleárního je růstem nádoru utlačována (Zvěřina, 2010).

1.3.4 Diagnostika a vyšetření

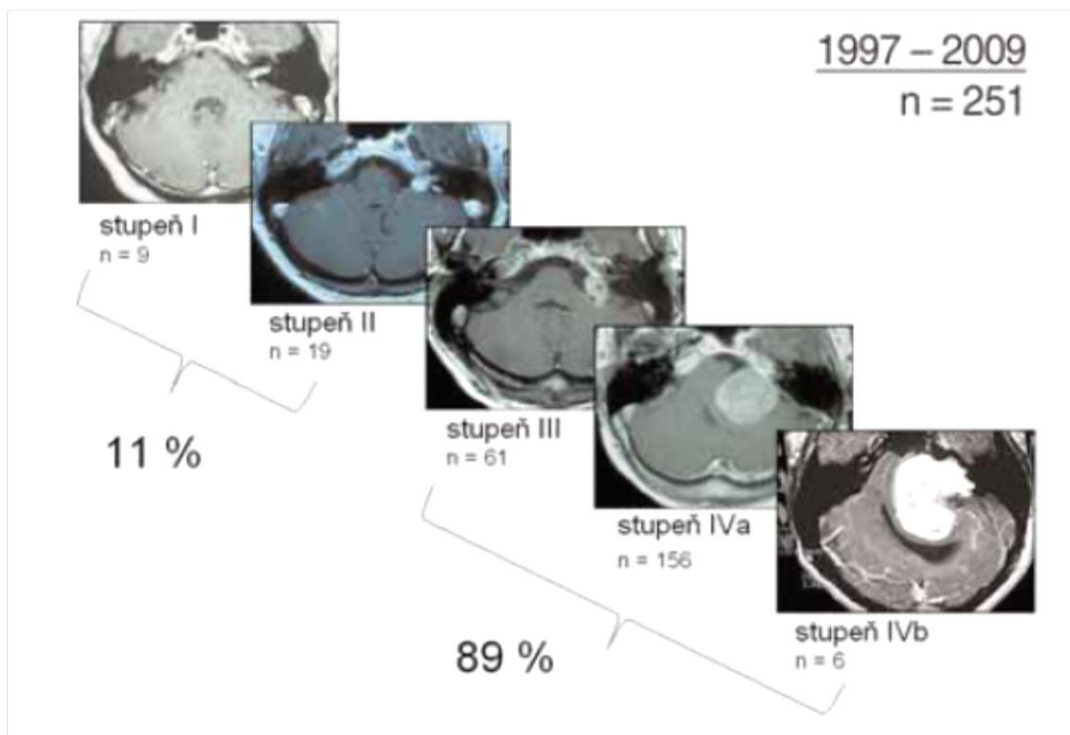
Jako první pacient často sám vyhledá pomoc otorhinolaryngologa, nebo je k němu odeslán praktickým lékařem. Lékařem je provedeno vyšetření všech kvalit sluchu. Přesnějším vyšetřením je například BERA – vyšetření sluchových evokovaných potenciálů. Naprosto zásadním vyšetřením jsou zobrazovací metody. Lze využít CT snímků s kontrastním nástřikem, ale nejčastěji je diagnóza stanovena dle MRI (Zvěřina, 2010).

1.3.5 Klasifikace VS

Dnes je vestibulární schwannom klasifikován dle velikosti nádoru a jeho příznaků. Velikost nádoru zjistíme na MRI, dalším kritériem je nejčastěji objektivní vyšetření ztráty sluchu audiometrií. Za hladinu užitečného sluchu považujeme ztrátu do 31-50 dB a slovní diskriminace do 50%.

VS rozdělujeme do čtyř stupňů:

- I. Intrameatální, intrakanalikulární
- II. Začíná se šířit do MMK
- III. Vyplňuje většinu MMK
- IV. a. Chová se expanzivně, tlačí na mozkový kmen, mozeček, tentorium
b. Chová se expanzivně, způsobuje nitrolební hypertenzi s městnáním na očním pozadí, může způsobit i smrt (Zvěřina, 2010).



Obrázek 9. Klasifikace velikosti vestibulárních schwannomů (Zvěřina, 2010)

Z předchozího obrázku lze vyčíst, že naprostou většinu operovaných nádorů tvoří schwannomy stupně III - IVb. U stupně IVb je viditelný tlak na mozeček i ostatní struktury mozku.

1.3.6 Růst tumoru

Timmer et al. v roce 2011 publikoval studii, která se zabývá stanovením predilekčních faktorů pro růst VS v období po stanovení diagnózy. Jeho cílem bylo stanovit pravidlo, dle kterého budeme schopni určit riziko růstu nádoru.

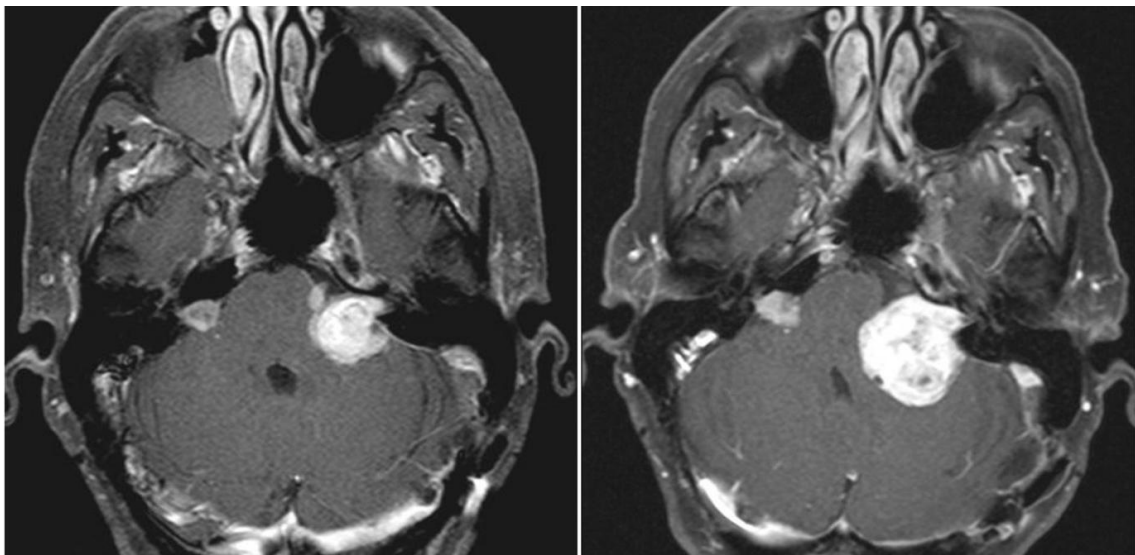
Jako první faktor uvedl lokalizaci nádoru. Vyšší riziko představují nádory expandující extrameatálně. Druhým faktorem je náhlá ztráta sluchu. Přítomnost poruch rovnováhy a vertiga je kritériem třetím. Posledním kritériem je vjem postupné ztráty sluchu trvající méně než dva roky.

Pokud pacient nesplní žádné kritérium, je riziko růstu nádoru méně než 10%. Při třech splněných kritériích je riziko růstu do roku po diagnóze až 70% (Timmer et al., 2011).

1.3.7 Operační léčba vestibulárního schwannomu

U vestibulárních schwannomů I. a II. stupně sledujeme zejména progresi velikosti nádoru a ztráty sluchu. Pokud nádor neroste, strategií léčby je sledování. U nádorů stupně III a IV, rostoucích nádorů a nádorů s progredujícím klinickým nálezem přistupujeme k léčbě.

Dříve byly upřednostňovány stereotaktické radiologické operace Leksellovým Gama nožem. Dnes je již pečlivě vybrán způsob odstranění nádoru tak, aby byly následky co nejmenší a kvalita života pacienta co nejvyšší. Cílem je odstranění celého nádoru a tím vyléčení pacienta.



Obrázek 10. MRI snímek pacienta před stereotaktickým radiologickým zákrokem a po něm. Je zde viditelná expanze nádoru v mostomozečkovém koutu s utlačením mozečku (Niu et al., 2014)

Dnes jsou pacienti léčeni zejména endoskopicky asistovanou mikrochirurgickou operací. Tento přístup je osvědčený a profesor Zvěřina jím odoperoval na stovky pacientů.

VS lze operovat třemi přístupy:

- transpetrózně, translabyrinthálně
- střední lební jámou, subtemporálně
- laterální subokcipitální, retromastoideální, retrosigmoideální

Dva poslední přístupy umožňují zachovat akustickou část nervu VIII a funkci nervus facialis. Během operace je zaznamenávána funkce těchto nervů pomocí intraoperačního monitorování kmenových evokovaných sluchových potenciálů - BERA (Zvěřina, 2010).

1.3.8 Komplikace mikrochirurgické operace VS

Betka et al. se ve své studii publikované v roce 2014 zabývá komplikacemi, které mohou nastat po mikrochirurgickém odstranění vestibulárního schwannomu.

Komplikace neurologického charakteru

Zachování funkce nervus facialis je ovlivněno rizikovými faktory, jako jsou velikost nádoru a operační přístup. Minimalizace poškození nervus VII dosahují operatéri přesným určením vstupu a výstupu nervu a maximální šetrností při operaci.

Velmi vzácnými komplikacemi jsou poškození dalších hlavových nervů – nervus trigeminus a abducens. Při odstranění velkých nádorů může dojít k lézi postranního smíšeného systému, což přináší riziko dysfagie a aspirace.

Vertigo často bývá přítomno již před chirurgickým odstraněním VS. Příčina poruch rovnováhy a vertiga může být buď periferní, nebo centrální. U velkých nádorů expandujících do MMK dochází k utlačování mozečku a mozkového kmene, příčina je tedy centrální. Léze vestibulokochleárního nervu je příčinou periferní. Jistým řešením může být vestibulární prehabituace aplikací ototoxického gentamicinu, jež je nyní nově využívána (Betka et al., 2014).

Další komplikace

Nejčastější komplikací je únik mozkomíšního moku, a to laterální nebo mediální. Mediální únik představuje větší problém kvůli nutnosti operační revize.

Jedním z preventivních opatření proti úniku mozkomíšního moku je kompresní obvaz rány, který mají pacienti několik dní po zákroku.

Další komplikací uvedené operace je meningitida. Bolestmi hlavy trpělo přibližně 9% pacientů této studie. Další velmi nepříjemnou situací jsou vaskulární komplikace, zejména hemoragického charakteru (Betka et al., 2014).

1.3.9 Následky po odstranění vestibulárního schwannomu

Po odstranění vestibulárního schwannomu jsou nejčastějšími komplikacemi:

- ztráta sluchu
- závrativost
- paréza nervus facialis

V 10 % případů tyto skutečnosti výrazně omezují pacienty. Operaci nejhůře snášejí lidé starší 45 ti let a ženy. Velmi důležité je i správné časování operace. U intrameatálních nádorů se osvědčilo včasné chirurgické odstranění. U nádorů, které expandují extrameatálně, ale ještě nezasahují do mozkového kmene, je lepší volit strategii sledování a vyčkání (Tuffarelli et al., 2006).

Zachování sluchu a funkce n. VII

Zachování sluchu a funkce lícního nervu je považována za nejvýznamnější faktory kvality života po operaci (Samii M., Gerganov, Samii A., 2006).

Několik současných studií se zabývá rozdílem ve využití jednotlivých operačních přístupů v souvislosti se zachováním sluchu a funkce lícního nervu. Freitas et al. ve své studii porovnávají rozdíl v přístupu střední jámou lební a retrosigmoideálním. V této studii z roku 2012 nevyšel rozdíl v těchto přístupech pro zachování sluchu, ale pro zachování funkce n. VII ano. Při použití přístupu střední jámou lební u nádorů, které expandují do MMK, je vyšší riziko poškození nervus facialis (Freitas et al., 2012).

Jiná studie z roku 2012 poukazuje na výrazný vliv velikosti tumoru, použití moderních nástrojů a technických zkušeností (Shirvani, Ali Arami, 2012).

Závrativost a poruchy rovnováhy

Na druhou stranu je velmi těžké kvantifikovat závrativost a poruchy rovnováhy tak jako sluch a funkci lícního nervu. Zcela jistě má na tomto problému svůj podíl i pooperační vestibulární kompenzace (Uehara et al., 2011).

Závrativost a poruchy rovnováhy bývají pacienty nejvíce vnímány ihned po operaci. Za velmi krátkou dobu, obvykle do týdne, dochází k výraznému působení vestibulární kompenzace a posturální stabilita se u pacientů rapidně zlepšuje (Cohen et al., 2002; Uehara et al., 2011).

Vývoj těchto problémů je individuální. U některých pacientů dochází k výraznému snížení závrativosti do pár týdnů od operace, jiní pocítují výrazný diskomfort i po měsících.

Kvalitu života snižují problémy s rovnováhou také výrazně. Mohou způsobit sociální izolaci, obtíže se samoobsluhou, problémy ve vedení domácnosti a také neschopnost provozovat rekreační aktivity a sport (Cohen et al., 2002).

Narušením funkce vestibulárního nervu jistě ovlivníme schopnost prostorové orientace. Zde přichází velmi závažné téma pro mnoho pacientů – řízení automobilu. Lékař vydávající potvrzení o způsobilosti pacienta k řízení automobilu by si měl být vědom této skutečnosti v zájmu pacienta i ostatních účastníků provozu (Cohen et al., 2002).

1.4 Vestibulární kompenzace

Na normálních posturálních reakcích se podílejí tři systémy – vestibulární, vizuální a somatosenzorický. Při ztrátě nebo snížení signálu z jednoho systému CNS využije podněty ze zbylých systémů a dochází k posturální reakci, která může být abnormální.

U pacientů s jednostrannou vestibulární lézí (unilateral vestibular loss, UVL) je právě informace z vestibulárního systému narušena, nebo není poskytnuta CNS vůbec. Postupný proces, při kterém dochází k funkční obnově posturální stability při UVL, se nazývá vestibulární kompenzace.

Mezi struktury, které se podílí na vestibulární kompenzaci, patří vestibulární jádra, mícha, mozeček, vizuální systém, oliva inferior a další (Herdman, 2000). Mozeček má vliv na vestibulární kompenzaci zejména z dlouhodobého hlediska (Beranek, McKee, Aleisa, Cullen, 2008).

Pacienti, kteří postrádají funkci labyrintu, jsou více závislí na přesné propriocepci zejména z kotníků a zrakové informaci. Tento jev jim umožňuje správnou organizaci posturálních reakcí. Nesprávná informace z některých těchto systémů přináší zvýšený výskyt titubací těla a pádů (Herdman, 2000).

Vestibulární kompenzace je proces, který probíhá velmi individuálně. Někteří pacienti mohou plně zkompenzovat, jiní nikoliv (Jones et al., 2009).

1.4.1 Vestibulookulární reflex jako ukazatel vestibulární kompenzace

Často používaným ukazatelem vestibulární kompenzace je vestibulookulární reflex. U jednostranné vestibulární léze pozorujeme statickou a dynamickou dysbalanci VOR. Příčinou statické dysbalance VOR je rozdílný klidový tonus mezi vestibulárními aparáty způsobený sníženou aferencí z intaktního vestibula. Spontánní nystagmus a okulární torze za klidu je příkladem statické dysbalance.

Jako dynamickou poruchu VOR označujeme již dříve zmíněný „push-pull“ mechanismus, který můžeme pozorovat zejména při pohybech hlavy. V tomto případě dochází ke snížení gainu VOR a asymetrii rotace očí při rotačních pohybech hlavy (Herdman, 2000).

Dysbalance dynamické jsou přítomny po delší dobu a mohou přetrvávat stále. Statické poruchy často mizí do pár dnů po úplné nebo částečné jednostranné vestibulární deaferentaci (Jones et al., 2009).

Dráhy vestibulárního systému mají výraznou neuroplasticitu a velký potenciál pro změny, byly v tomto ohledu prostudovány. Rychlost a časování kompenzačních očních pohybů jsou neustále kalibrovány dle informací z vizuálního systému a dalších podnětů. Tento proces zprostředkovávají zejména vestibulární jádra a mozeček.

Výrazný vliv na proces vestibulární kompenzace mají komisurální spoje vestibulárních jader, které jsou vysoce využívány v komunikaci mezi jádry uloženými po stranách mozkového kmene. Tyto spoje jsou inhibiční a hrají výraznou roli v nastolení rovnováhy mezi vestibulárními jádry (Jones et al., 2009).

1.4.2 Zotavující mechanismy po jednostranné vestibulární lézi

Po jednostranné ztrátě vestibulární funkce probíhá několik na sebe navazujících mechanismů. Jak první se objevuje obnova funkce na buněčné úrovni. Proces je založen na reparaci neuronů či receptorů, které byly poškozeny nebo vyřazeny z funkce. Předmětem diskuzí je otázka regenerace vláskových buněk po jejich poškození.

Následuje spontánní úprava statických vestibulárních funkcí. Podstatou je vyvážení firingu z vestibul, které je po jednostranné vestibulární lézi v dysbalanci a převažuje tonus intaktního vestibula. Tento rozvrat v pálení z vestibulárních aparátů se projevuje na vestibulookulární úrovni jako spontánní nystagmus a na vestibulospinální

způsobuje asymetrii svalové aktivity dolních končetin. Spontánní obnova funkce probíhá s největší pravděpodobností díky denervační hypersenzitivitě a axonálnímu sproutingu (Herdman, 2000, s. 388).

Vestibulární kompenzace dále disponuje mechanismy, které můžeme vidět v tabulce 1.

Adaptace	Změna gainu, fáze nebo směru vestibulární odpovědi
Substituce	Substituce ostatními sensorickými vstupy (COR) Substituce alternativními motorickými odpověďmi (sakády) Strategie založené na predikci nebo anticipaci

Tabulka 1. Kompenzační mechanismy (Herdman, 2000)

Adaptace

Vestibulární adaptace je proces, kdy se skrze přenastavení vztahu mezi vstupem a výstupem VOR nebo VSR obnoví adekvátní motorické chování. U některých výraznějších vestibulárních deficitů ovšem nemusí vestibulární adaptace plně vystačit, a proto je nutné využít další mechanismy, například substituci.

Signálem pro nastartování procesu adaptace dynamické funkce VOR je zřejmě pohyb retinálního obrázku asociovaný s pohybem hlavy. Pro udržení procesu vestibulární kompenzace je klíčová posteriorní část hemisfér. Existuje také kritická doba, do které je nutno poskytnout CNS varovný signál pro počátek adaptace. Buď pohyb retinálního obrázku nebo proprioceptivní a somatosenzorickou informaci pro iniciaci adaptace VSR (Herdman, 2000, s. 388).

Substituce

Dalším mechanismem vestibulární kompenzace je substituce. Při substituci dochází k nahrazení ztracené vestibulární funkce jinou strategií. Vestibulookulární reflex je možno nahradit cervikookulárním reflexem, ovšem nikoli plnohodnotně. VOR pracuje ve frekvencích až 20 Hz při chůzi a běhu, zatím co COR funguje jen do hodnoty 0.5 Hz (Herdman, 2000, s. 389-390).

Vestibulární substituce je iniciována centrálním nervovým systémem z oblastí sensorických, behaviorálních a kognitivních. Sensorická substituce pracuje na principu změny důležitosti vizuálních a proprioceptivních vjemů (Deveze, Bernard-Demanze, Xavier, Lavieille, Elziere, 2014).

Další možností substituce je vytvoření sakád, které jsou vyvolatelné automaticky i ve tmě. Tyto sakády působí ve směru pomalé fáze a jsou v souhře s rychlostí, maximální frekvencí a akcelerací pohybu hlavy při rotaci ke straně léze (Herdman, 2000, s. 389-390).

Další informace poskytující vizuální, sluchovou, elektrotaktilní a vibrotaktilní zpětnou vazbu (biofeedback, BF) zcela okamžitě redukovaly posturální titubace při stoji a chůzi. Efekt senzorkého biofeedbacku u vestibulárních pacientů je velmi individuální a závisí na preferenci určitého vstupu a typu prezentace BF (Horak, 2009).

Habituační

Tento mechanismus je založen na principu redukce symptomů pomocí opakování specifických pohybů. Jedná se zřejmě o pochod v CNS a objevuje se po mnohonásobné expozici danému pohybu (Herdman, 2000, s. 391).

Již mnoho studií se zabývalo vlivem vestibulární rehabilitace na kompenzaci a adaptaci po jednostranné vestibulární lézi. Tomuto tématu bude věnována následující kapitola.

1.5 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace (VRHB), která je správně provedená a pod dohledem, zmírňuje širokou škálu centrálních i periferních poruch rovnováhy bez ohledu na věk pacientů.

VRHB zahrnuje:

- repositionální manévry u benigního paroxysmálního vertiga
- vlastní „vestibulární“ cvičení pro podporu vestibulární kompenzace
- edukaci substitučních strategií u chronických vestibulárních lézí
- nácvik stability stoje a chůze (Black, Pesznecker, 2003)

Cíle vestibulární rehabilitace jsou:

- facilitace adaptace na změněnou vestibulární funkci
- zlepšení stability chůze včetně kontroly reakce na neočekávanou ztrátu rovnováhy
- zlepšení symptomů spojených s pohybem
- korekce neadekvátní závislosti na vizuálních a somatosenzorických vjemych
- maximální redukce úzkosti a somatizace vznikající na podkladě pohybové dezorientace
- podpora návratu k všedním denním činnostem
- zlepšení a obnovení neuromuskulární kondice (Black, Pesznecker, 2003).

1.5.1 Individuální sestavení plánu vestibulární rehabilitace

Před začátkem terapie je vždy nutné pacienta důkladně vyšetřit. Důkladně provedená anamnéza nám pomůže zjistit některé přidružené symptomy, komorbidity a další nevestibulární onemocnění, která mohou ovlivnit průběh a výsledek VRHB.

Velký vliv na VRHB mohou mít poruchy vizu a omezení pohybu různé etiologie. U těchto pacientů VRHB pozitivně ovlivní instabilitu a strach z pádů.

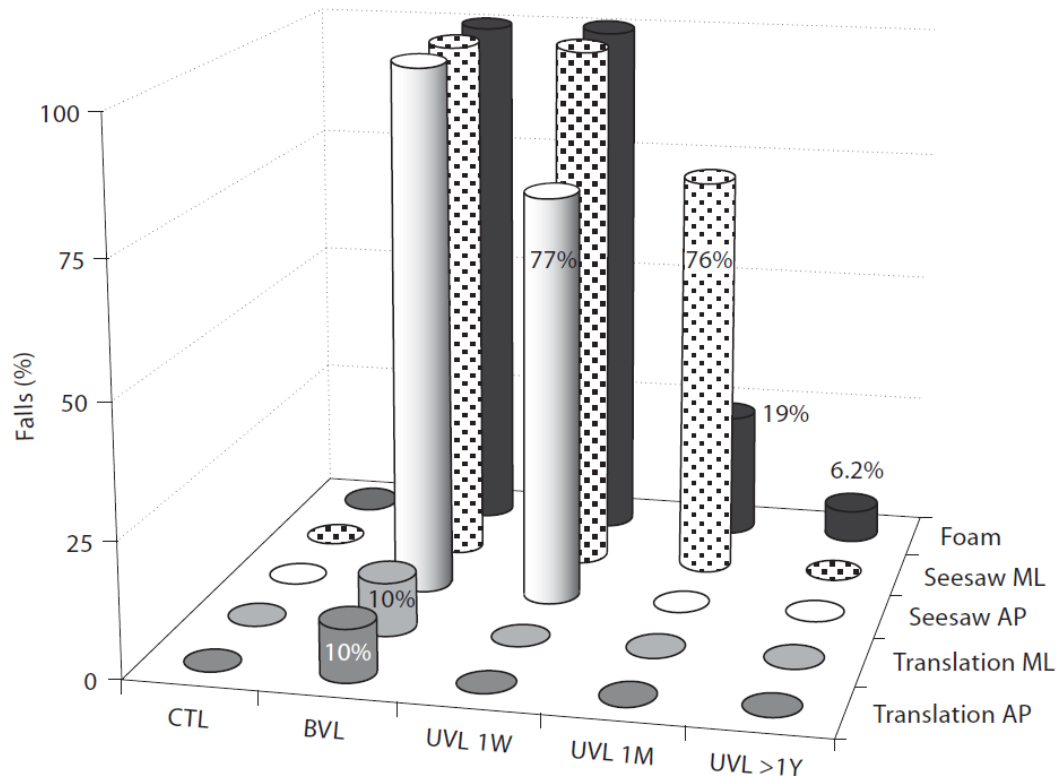
Subjektivně lze hodnotit vliv vestibulární léze na každodenní život pomocí dotazníků. V zahraničních studiích je nejčastěji využíván dotazník Dizziness Handicap Inventory (DHI). Jeho poslední verze má 25 otázek, které zahrnují funkční, fyzické a emocionální vlivy na posturální stabilitu (Jacobson, Newman, 1990).

Objektivní hodnocení posturální stability můžeme provést pomocí stabilometrie (posturografie). Toto vyšetření nám zprostředkuje obraz o míře využití sensorických informací pro posturální kontrolu pacienta. Velkou výhodou je také možnost srovnání hodnocených parametrů před terapií a po ní, což může výrazně motivovat pacient a působit jako prevence přidružených psychických komplikací (Black, Pesznecker, 2003).

Následující graf zobrazuje výsledky posturografického vyšetření při zavřených očích. Mbongo et al. (2009) poukázal v této studii na roli vestibulárního vstupu při modulaci posturální odpovědi u jednostranné a oboustranné vestibulární lézi. Pacienti byli vyšetřováni na pěnové a „houpavé“ podložce, dále pak při dynamické posturografii s pohyby plošiny v latero-laterálním i antero-posteriorním směru. První sloupec

reprezentuje data kontrolní zdravé skupiny, druhý bilaterální vestibulární léze a dále pak jednostranná vestibulární léze po jednom týdnu měsíci a roku od vzniku dysfunkce.

Autor uvedl, že za méně užitečné vyšetření můžeme považovat dynamickou posturografii. Jak lze vyčíst z grafu, hodnoty pro toto vyšetření již týden po vzniku UVL jsou stejné jako u kontrolní zdravé skupiny. Oproti tomu vyšetření na pěnové podložce umožňuje vícestrannou instabilitu, a proto je považováno na velmi citlivé.



Obrázek 11. Graf procentuálního znázornění pádů při vyšetření se zavřenými očima ve třech podmínkách – na pěnové podložce, na úseči a při translačních pohybech plošiny (Mbongo et al., 2009)

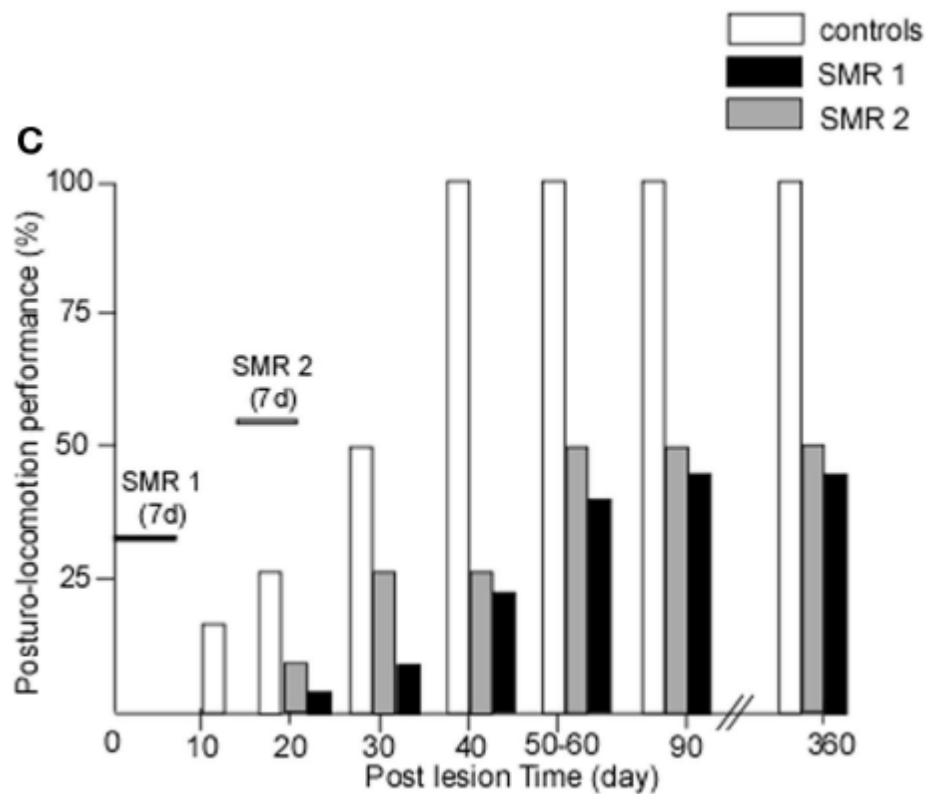
1.5.2 Včasné zahájení vestibulární rehabilitace

Je známo, že v procesu vývoje mozku hraje zkušenost významnou roli. Hladina neuroplasticity je nejvyšší v raném senzitivním období, kdy externí podněty formují neurální okruhy. Otázkou je, zda takovéto rané senzitivní období existuje i po vzniku vestibulární léze a jak je dlouhé (Lacour, Bernard-Demanze, 2015).

Již v roce 1976 francouzští vědci provedli studii, zabývající se právě tímto kritickým obdobím pro vestibulární kompenzaci. Pomocí senzomotorického omezení u

paviánů s jednostrannou vestibulární deaferentací ukázali význam raného období (Lacour, Roll, Appaix 1976).

Další studie z roku 1980, kdy vědci zkoumali vliv senzomotorického omezení u koček s UVL, ukázala jako kritické období první měsíc po vestibulární deaferetaci. Na následujícím grafu vidíme srovnání posturálně-lokomoční aktivity u kontrolní skupiny koček senzomotoricky neomezených, koček omezených 3. - 9. den po deaferentaci (SMR 1) a 14. - 20. den po deaferentaci (SMR 2). Úbytek pohybové aktivity byl zaznamenán u obou skupin, ovšem u skupiny s časnějším omezením výrazněji a převládá i po jednom roce od vzniku léze (Xerri, Lacour, 1980).



Obrázek 12. Posturálně-lokomoční aktivita v období po jednostranné vestibulární deaferentaci u koček (Xerri, Lacour, 1980)

V následujících letech bylo provedeno několik studií sdílejících názor, že čím dříve začneme s rehabilitací, tím rychlejší je obnova funkce v souvislosti s vestibulárním systémem (Herdman et al., 1995; Cohen, Kimball, Jenkins, 2002; Lacour, 2006; Vereeck et al., 2008, Lacour et al., 2009). Tato raná fáze je období největší citlivosti na vizuální a somatosenzorickou stimulaci (Deveze et al., 2013).

1.5.3 Faktory ovlivňující efekt vestibulární rehabilitace

Efekt vestibulární rehabilitace závisí na možnostech vestibulární kompenzace jedince. Mezi diskutované faktory patří věk, velikost tumoru, pohlaví, operační průběh, somatosenzorický systém, zrak, fyzické zdraví, kognitivní funkce, paměť, úzkostné a patopsychologické stavy.

Francouzští vědci publikovali v roce 2012 studii, ve které sledovali efekt věku na posturální kompenzaci po resekci VS. Pacienti byli vyšetřeni před operací, dále 8. pooperační den a 3 měsíce po operaci. Vyšetření obsahovalo vestibulární funkce a posturografii. Všichni pacienti bez ohledu na věk se při prvním měření zhoršili a po třech měsících byli zkompenzováni, ovšem starší pacienti ukázali na třetím měření výraznější zlepšení ve srovnání s předoperačním stavem. Neuroplasticita i tomto věku tedy dovolila nejen návrat do původního stavu, ale i zlepšení zejména v konfliktních situacích (Gauchard, Lion, Perrin a Parietti-Winkler, 2012). Autoři se touto studií snaží podpořit operační řešení VS i u starších pacientů.

Vereck et al. uvádí, že toto výrazné zlepšení posturálně-stabilizačních funkcí po pooperační kompenzaci u starších pacientů má původ již době před operací. Ačkoliv si starší pacienti před operací nestěžují na vertigo nebo instabilitu, je možné že snížená sociální podpora nevědomě změnila jejich chování ve smyslu omezení pohybů hlavou a vyhýbání se situacím, kdy jsou vizuální a somatosenzorické podněty redukovány. Tento jev může vysvětlit, proč se po aktivním absolvování programu vestibulární rehabilitace stav starších pacientů zlepšil oproti stavu před operací (Vereck et al., 2008).

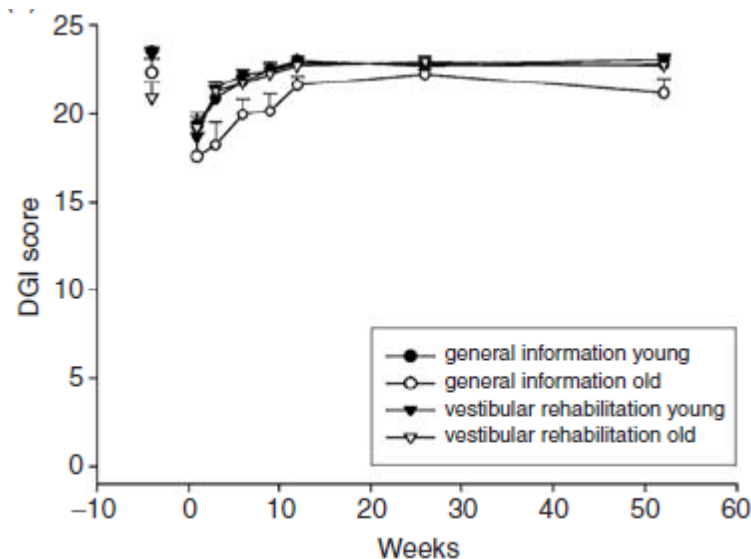
Výrazný vliv věku na efekt vestibulární rehabilitace neprokázala ani studie amerických autorů Whitney et al. (2002).

Další studie z roku 2015, kde byli pacienti vyšetřeni protokoly týkajícími se pracovní schopnosti a nezávislosti, ukázala vliv věku, velikosti i pohlaví na stav pacienta po operaci VS. Výsledkem této studie bylo tvrzení, že ženy nad 50 let věku s velkým tumorem mají zvýšené riziko pracovní neschopnosti (AL-Shudifat et al., 2015).

1.5.4 Efekt vestibulární rehabilitace z dlouhodobého hlediska

Na následujícím grafu vidíme dosažené skóre testu Dynamic Gait Index (DGI) v průběhu týdnů u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Nejvyšší skóre bylo dosaženo a udrženo pacienty, kteří byli mladí a absolvovali program vestibulární

rehabilitace. Oproti tomu nejnižších hodnot dosáhli pacienti staří bez vestibulární rehabilitace. Autoři studie uvádí, že po 6. týdnu od operace docházelo k postupnému zpomalování obnovy posturální stability. Úroveň dosažených schopností se nezměnila ani po roce od operace VS. Starší pacienti, kteří absolvovali vestibulární rehabilitaci, byli tedy rok po operaci na vyšší úrovni, než před ní. Tato studie dokazuje dlouhotrvající efekt vestibulární rehabilitace (Vereeck et al., 2008).



Obrázek 13. Skóre testu Dynamic Gait Index v pooperačním období znázorňující dlouhodobý efekt vestibulární rehabilitace (Vereeck et al., 2008)

1.5.5 Přístupy ve vestibulární rehabilitaci

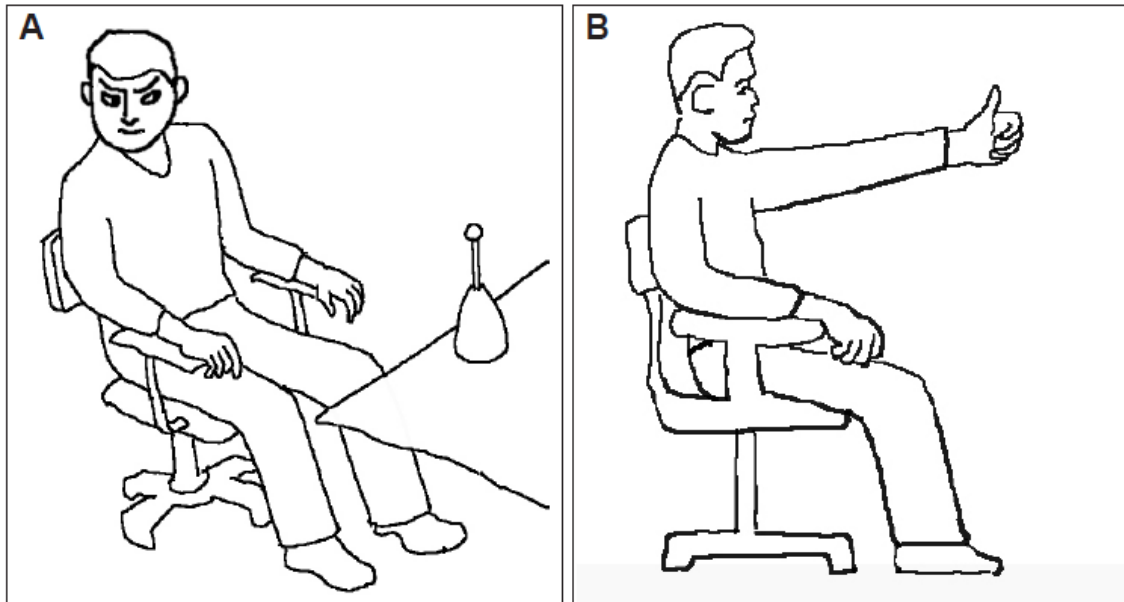
Jednotlivé přístupy ve VRHB využívají mechanismy, které probíhají v procesu vestibulární kompenzace. Dle Herdman (2000) rozdělujeme tyto přístupy u pacientů s periferní vestibulární hypofunkcí následovně:

1. Přístup založený na adaptaci
2. Přístup založený na substituci
3. Přístup založený na habituaci
4. VRHB dle Cawthorne-Cooksey

Adaptace

Tento přístup je založený na stimulaci vestibulookulárního reflexu. Terapie se prostřednictvím zrakové fixace pohybujícího předmětu snaží zvýšit gain VOR. Často využíváme pohyb hlavy, pohyb předmětu nebo obojího. Během cvičení musí pacient

očima fixovat předmět, přičemž maximální rychlost pohybu je taková, kdy se předmět začíná rozmazávat. Zvýšit náročnost můžeme vzájemným opačným pohybem předmětu, který drží pacient v ruce, a hlavy. Dalším krokem je nácvik této dovednosti v různých polohách – sed, stoj, leh, chůze různou rychlostí a různými směry (Deveze et al., 2013).



Obrázek 14. Příklad cviků pro stabilizaci retinálního obrázku. A: Otáčení hlavou. B: Otáčení hlavy a trupu (Han, Song, Kim, 2011)

Doporučená doba provádění těchto cviků je minimálně 1 minutu v kuse, postupně tuto dobu prodlužujeme na 2 minuty. Za tuto dobu můžeme spustit proces vestibulární adaptace. Pacient by měl tyto cviky provádět v co nejvíce frekvencích, protože v běžném životě je spektrum frekvencí velmi široké (Herdman, 2000, s. 395-397).

Substituce

Cílem cviků na bázi substituce je zkvalitnění zpracování zrakových a somatosenzorických vstupů a vjemů prostřednictvím balančních cviků bez zrakové kontroly, s narušeným zrakovým vjemem nebo na nestabilní podložce. Tyto balanční cviky mohou také zvýšit využití informací z vestibulárních aparátů. Obvykle začínáme stojem s chodidly těsně u sebe na pevné, poté na nestabilní podložce, následně vyřazujeme zrak a můžeme přidat i další prvky, jako například chytání míče (Deveze et al., 2013).

Pokud pacienta postavíme na pěnovou podložku se zavřenýma očima, bude maximálně posíleno využití vjemu z vestibulárního aparátu (Herdman, 2000, s. 397).

Další možností je skákání na trampolíně, které také stimuluje vestibulární aparát. Velmi důležité je dbát na bezpečnost pacienta a zavést opatření, která snižují riziko pádu, zejména při balančním cvičení (Vereck et al., 2008).

Habituace

Tento přístup je založen na opakování určitých pohybů, které u pacienta vyvolávají patologickou odpověď. Opakované provádění cviku by mělo mít za následek snížení intenzity nefyziologické odpovědi na tento pohyb. Již v roce 1979 navrhl Norre vestibulární habituační trénink pro pacienty s jednostrannou vestibulární lézí (Herdman, 2000, 399).

Asymetrická funkce labyrintů způsobí v CNS senzorický rozpor a tento konflikt vede následně k vyvolání patologické odpovědi na daný pohyb (Norre, De Weerd, 1980). Klíčové pro habituační trénink je správné rozpoznání pozice, která způsobuje typické projevy a její opakování s terapeutem s postupným zvyšováním rychlosti (Deveze et al., 2013).

Cvičení dle Cawthorne-Cooksey

Cawthorne, lékař ošetřující pacienty s UVL, a Cooksey, fyzioterapeut, sestavili ve 40. letech soubor cviků pro pacienty s jednostrannou vestibulární lézí. Tento soubor zahrnoval pohyby hlavou, cviky na koordinaci očí s hlavou, pohyby celého těla a balanční cviky (Herdman, 2000 s. 397).

Další možnosti terapie

Nácvik chůze

Chůze je velmi důležitou součástí terapie pacientů s UVL, přímo souvisí s prováděním každodenních aktivit. Trénovat můžeme chůzi rovně dopředu, dozadu, do stran, podél rovné linie nebo kolem kuželů. Pokud přidáme pohyby hlavou, zvýšíme náročnost. Důležitá je také volba prostředí. Nácvik můžeme provádět venku, na různém povrchu (písek, rampy) a v různých podmínkách – tichá místa, rušné obchodní domy. Pacientům je také doporučováno postupně zvyšovat vzdálenost, kterou ujdou, a rychlost chůze (Deveze et al., 2008)

Dual task

Kombinací kognitivního úkolu s balančním cvičením docílíme menší koncentrace na řešení balančního úkolu. Tento přístup je vhodný zejména u starších pacientů, kdy zvýšená nutnost koncentrace na řešení náročné posturální situace často vede k pádům. Využitím cvičení Dual-task zvýšíme automaticitu posturální kontroly převedením pozornosti k řešení kognitivního úkolu adekvátní obtížnosti (Deveze et al., 2013).

Virtuální realita

Terapie poruch rovnováhy u vestibulárních pacientů vyžaduje motorické učení, a tedy i procvičování a zpětnou vazbu (feedback, FB). Běžné cviky, které vestibulární rehabilitace obsahuje, mohou být pro pacienty opakované a nudné a je těžké poté získat zpětnou vazbu. Terapie s využitím silové plošiny nám může poskytnout vizuální i sluchovou zpětnou vazbu při balančním cvičení. Virtuální realita nám poskytne bohatší a více stimulující prostředí, než běžná rehabilitace. Pacient má často možnost vstoupit do prostředí, kam by se za běžných podmínek neodvážil a situaci si takto natrénovat.

Další nespornou výhodou je přesné monitorování terapie. Většina systémů je schopna zaznamenat délku cvičení, typ, intenzitu a frekvenci, což je možné využít při objektivizaci a výzkumné činnosti. Zábavnost a větší motivace pacientů patří rovněž mezi přednosti virtuální reality oproti konvenční terapii (Meldrum et al., 2012).

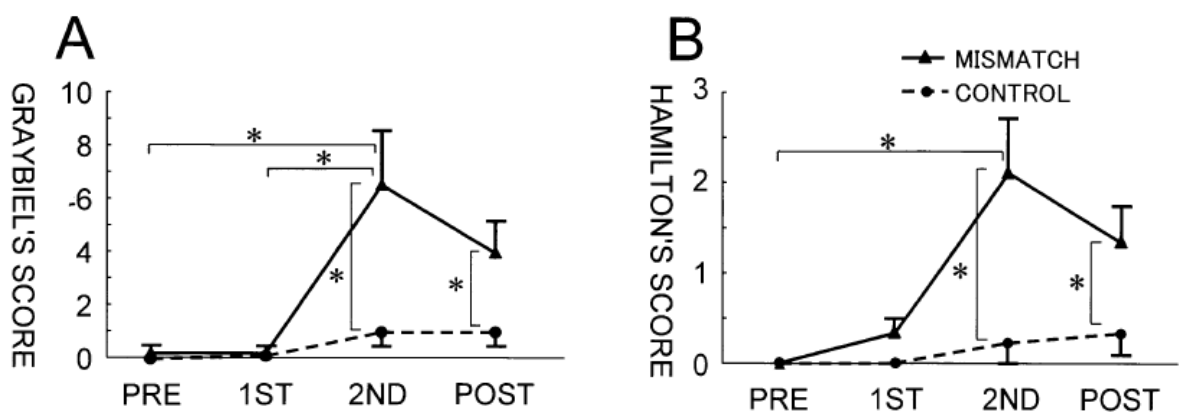
Virtuální realita je využita jako doplněk rehabilitace zejména u pacientů s poruchou rovnováhy, ale i u jiných skupin. Pomocí virtuální reality můžeme vytvořit realistické a interaktivní prostředí, a tak facilitovat proces adaptace a desenzibilizace u pacientů s vestibulární lézí (Whitney et al., 2002). Ve studii autorů Viirre a Sitarze (2002) se ukázalo, že po pětidenní terapii pacientů s UVL pomocí pohyblivé vizuální scény se výrazně zlepšil gain VOR a závrativé stavy. Jednalo se ovšem o pilotní studii s malým počtem probandů.

U pacientů, kteří mají obtíže s rovnováhou v rušném prostředí, může být simulace těchto podmínek pomocí virtuální reality účelná (Herdman, 2013).

Meldrum et al. (2015) se pokusili ve své studii dokázat rozdíl mezi běžnou vestibulární rehabilitací a takovou s využitím virtuální reality. Po 6 týdenní terapii pacientů s UVL se nepodařilo pomocí daných vyšetření (přeferovaná rychlost chůze, posturografie, dynamická vizuální ostrost a další dotazníky) prokázat lepší efekt

vestibulární rehabilitace s využitím virtuální reality. Jako výhodu pacienti udávali větší zábavnost.

V některých případech se při terapii pomocí virtuální reality může objevit posturální instabilita a nevolnost. Akiduki et al. se ve své studii zabývali vizuálně-vestibulárním konfliktem vznikajícím právě při VR. Probandi této studie byli pomocí 3D projekce a speciálních brýlí ponořeni do virtuální reality po dobu 20ti minut. Hodnocení subjektivních a objektivních příznaků instability a nevolnosti bylo prováděno před, v průběhu a ihned po skončení VR. Konflikt mezi vizuálním a vestibulárním systémem byly zajištěn tak, že při pohybu hlavy se virtuální prostředí otočilo o dvakrát větší úhel než hlava.



Obrázek 15. Subjektivní hodnocení instability a nevolnosti u vizuálně-vestibulárního konfliktu (Akiduki et al., 2003)

Na předchozích grafech vidíme subjektivní hodnocení dvou skóre. Čím je hodnota větší, tím jsou instabilita a subjektivní pocity horší. U skupiny, kde byl použit sensorický konflikt, jsou hodnoty vyšší, než u kontrolní skupiny (Akiduki et al., 2003).

1.5.6 Využití zpětné vazby v terapii vestibulárních pacientů

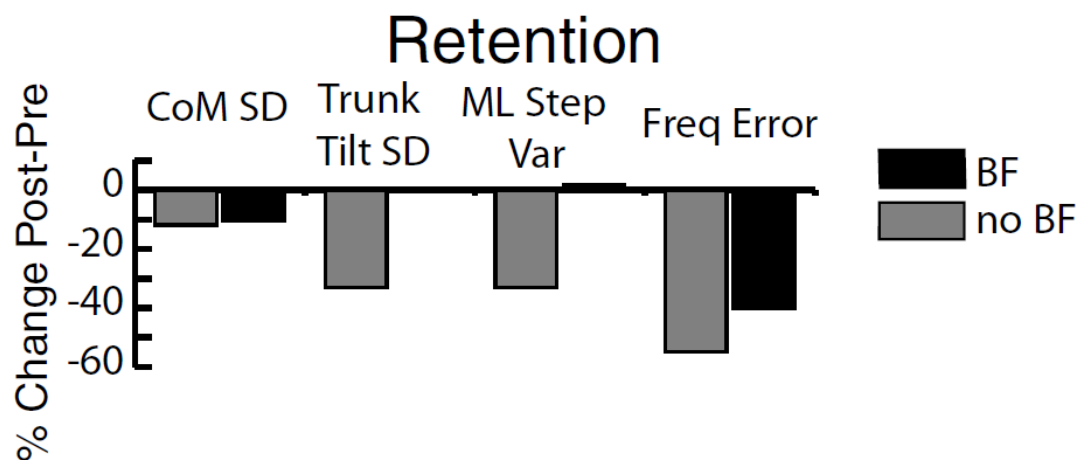
Při vestibulární rehabilitaci poskytuje fyzioterapeut pacientovi zpětnou vazbu prostřednictvím slovní korekce a instruktáže, názorným předvedením cviků a manuálním vedením pacienta. Tato zpětná vazba ovšem chybí v posthospitalizační fázi, kdy by měl pacient dále cvičit, aby tak maximálně podpořil proces vestibulární kompenzace. V této chvíli hraje velkou roli proces přilnutí (adherence) k vestibulární rehabilitaci a přijetí cvičení do každodenního života (Bechly et al, 2012). Bylo prokázáno, že po návratu domů se adherence k terapii snižuje a to zejména kvůli nedostatku zpětné vazby a motivace (Kao et al., 2010).

Druhy zpětné vazby

Feedback může být poskytován v reálném čase, nebo dodatečně později. V reálném čase můžeme poskytovat zrakovou, sluchovou, vibrotaktilní a elektrotaktilní zpětnou vazbu. Nejčastěji je využívána zraková zpětná vazba pomocí monitorů a displejů (Bechly et al, 2012). V případě pacientů, kteří mají vestibulární deficit, musíme vzít v potaz fakt, že tito pacienti spoléhají zejména na zrakové podněty. Terapie těchto pacientů probíhá za narušených vizuálních podmínek, jako jsou zavřené oči nebo pohyb hlavou (Horak et al., 2010).

Sluchová zpětná vazba může být komplikována u pacientů, kteří mají narušený sluch. U pacientů po resekci vestibulárního schwannomu je tato komplikace velmi častá, jak již bylo uvedeno v kapitole věnující se této problematice.

Vliv vibrotaktilního biofeedbacku u pacientů s poruchami rovnováhy je hojně diskutován. Horak et al. ukazuje, že použitím vibrotaktilní zpětné vazby u pacientů s jednostrannou vestibulární lézí, můžeme zlepšit parametry stability tandemové chůze. K signifikantnímu zlepšení dochází při samotném průběhu terapie s pomocí zpětné vazby a ihned po ní, ale dlouhodobý efekt se nepodařilo prokázat (Horak et al., 2009).

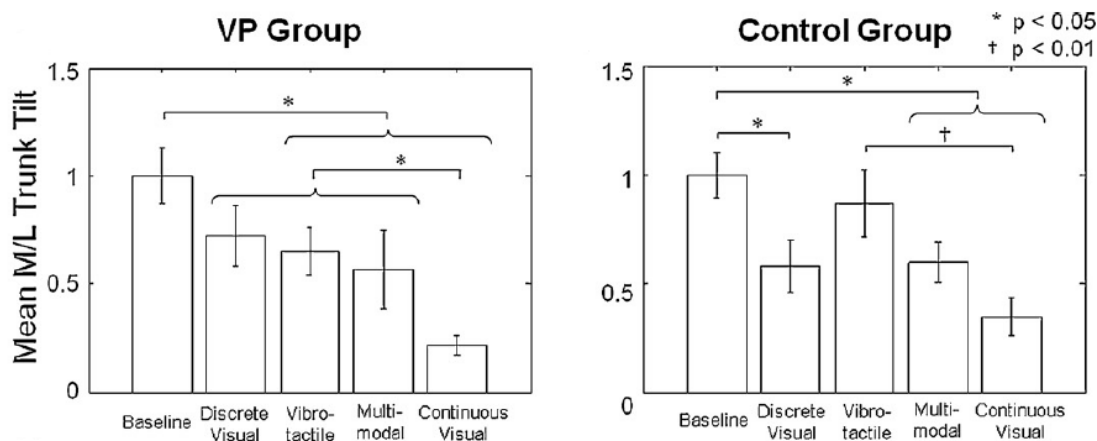


Obrázek 16. Parametry posturální stability tandemové chůze. Srovnání dvou skupin se zpětnou vazbou (BF) a bez ní (no BF) (Horak et al., 2009)

Na grafu č. 7 vidíme procentuální změnu v parametrech tandemové chůze - COM SD (vychýlení Centre of Mass), vychýlení trupu, vychýlení kroků a frekvence. U skupiny bez vibrotaktilní zpětné vazby došlo k výraznějšímu snížení těchto parametrů a jejich retence je vyšší ve všech případech. Ve dvou parametrech došlo ke zlepšení jen u skupiny bez zpětné vazby.

Účinek multimodální zpětné vazby byl také zkoumán. Kombinaci vizuálně-taktilní a vizuálně-sluchovou přiblížila ve své studii Burke et al. (2006). Závěrem studie bylo tvrzení, že vizuálně-taktilní zpětná vazba je výhodnější při náročnějších úkolech typu multi-task a vizuálně-sluchová při plnění jednoduchých posturálních úkolů.

Preference vizuální nebo vibrotaktilní zpětné vazby u pacientů s jednostrannou vestibulární lézí byla předmětem studie Bechly et al. Skupina pacientů a skupina kontrolní absolvovali terapii při využití omezené vizuální, vibrotaktilní, vibrotaktilní a omezené vizuální a kontinuální vizuální. Omezená vizuální zpětná vazba představovala pouze čtyři čtverce na obrazovce před pacientem, které se vyplnily podle směru náklonu pacienta. Kontinuální vizuální zpětná vazba byla kolečkem na obrazovce, které odpovídalo pozici těžiště pacienta na silové desce. Jak u pacientů, tak u kontrolní skupiny došlo ke zlepšení mediolaterální odchylky náklonu trupu při kontinuální vizuální zpětné vazbě. Subjektivně hodnotili pacienti s UVL kontinuální zpětnou vazbu jako nejvíce nápomocnou, oproti tomu osoby bez UVL hodnotili tento typ BF jako nejméně nápomocný při nácvičku posturální stability (Bechly et al., 2012).



Obrázek 17. Parametr odchylka trupu v mediolaterálním směru při využití různých typů zpětné vazby (Bechly et al., 2012)

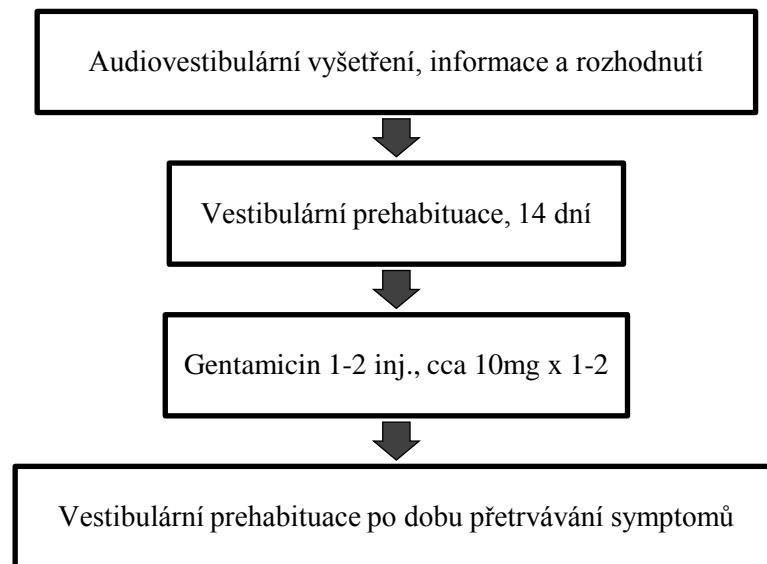
1.7 Vestibulární prehabituace

Pacienti po jednostranné vestibulární deaferentaci trpí vertigem, závrativostí a mají narušenu posturální stabilitu. Oproti tomu postupná ztráta funkce jednoho vestibula nemusí být těmito příznaky doprovázena díky současně probíhající vestibulární kompenzaci. Každodenní aktivity s nebo bez vestibulární rehabilitace podpoří proces vestibulární kompenzace. Vestibulární prehabituace představuje vestibulární rehabilitaci

probíhající před vznikem jednostranné vestibulární léze (Magnusson, Karlberg, Tjernström, 2011).

1.7.1 Vestibulární prehabituace u pacientů s Meniérovou chorobou

Program vestibulární prehabituace byl poprvé představen v roce 1992 u pacientů s Meniérovou chorobou, kteří byli léčeni transtympanální aplikací ototoxického gentamicinu, což způsobilo akutní jednostrannou vestibulární dysfunkci. Pacienti byli instruováni tak, aby 14 dní před aplikací gentamicinu prováděli vestibulární rehabilitaci doma. Toto opatření mělo nastartovat motorické učení a zlepšit kompenzační proces. V tomto cvičení pacienti pokračovali během doby aplikace gentamicinu i po ní. Pacienti udávali jen mírnou až průměrnou závrativost po 5-7 dnech a během dvou týdnů od aplikace byli schopni opět vykonávat své povolání (Magnusson et al., 2009).



Obrázek 18. Schéma vestibulární prehabituace u pacientů s Meniérovou chorobou (upraveno dle Magnusson, Karlberg, Tjernström, 2011)

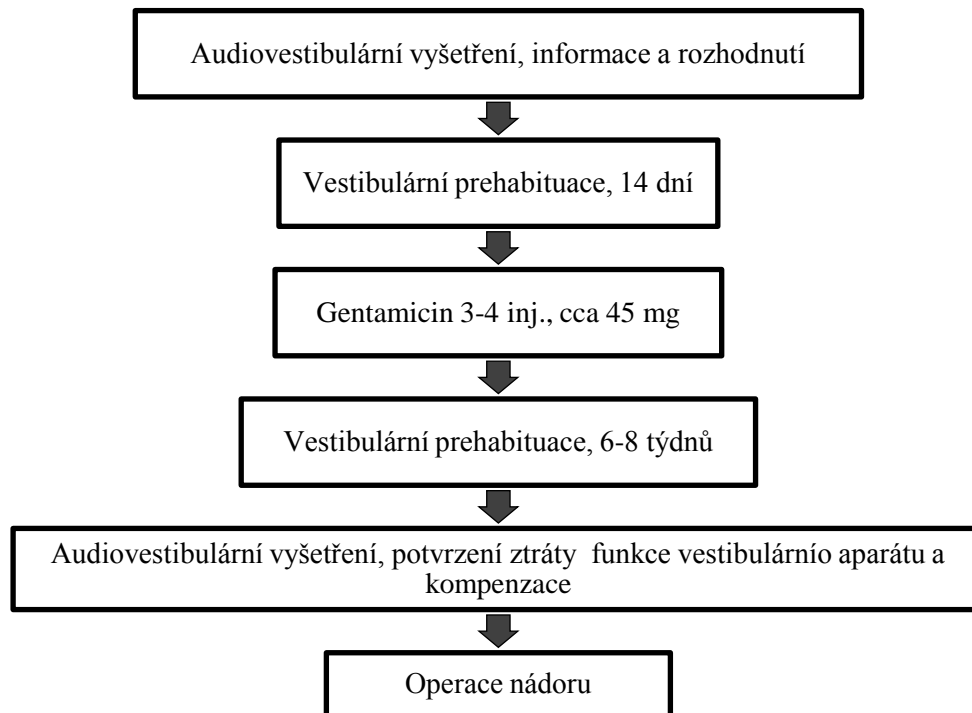
Na předchozím obrázku vidíme schéma, dle kterého probíhala vestibulární prehabituace u pacientů s Meniérovou chorobou.

1.7.2 Vestibulární prehabituace u pacientů s nádory MMK

Na následujícím schématu vidíme průběh vestibulární prehabituace u pacientů s nádorem mostomozečkového koutu, mezi něž patří i vestibulární schwannom.

Vestibulární schwannom je u většiny případů pomalu rostoucí nádor a díky tomu můžeme vidět značnou variabilitu ve zbylé funkci vestibulárního systému. Z tohoto

důvodu je nutné důkladné předoperační vyšetření audiovestibulárních funkcí. Většina pacientů s vestibulárním schwannomem již má úplnou vestibulární deafferentaci způsobenou nádorem, ovšem pacienti s nádory menšími a mediálně umístěnými mohou mít stále zachovanou část vestibulárního systému. Právě pro tyto pacienty se zbytkovou funkcí vestibulárního aparátu je vhodný program vestibulární prehabituace .



Obrázek 19. Schéma průběhu vestibulární prehabituace u pacientů před operací nádorů MMK (upraveno dle Magnusson et al., 2007)

U pacientů, kteří mají před operací zbytky vestibulární funkce, je aplikován transtympanálně gentamicin pro docílení úplné jednostranné vestibulární deafferentace. Takto získají pacienti dostatek času na to, aby se již před samotnou operací vyrovnali s jednostrannou ztrátou vestibulární funkce. Po aplikaci gentamicinu postupně ubývají příznaky UVL s rozvojem kompenzace, která je závislá zejména na CNS. U každé operace dojde k přechodnému zánětu CNS, tedy i struktur potřebných v procesu učení – mozečku a hippocampu. Aplikací gentamicinu nastartujeme proces kompenzace a motorického učení dříve, než dojde k pooperačnímu zánětu CNS a tak můžeme zvýšit schopnost vestibulární kompenzace.

Resekce vestibulárního schwannomu představuje dvě traumata – operační zákrok a jednostrannou vestibulární deafferentaci. Pokud tato traumata časově rozdělíme,

můžeme očekávat efektivnější proces vyrovnání se se ztrátou vestibulárního vstupu (Tjernström et al., 2009).

Audiovestibulární vyšetření

Mezi vyšetření, která jsou prováděna před přijetím pacienta k léčbě VS pomocí vestibulární prehabituace patří posturografie. Vestibulární funkce dále vyšetřujeme pulzním testem (Head Impulse Test, HIT), kalorickou zkouškou, vestibulárními evokovanými myogenními potenciály (VEMP), subjektivní zrakovou vertikálu a horizontálu a oční pohyby. Dále hodnotíme diskriminaci řeči a čistých tónů pomocí audiometrie. Vyšetření je většinou opakováno před operací a po ní (Tjernström et al., 2009).

Vestibulární trénink

Po vyšetření následuje 14 denní domácí trénink vestibulárních funkcí. Pacient je instruován tak, aby prováděl cviky na bázi vestibulární rehabilitace. Cílem bylo naučit se zadané pohyby a cviky, facilitovat a zlepšit kompenzační proces. Doporučeno je zadané cviky provádět 3 x denně (Tjernström et al., 2009).

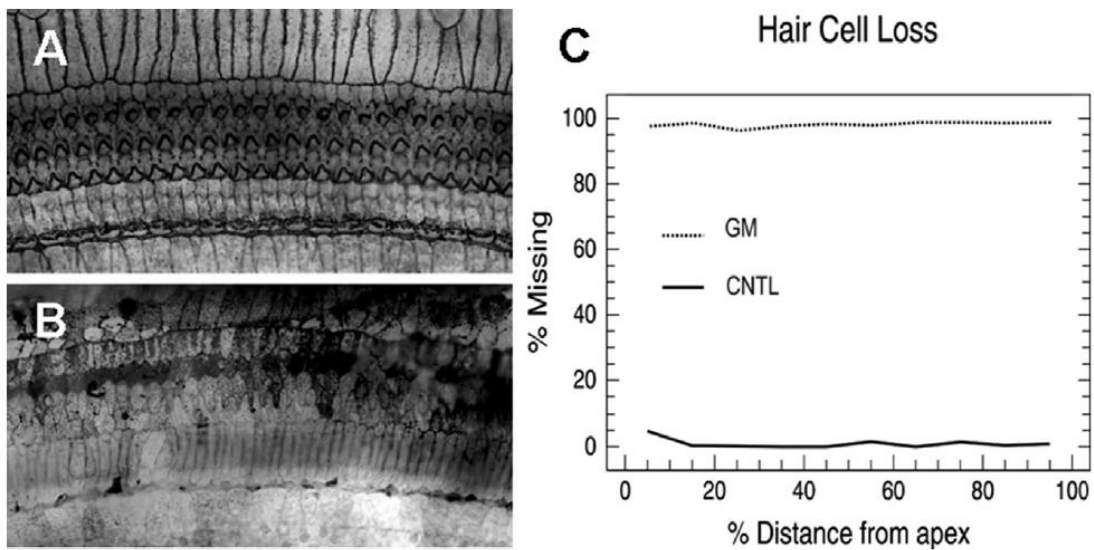
Během aplikací gentamicinu pacienti stále pokračují s vestibulárním tréninkem, stejně tak po aplikaci a po operaci do vymizení obtíží. Intenzivní vestibulární trénink by měl aktivovat proces vestibulární kompenzace simultánně s postupnou ztrátou vestibulární funkce způsobenou gentamicinem. Doba cvičení po aplikaci gentamicinu je většinou 6-8 týdnů, poté by měli být pacienti kompenzováni (Magnusson et al., 2009).

Transtympanální aplikace gentamicinu

Do vnitřního ucha můžeme aplikovat menší či větší dávku gentamicinu. U pacientů s Meniérovou chorobou je používána menší dávka, a to 1-2 injekce po 10 mg. U pacientů s vestibulárním schwannomem je používána větší dávka gentamicinu představující 3-4 aplikace, celkem přibližně 45 mg. K aplikaci obvykle dochází po dvou dnech (Magnusson et al., 2009).

Na následujícím obrázku vidíme mikroskopický vzorek vláskových buněk u kontrolní skupiny a 30 dní po intratympanální aplikaci gentamicinu u morčat. Na spodním vzorku si můžeme všimnout téměř 100% destrukce vláskových buněk, což koresponduje s kochleogramem vravo. Yu et al. (2014) uvádí, že po aplikaci gentamicinu dochází k přímému zničení vláskových buněk, ale nikoliv ke zničení

neuronů ganglia. Buňky ganglia odumírají později následkem nedostatku elektrické stimulace a neurotrofních faktorů.



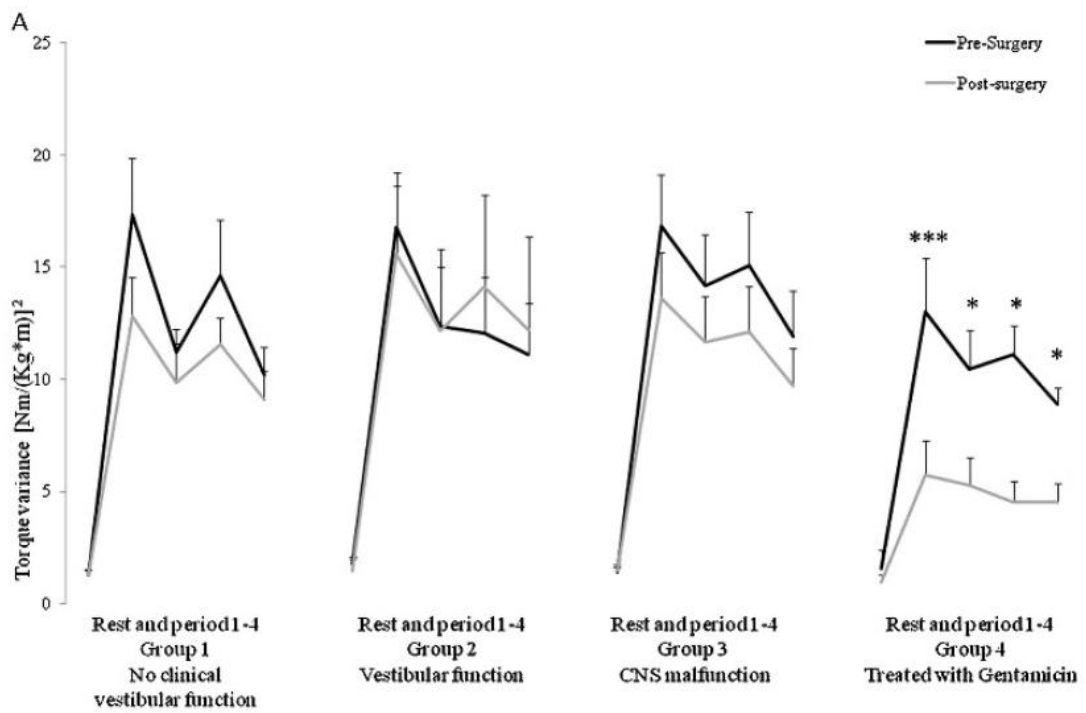
Obrázek 20. Vlásokové buňky kochley u kontrolní skupiny a 30 dní po aplikaci gentamicinu u morčat. Vpravo kochleogram (Yu et al., 2014)

Účinek vestibulární prehabituace

Aplikace gentamicinu by měla urychlit a zkvalitnit proces vestibulární kompenzace. Tato metoda patří mezi moderní přístupy a není zatím jednoznačně prokázán její efekt.

Tjernstöm ve své studii uvádí, že pacienti, kteří byli léčeni přístupem vestibulární prehabituace s aplikací gentamicinu, mají lepší posturální stabilitu 6 týdnů po resekci vestibulárního schwannomu. Autor pacienty rozdělil do čtyř skupin, přičemž šesti pacientům byl aplikován gentamicin z důvodu reziduální funkce vestibula. Efekt hodnotil posturografickým vyšetřením při vibračních pohybech plošiny, které nám ukazuje množství energie potřebné k udržení stability.

Na následujícím grafu vidíme výsledky posturografického vyšetření před zahájením vestibulární prehabituace a 6 týdnů po operačním výkonu. Jedná se o vyšetření při zavřených očích. Světlá linie reprezentuje pooperační hodnoty. U čtvrté skupiny, léčené gentamicinem, je viditelné výrazné snížení parametrů, tudíž zlepšení posturální stability. Pro potvrzení efektu vestibulární prehabituace by byly vhodné další studie s větším vzorkem.



Obrázek 21. Posturografické vyšetření pacientů před zahájením vestibulární prehabituace a po operaci VS (Tjernström et al., 2009)

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle

Problematika poruch rovnováhy a to, jak ovlivňují běžný život pacientů, je velmi aktuální a zabývá se jí mnoho studií. Z tohoto důvodu bylo našim cílem najít zahraniční studie, které se zabývají vestibulární kompenzací po operaci vestibulárního schwannomu a využít jejich poznatky a doporučení.

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit vliv vestibulární rehabilitace a prehabituace na kompenzaci vestibulookulárního a vestibulospinálního reflexu u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Pomocí vyšetření pacientů před operací i po ní jsme sledovali dynamiku hodnocených parametrů. Na základě vyšetření subjektivní zrakové vertikály a skóre Activities-Specific Balance Confidence byla práce zaměřena také na, zda tyto data reflektují vztah VOR a VSR.

Vestibulární prehabituace pomocí aplikace gentamicinu u vybraných pacientů nám poskytla zkušenost s typem léčby, který je v dnešní době prováděn hlavně v severských státech. Srovnáním pacientů s gentamicinem a bez něj jsme se pokusili o hodnocení vlivu tohoto typu léčby na kvalitu života pacientů.

Pro rehabilitaci pacientů po resekci vestibulárního schwannomu byl použit systém Homebalance, vyvinutý Centrem podpory aplikačních výstupů a spin-off firem na 1. LF UK v Kladně, využívající vizuální zpětnou vazbu. Během práce s pacienty jsme se snažili sledovat pozitivní i negativní vlastnosti tohoto systému, jež budou užitečné pro jeho další rozvoj.

2.2 Hypotézy

Na základě poznatků získaných z odborné literatury jsme stanovili tři hypotézy. Kompenzaci VOR jsme hodnotili pomocí náklonu subjektivní zrakové vertikály a kompenzaci poruchy stability (VSR) dotazníkem ABC.

První hypotéza se týká náklonu SVV. U pacientů s jednostrannou vestibulární dysfunkcí můžeme pozorovat náклон subjektivní zrakové vertikály ke straně léze. (Strupp et al., 1998) Operace vestibulárního schwannomu způsobí jednostrannou vestibulární deaferentaci, a tak se domníváme, že se zde objeví i náклон SVV. Osoby s vestibulární dysfunkcí mají sníženou sebedůvěru týkající se rovnováhy a zvýšené riziko pádů. Tuto posturální nejistotu můžeme hodnotit dotazníkem ABC. (Legters et

al., 2005) V roce 2011 publikoval Uehara et al. studii, ve které hodnotí subjektivní vnímání poruch rovnováhy u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu. Jeden týden po operaci došlo k výraznému zvýšení skóre hodnoceného dotazníkem Dizziness Handicap Inventory, který je podobný dotazníku ABC.

Při prvním pooperačním měření předpokládáme zhoršení posturální stability a tedy i daných parametrů SVV a skle ABC. Následně by díky vestibulární kompenzaci a cílené rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou mělo dojít k výraznému zlepšení.

Na základě studie Tjernströma et al. (2009) předpokládáme, že u pacientů, kterým byl aplikován gentamicin dojde k výraznějším zlepšení parametrů posturální stability, než u pacientů bez vestibulární prehabituace. Časovým rozdělením vestibulární deaferentace a samotné operace by mělo dojít k vyššímu efektu vestibulární kompenzace (viz Obrázek 9). SVV a skóre ABC nám poskytují obraz o stavu posturální stability a vestibulární kompenzace a z tohoto důvodu předpokládáme změnu v těchto hodnotách po operaci vestibulárního schwannomu.

Hypotéza H1:

Po operaci dojde k signifikantnímu zvýšení náklonu SVV a po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou ke snížení.

Hypotéza H2:

Po operaci a po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou dojde ke změně skóre ABC.

Hypotéza H3:

Aplikace gentamicinu má vliv na percepci subjektivní zrakové vertikály a skóre ABC po operaci vestibulárního schwannomu.

3 METODIKA

3.1 Soubor pacientů

V období od ledna do prosince roku 2014 bylo na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku, 1. LF, UK a Fakultní nemocnice v Motole operováno 30 pacientů s vestibulárním schwannomem. Do diplomové práce bylo zahrnuto 20 pacientů, kteří byli operováni týmem Prof. MUDr. J. Betky, DrSc. a Prof. MUDr. E. Zvěřiny, DrSc. Pro odstranění vestibulárního schwannomu byl využit u třech pacientů translabyrintální přístup a u ostatních retrosigmoideální. Charakteristiku skupiny popisuje tabulka 2. Podrobné údaje o skupině jsou uvedeny v příloze č. 1.

	Gentamicin	Bez gentamicinu
Počet	7	13
Věk (roky)	45±15 (28-63)	47±6 (37-57)
Velikost tumoru (mm)	16±6 (10-28)	16±4 (10-21)
Pohlaví		
Ženy	4	8
Muži	3	5
Strana léze		
Vpravo	4	8
Vlevo	3	5

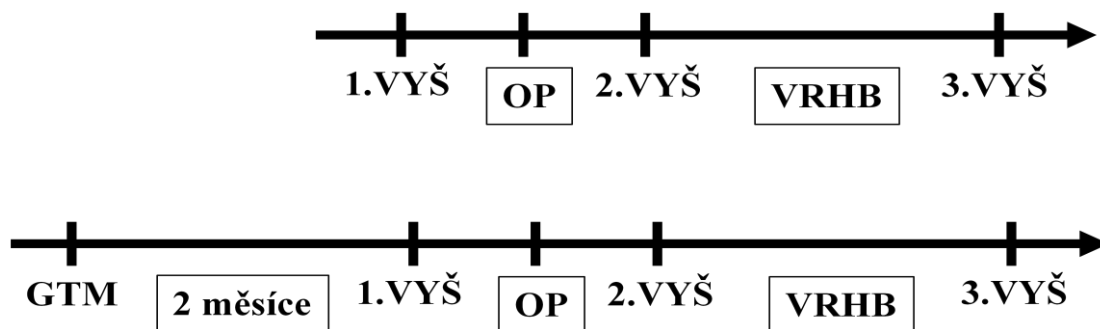
Tabulka 2. Charakteristika souboru pacientů. Data jsou uvedena jako průměr ± SD

Soubor 20 pacientů byl rozdělen na pacienty, kterým byl před operací aplikován gentamicin, a na ty, kterým aplikován nebyl. Kritériem pro aplikaci gentamicinu byla nepřítomnost užitečné hladiny sluchu zjištěná při audiometrickém vyšetření. Gentamicin byl pacientům aplikován ve třech dávkách, tři dny po sobě. Transtympanální aplikace proběhla 2 měsíce před plánovanou resekci VS. Pro zjištění stavu vestibulárního aparátu po aplikaci gentamicinu byl proveden pulzní test (HIT), který potvrdil ztrátu minimálně 70% funkce vestibulárního aparátu.

3.2 Vyšetření

Pacienti byli vyšetřeni před operací, co nejdříve po ní a poté před propuštěním z nemocnice. Byla vyšetřována subjektivní zrková vertikála, dotazník ABC a provedena stabilometrie. Předoperační vyšetření obvykle proběhlo dva dny před

samotným operačním zákrokem. Další vyšetření proběhlo co nejdříve po zákroku, kdy pacient zvládl stát bez opory několik minut. Tato podmínka byla obvykle splněna 4. - 5. pooperační den, v případě komplikací později. Dále následovala terapie s využitím vizuální zpětné vazby. Třetí vyšetření bylo provedeno před propuštěním pacienta do domácího ošetřování, obvykle do dvou týdnů po operaci.



Obrázek 22. Časová osa vyšetření pacientů bez gentamicinu (nahore) a s gentamicinem (dole)

Každé vyšetření trvalo maximálně 30 minut. Pacient měl možnost kdykoliv vyšetření ukončit. Pauzy mezi jednotlivými částmi vyšetření byly voleny individuálně dle stavu pacienta.

3.2.1 Vyšetření subjektivní zrakové vertikály

Subjektivní zraková vertikála byla vyšetřována kyblíkovou metodou, kterou prezentoval v roce 2009 Zwergal et al. Byla zvolena díky ekonomické dostupnosti, snadné manipulaci a prostorové nenáročnosti. Během vyšetření pacient seděl s nohama opřenýma o zem, rukama podél těla a nebyl opřený zády o opěradlo. Periferní zorné pole bylo zakryto stěnami kyblíku, do nějž pacient hleděl. Při měření vyšetřující otočil kyblík o náhodný úhel (větší než 40°) k jedné straně. Následně smluveným signálem vyšetřovaný pohyb otáčení kyblíku zpět zastavil v pozici, kdy byla dle něj čára svisle dolů. Měření bylo prováděno při otáčení proti i po směru hodinových ručiček a to třikrát na každou stranu. Abychom předešli subjektivnímu zatížení měření, prováděl vyšetření subjektivní zrakové vertikály pokaždé stejný fyzioterapeut.



Obrázek 23. Vyšetření SVV kyblíkovou metodou

3.2.2 Dotazník Activities-Specific Balance Confidence scale

Součástí vyšetření byl také dotazník, který je cílen na subjektivní vnímání obtíží spojených s poruchami rovnováhy v různých činnostech. Jedná se zejména o ty činnosti, které provázejí osoby v každodenním životě a jsou nezbytné pro udržení kvality života jako například jízda dopravními prostředky, chůze za různých podmínek, jízda na eskalátoru a manipulace s předměty v různých polohách hlavy a těla. Dotazník obsahuje 16 otázek, přičemž u každé pacient hodnotí, na kolik procent si je jistý vykonáním dané činnosti. Přesná podoba dotazníku je uvedena v příloze č. 2.

Každá otázka byla fyzioterapeutem přečtena a pacient odpověděl slovně, na kolik procent si je jistý danou činností. Při vyšetření pacient neznal hodnoty, které odpověděl při předchozím vyšetření.

3.2.3 Stabilometrie

Pacienti byli vyšetřováni na posturografu od francouzské firmy Synapsys. Vyšetření probíhalo na pevné a pěnové podložce, přičemž bylo testováno zapojení jednotlivých smyslů k udržení rovnováhy. Jednalo se o tzv. modifikovaný test CTSIB

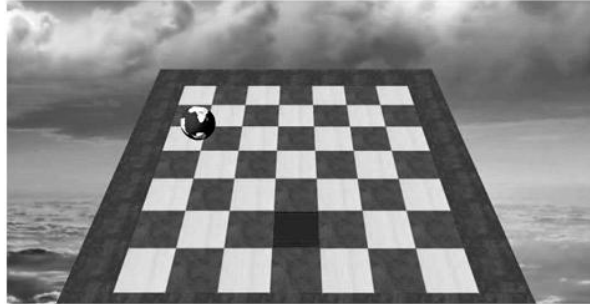
(Clinical Test for Sensory Interaction on Balance) a limits stability, při kterých měl pacient za úkol vychýlit maximálně těžiště do všech směrů bez pádu. Silová plošina posturografu vypočítává polohu COP (Center of Pressure), což je vážený průměr všech tlakových sil působících na plošinu. (Kolář et al., 2009) Předmětem této diplomové práce není stabilometrické vyšetření, proto nejsou dále rozváděny parametry a výsledky.



Obrázek 24. Vyšetření pomocí dotazníku ABC a stabilometrie

3.3 Rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby

Pacienti po operaci vestibulárního schwannomu měli kromě standardizované vestibulární rehabilitace zařazen i trénink s využitím biofeedbacku. Jednalo se o systém vyvinutý Centrem podpory aplikačních výstupů a spin-off firem na 1. LF UK v Kladně s názvem Homebalance. Při terapii osoba stojí na přenosné stabilometrické plošině Wii balance board a před ní je umístěn tablet, na kterém je promítána tréninková scéna.



Obrázek 25. Stabilometrická plošina Wii balance board a tréninková scéna (Tichá et al., 2014)

System je určený pro terapii pacientů s poruchami rovnováhy po poškození mozku, v pediatrii u poúrazových stavů a DMO, u seniorů pro snížení rizika pádů a další osoby z velmi širokého spektra. System je vhodný u akutních i chronických stavů (www.homebalance.eu).

Výraznou výhodou je přenosnost systému a toho jsme využili v terapii pacientů po operaci vestibulárního schwannomu, kdy terapie mohla začít již na jednotce intenzivní péče a pokračovat po přesunu pacienta na lůžkové oddělení. Doba cvičení se systémem Homebalance se pohybovala mezi 10 – 15 minutami a vždy byl přítomen fyzioterapeut, který pacienta instruoval a obsluhoval zařízení. Průměrný počet terapií s vizuálním biofeedbackem byl 4 ± 2 SD.

Na tabletu před pacientem je promítána šachovnice a objekt, který pacient pohybem svého těžiště přesunuje na označení místo (Obrázek 25). Možnosti nastavení typu herní scény jsou pestré. Terapeut může volit dobu setrvání na daném místě, citlivost plošiny, cílovou oblast i přidat úkol pro trénink kognitivních funkcí. Nastavením směru, jakým bude pacient přenášet těžiště lze procvičit pohyb těžiště do problémové oblasti. Terapie byla přizpůsobena individuálním možnostem pacienta a jeho stavu.



Obrázek 26. Rehabilitace s využitím vizuální zpětné vazby u pacienta po operaci vestibulárního schwannomu probíhající u lůžka

3.4 Statistické zpracování dat

Efekt terapie jsme hodnotili pomocí náklonu SVV a skóre dotazníku ABC. Hodnota náklonu SVV byla měřena ve stupních a pro statistické zpracování byla standardizována ke straně léze, protože žádný pacient neměl odchylku SVV od strany léze. Pro statistické zpracování jsme použili hodnotu průměrné pozice. Hodnoty ve stupních byly následně zpracovány pomocí dvouvýběrového t-testu s hladinou významnosti $p \leq 0.05$.

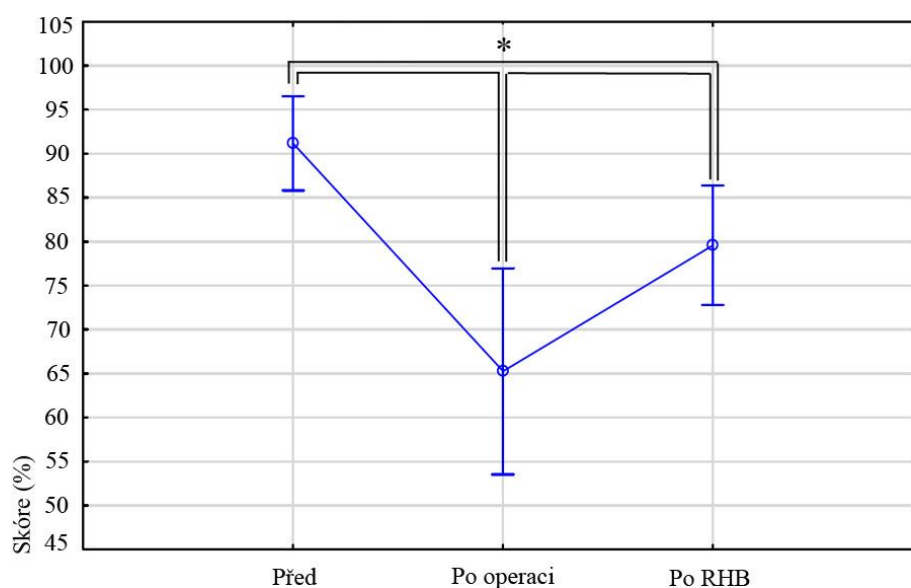
Skóre dotazníku ABC jsme získali sečtením a zprůměrováním jednotlivých bodů testu, dle jeho manuálu. Hodnoty byly následně zpracovány analýzou rozptylu ANOVA. Hladina statistické významnosti byla stanovena na $p \leq 0.05$. Data byla zpracována v programu MS Office Excel a Statistica 12.

Statistická významnost byla zjišťována porovnáním jednotlivých vyšetření u celého souboru pacientů a následně srovnáním pacientů s gentamicinem a bez něj. Kontrola předpokladů analýzy byla provedena pomocí post-hoc testů.

4 VÝSLEDKY

4.1 Skóre ABC

Skóre získané vyšetřením dle dotazníku ABC bylo hodnoceno před operací, po operaci a po rehabilitaci s využitím vizuální zpětné vazby. Hodnoty celého souboru pacientů ukazují signifikantní rozdíly mezi všemi vyšetřeními, a to mezi vyšetřením před operací a po operaci, dále po operaci a po terapii a také mezi stavem před operací a po rehabilitaci. Bylo dosaženo hladiny významnosti $p < 0.05$ (Obrázek 27), rozdíl je statisticky významný. Po operaci došlo k výraznému snížení průměrné hodnoty skóre z $92 \pm 11 \%$ na $67 \pm 24 \%$, což vypovídá o výrazném snížení jistoty v řešení běžných denních činností a zhoršení posturální stability. Po několika dnech se průměrné skóre zvýšilo a při posledním vyšetření dosáhlo hodnoty $79 \pm 14 \%$.



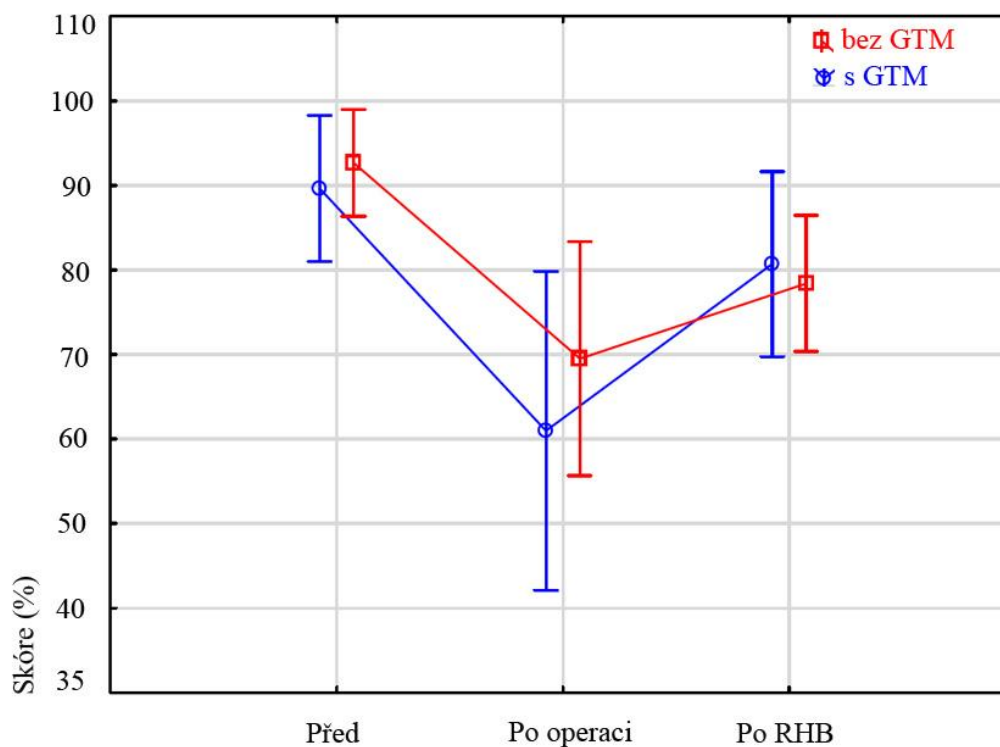
Obrázek 27. Graf skóre dotazníku ABC měřený u celého souboru pacientů

Průměrná hodnota skóre ABC je u všech skupin po terapii nižší než před operací, tedy horší (Tabulka 3). Jedná se o měření do dvou týdnů po operaci, tedy v raném pooperačním období, po kterém očekáváme další zlepšení.

	Před operací	Po operaci	Po RHB
Celý soubor	92 ± 11 %	67 ± 24%	79 ± 14%
S gentamicinem	90 ± 11%	61 ± 26%	81 ± 11%
Bez gentamicinu	93 ± 11%	70 ± 23%	78 ± 15%

Tabulka 3. Skóre dotazníku ABC. Hodnoty jsou uvedeny jako průměr ± SD

Statisticky významný rozdíl mezi skupinou s gentamicinem a bez něj se nepodařilo prokázat. Bylo dosaženo hladiny významnosti $p = 0.29113$, což je číslo vyšší než námi stanovená hladina významnosti $p \leq 0.05$. Grafické znázornění průměrných hodnot u obou skupin můžeme vidět na následujícím obrázku.



Obrázek 28. Graf zobrazující rozdíl ve skóre ABC u pacientů s gentamicinem a bez gentamicinu

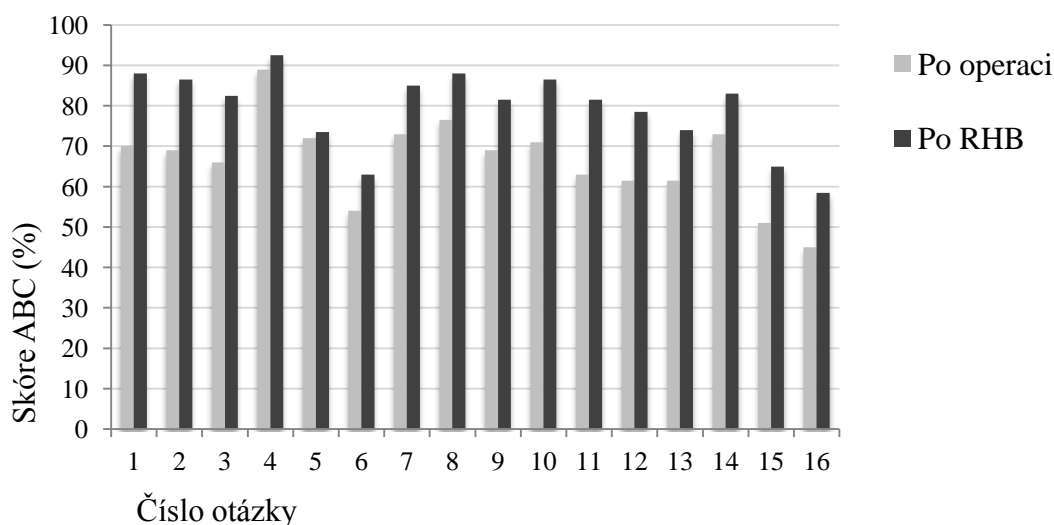
Při vyšetření, které následovalo co nejdříve po operaci, se pacienti nejméně jisti cítili při odpovídání na otázky číslo 6 a 16, jež zní:

6. Dosáhnout na předmět nad hlavou, když stojíte na špičkách.

16. Chůze po kluzké podlaze nebo po zledovatělém chodníku.

Naopak vysokých hodnot dosahovalo skóre u otázek číslo 4, 8 a 14 – dosáhnout na malý předmět v úrovni vašich očí, chůze z domu k zaparkovanému autu a použití eskalátoru pokud se držíte posuvného zábradlí.

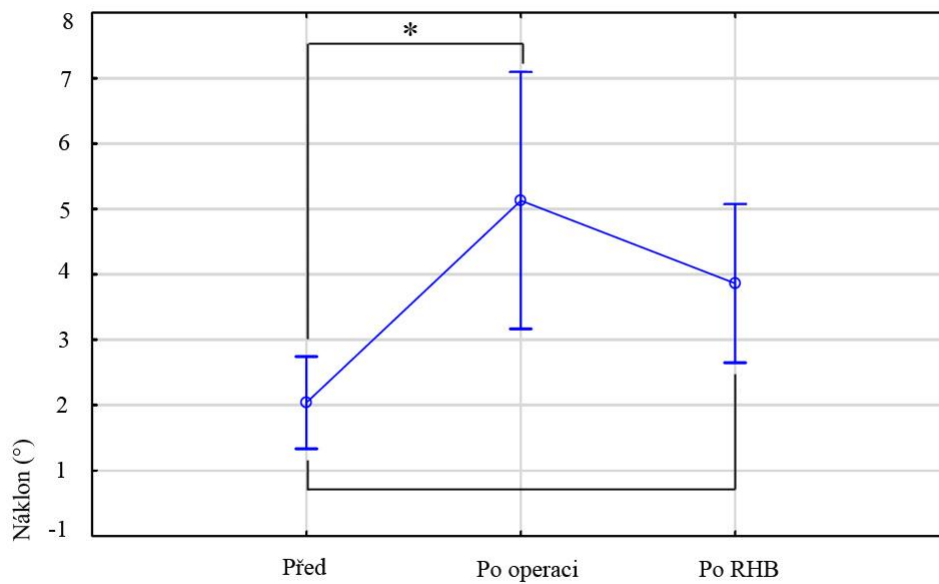
Nejvýraznější zlepšení po terapii s využitím vizuální zpětné vazby bylo zaznamenáno v otázce č. 11 – chůze po rampě. Zlepšení bylo průměrně o 19 % skóre. Oproti tomu nejmenší zlepšení jsme zaznamenali u činnosti č. 5, a to o 1,5 % skóre (Obrázek 29). Přesná podoba dotazníku a znění otázek je uvedeno v příloze č. 2.



Obrázek 29. Graf průměrného skóre ABC po operaci a po RHB s využitím vizuální zpětné vazby

4.2 Subjektivní zrková vertikála

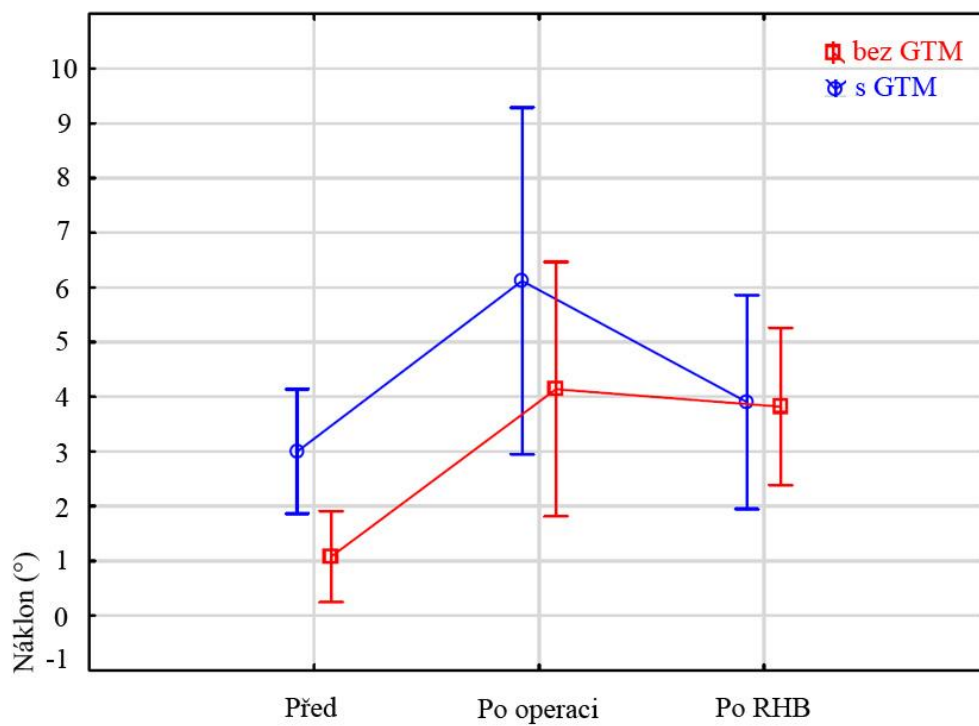
Náklon subjektivní zrkové vertikály byl naměřen vždy směrem ke straně léze. Nejvyšší hodnoty náklonu byly zjištěny u pacientů s gentamicinem po operaci. Nejvyšší hodnota náklonu byla u pacienta z této skupiny a představovala 17° ke straně léze. Signifikantní rozdíl byl opět zjištěn u celého souboru pacientů, a to mezi vyšetřením před a po operaci a dále mezi prvním a třetím vyšetřením. Bylo dosaženo hladiny významnosti $p < 0.05$. Hodnota náklonu SVV se po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou statisticky významně nesnížila (Obrázek 30).



Obrázek 30. Hodnoty náklonu SVV u všech pacientů

Srovnáním pacientů s gentamicinem a bez něj neukázalo signifikantní rozdíl. Pacienti bez gentamicinu měli menší hodnoty náklonu SVV ve všech třech vyšetřeních, ale nedošlo u nich k výraznému, i když statisticky nevýznamnému, zlepšení parametru po rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou, tak jako u pacientů s gentamicinem. Mezi těmito skupina tedy nebyl zaznamenán signifikantní rozdíl.

Průměrná hodnota náklonu SVV byla u všech pacientů rovna dvěma stupňům, což je hraniční hodnota normy. Náklon SVV u pacientů bez gentamicinu před operací byl menší než dva stupně, tedy pod hranicí normy (Obrázek 31).



Obrázek 31. Hodnoty náklonu SVV u pacientů s gentamicinem a bez něj

DISKUZE

Dle první hypotézy mělo po resekci vestibulárního schwannomu dojít k signifikantnímu zvýšení náklonu subjektivní zrakové vertikály. Podle naměřených hodnot můžeme usoudit, že po operaci opravdu došlo k signifikantnímu náklonu SVV (Obrázek 30), ovšem pouze u celého souboru pacientů. Po rozdělení pacientů na dvě skupiny dle aplikace gentamicinu nebyl potvrzen statisticky významný rozdíl mezi těmito dvěma skupinami (Obrázek 31). Před operací byla průměrná hodnota odchylky SVV 2° a po operaci 5.1° . Po cílené rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou došlo k signifikantnímu zmenšení odchylky SVV. Předoperační hodnotu můžeme zahrnout do normy, stejně tak, jako odchylku 1.25° , kterou uvádí Batuecas-Caletrio et al. (2013) ve své studii u pacientů před resekci vestibulárního schwannomu. Průměrnou odchylku 1.8° naměřil Goto et al. (2003) u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu, ale v různém časovém období, v některých případech i roky po resekci. Po takto dlouhé době pravděpodobně již proběhl proces vestibulární kompenzace a hodnoty SVV byly v normě. U pacientů s akutní jednostrannou vestibulární lézí můžeme naměřit průměrnou odchylku až 8.3° (Zwergal et al., 2009). Sainoo et al. (2012) ve své studii uvádí náklon 5.1° .

Někteří autoři také zkoumají rozdíl mezi hodnocení SVV binokulárním a monokulárním. V této práci bylo použito pouze vyšetření binokulární, jelikož mnohé studie nepotvrzují významný rozdíl mezi těmito způsoby měření SVV. Sainoo et al. (2012) uvádí, že hodnocení SVV binokulární metodou je naprosto dostačující pro odhalení abnormalit funkce vestibulárního aparátu. Ve své studii, kde hodnotil percepci vertikality binokulárně a monokulárně u pacientů s VS, neprokázal signifikantní rozdíl mezi těmito dvěma způsoby. Nejen z tohoto důvodu, ale i z důvodu časové úspory doporučuje binokulární měření. Stejně tak Zwergal et al. (2009) nezaznamenal statisticky významný rozdíl mezi monokulárním a binokulárním měřením u zdravých a pacientů s centrální a periferní vestibulární lézí.

Předpokladem pro potvrzení druhé hypotézy byla změna skóre ABC po operaci a po rehabilitaci. Po resekci VS došlo k signifikantnímu snížení hodnot skóre dotazníku ABC oproti stavu před operací (Obrázek 27). Při třetím vyšetření se opět signifikantně zvýšilo skóre dotazníku ABC, což potvrzuje hypotézu H2. Rozdíl v dynamice skóre ABC se ale nepodařilo prokázat mezi skupinou s gentamicinem a bez něj. Při prvním a

druhém měření bylo zaznamenáno vyšší skóre ABC u pacientů bez gentamicinu, tzn. lepší výsledek.

U otázek číslo 6 a 16 jsme zaznamenali nejnižší hodnoty skóre ABC při vyšetření po operaci a po cílené rehabilitaci. Tyto otázky se týkají stoje na židli a chůze po ledu či mokré podlaze. Při takovýchto podmínkách, kdy je omezená informace z plosky, má větší váhu aference z vestibulárních orgánů. Je možné, že díky jednostranné vestibulární lézi jsou právě tyto podmínky pro pacienty náročnější na udržení posturální stability. Nejmenší zlepšení po rehabilitaci jsme vyzorovali u odpovědi na otázku číslo 5 – stoj na špičkách. Při stoji na špičkách dojde ke zmenšení opěrné plochy, což představuje náročnější podmínky pro udržení stability stoje.

Lajoie a Gallagher (2004) uvádějí ve své studii, která se zabývá predikcí pádů u starších osob, jako hraniční hodnotu skóre dotazníku ABC 50%. Pokud je skóre nižší, je riziko pádu velmi vysoké. V souboru pacientů této práce mělo po operaci 7 pacientů skóre menší než 55 %, při závěrečném vyšetření se tento počet zmenšil pouze na jednoho pacienta. Během hospitalizace jsme u žádného pacienta nezaznamenali pád.

Zajímavé jsou výsledky posledního měření, kdy vyšších hodnot dosahovali pacienti s gentamicinem, což může poukazovat na ovlivnění kvality života po resekci vestibulárního schwannomu při využití vestibulární prehabituace. Tjernström et al. (2009) se ve své studii zaměřil na zkoumání dlouhodobého efektu vestibulární prehabituace s aplikací gentamicinu. Uvedl, že kromě příznivého efektu ihned po operaci, může tento způsob léčby působit zlepšení až do 6 měsíců po operaci v rámci dlouhodobého efektu.

Dle hypotézy H3 má gentamicin vliv na percepci SVV a skóre ABC, což nelze ze získaných hodnot jednoznačně potvrdit. Po terapii s vizuální zpětnou vazbou došlo ke zlepšení u obou vyšetření, ale nebyl prokázán výrazný rozdíl mezi skupinou s gentamicinem a bez něj. U pacientů s gentamicinem nabylo skóre ABC po operaci nižších hodnot a následně po RHB vyšších než u skupiny bez něj. Došlo tedy k výraznějšímu zlepšení, ale nelze hodnotit tento rozdíl jako signifikantní (Obrázek 28).

Podobnou souvislost můžeme vidět u odchylky SVV. Skupina pacientů s gentamicinem ukázala vyšší náklon vertikály při vyšetření po operaci, ale po RHB se hodnoty SVV rovnaly hodnotám skupiny bez gentamicinu. Tento rozdíl je patrný, nikoli signifikantní (Obrázek 31). Pro potvrzení signifikantního rozdílu mezi skupinami by byl zřejmě zapotřebí větší vzorek pacientů a delší doba sledování.

Pacienti s gentamicinem neabsolvovali po aplikaci žádné specifické cvičení, které by mělo za cíl facilitovat a urychlit proces vestibulární kompenzace, pouze obdrželi příručku s vhodnými cviky. Již Mruzek et al. (1995) uvedla, že pro nastartování procesu kompenzace postačují všední denní aktivity a vestibulární rehabilitace nemá na tuto skutečnost vliv. Dle tohoto tvrzení by pacienti s gentamicinem, kteří jsou zahrnuti v této diplomové práci, měli mít proces maximální vestibulární kompenzace již proběhlý před operací bez ohledu na provádění specifického cvičení. V roce 2002 publikovala Cohen et al. studii, ve které zkoumala rozdíl mezi specifickou vestibulární rehabilitací od prvního POD po resekci vestibulárního schwannomu maximální tolerované intenzity a psychosociální podporou bez specifického cvičení. Nebyl nalezen důkaz pro podporu efektu VRHB v akutním pooperačním období. Oproti tomu Herdman et al. již v roce 1995 potvrdila pozitivní vliv VRHB v akutní fázi po resekci VS na čas nástupu vestibulární kompenzace a její rychlost.

Dalším autorem, jehož studie podporuje pozitivní efekt vestibulární rehabilitace je Vereeck et al. (2008), ale pouze u pacientů starších 50 let. Starší pacienti, kteří absolvovali po operaci VRHB, se zlepšili signifikantně více, než starší pacienti bez VRHB. Při měření 12 týdnů po operaci ukázali dokonce lepší hodnoty, než před operací. Vereeck tvrdí, že u pacientů nad 50 let po operaci VS brzký začátek vestibulární rehabilitace facilituje proces obnovy posturální kontroly. Zároveň uvádí značnou individualitu v potřebě VRHB u mladších pacientů, některým mohou plně postačit obecné informace a instrukce. Intenzita a frekvence provádění vestibulární rehabilitace je podstatným faktorem a jistě otázkou budoucích studií.

Vliv na vestibulární kompenzaci v raném pooperačním období má dle Gaucharda et al. (2013) pravidelná fyzická aktivita před operací. Jako fyzickou aktivitu uváděl rekreační sport, povolání fyzicky náročné nebo časté provádění domácích prací a sedavé zaměstnání nebo řídké provádění domácích aktivit jako neaktivitu. Dle něj stejně tak, jako specifická vestibulární rehabilitace, i fyzická aktivita dovoluje zařazení nových senzomotorických a behaviorálních strategií vedoucích ke zlepšení posturální stability a podporuje neuroplasticitu zahrnutou v procesu učení, který zprostředkovává co nejvyšší zisk z pooperační rehabilitace.

Výsledky vyšetření SVV a ABC jednoznačně neodpovídají faktu, že jsou pacienti s gentamicinem již plně kompenzováni před rehabilitací. Z grafů je zřejmé, že i po operaci došlo ke zhoršení daných parametrů stability, a to vestibulookulárního a

vestibulospinálního reflexu. Je otázkou, do jaké míry je toto zhoršení způsobeno samotným operačním traumatem, a do jaké míry akutní vestibulární deaferentací.

To, jakým způsobem ovlivňuje využití virtuální reality a zrakové zpětné vazby efekt rehabilitace u poruch rovnováhy, je předmětem mnoha současných studií. V roce 2014 prezentovala Booth et al. metaanalýzu zabývající se rozdílným efektem virtuální reality a standardní léčby. Nepodařilo se objektivně potvrdit vyšší efekt virtuální reality zejména díky rozdílným vyšetřovacím prostředkům, experimentálním a kontrolním skupinám. Souhrnná data neukázala žádný signifikantní rozdíl, ani touto prací nepodpořili ani nevyvrátili efekt využití virtuální reality v terapii pacientů s poruchami rovnováhy. Autoři ovšem zdůrazňují důležitou součást terapie, což je zábavnost terapie a požitek z ní, jež jsou u virtuální reality jednoznačně výhodou. Z referencí pacientů této diplomové práce můžeme toto tvrzení podpořit. Pacienti se na terapii těšili a někteří dokonce projevili zájem o dlouhodobější spolupráci a možnost zapůjčení systému Homebalance domů.

Efektem využití virtuální reality u pacientů s jednostrannou vestibulární lézí se zabývala ve své práci Medrum et al. (2012). Jako výhody uvádí nynější finanční dostupnost vysoce sofistikovaných systémů, jež nemusí být omezeny pouze na specializovaná pracoviště, ale mohou být využívány i v domácím prostředí. Nespornou výhodou pro vedení terapie a její výsledek je přesný monitoring adherence pacienta k terapii. Stejní autoři v roce 2015 publikovali výsledek randomizované studie, kdy se opět nepodařilo na vzorku 71 pacientů s UVL prokázat signifikantní rozdíl mezi konvenční terapií a tou s využitím virtuální reality. Pacienti, kteří absolvovali terapii s VR, udávali signifikantně vyšší zábavnost terapie, nižší obtížnost a menší následnou únavu (Meldrum et al., 2015).

Co se týče terapie se samotnou vizuální zpětnou vazbou, kterou jednoznačně poskytuje i virtuální realita, jsou studie více pozitivní. Použitím vyšetření CTSIB prokázal Čákr et al. ve studii z roku 2010 efekt specifické terapie s využitím vizuální zpětné vazby. Pacienti zahrnutí do této studie prokázali významné zlepšení ve stoji na pěnové podložce, jež patří mezi senzitivní testy u pacientů s poruchami rovnováhy. Čákr et al. došel k tvrzení, že specifická terapie s vizuální zpětnou vazbou zlepšuje vestibulospinální kompenzaci u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu.

Pro pokračování ve výzkumu dle této práce by bylo vhodné změnit některé prvky v metodice práce. Zejména zvýšit počet probandů a délku jejich sledování. Pokud

ale srovnáme počet osob ve vzorku s odbornými studii, mnohdy nespátříme výrazný rozdíl. Ovšem pro potřeby této diplomové práce byl vzorek i doba sledování pacientů dostačující. To, jakým způsobem ovlivňuje vestibulární prehabituace kompenzaci z dlouhodobého hlediska, může být tématem dalších prací.

Velmi pozitivně hodnotím systém Homebalance, který byl vyvinut pro použití u pacientů nejen s poruchami rovnováhy. Jednoduché nastavení a monitorace počtu a trvání terapií usnadňuje práci s pacienty. Nový způsob terapie většinu pacientů zaujal a motivoval ke zlepšování. Terapie s využitím vizuální zpětné vazby mohla probíhat již od doby, kdy byl pacient na jednotce intenzivní péče. Časným začátkem terapie jsme se snažili maximálně využít potenciál vestibulární kompenzace, který je právě v raném pooperačním období nejvyšší a postupně se snižuje. Díky tomu, že je systém Homebalance přenosný, nám bylo umožněno provádět rehabilitaci současně s více pacienty na různých odděleních.

Vyšetřování a terapie pacientů probíhala bez výrazných problémů a komplikací. Stanovená doba vyšetřování byla dostačující pro získání dat a pacienti neměli výhrady k délce a náročnosti vyšetření. Při vyšetření, která probíhala co nejdříve po operaci, pacienti vykazovali mírnou únavu, ale vyšetření vždy po krátké pauze dokončili.

Spolupráce se špičkovými lékaři mi pomohla získat mnoho zkušeností a cenných poznatků. Práce s pacienty s vestibulárním schwannomem je jistě jedinečnou příležitostí, kterou právě FN v Motole poskytuje. Vestibulární kompenzace je velmi obsáhlým tématem a pacienti s vestibulárním schwannomem reprezentují jednostrannou vestibulární lézi a je tak možné zkoumat neurofyziologické aspekty tohoto procesu. Odborná literatura zprostředkovává velmi dobrý přehled o této problematice a vybízí k poznání dalších oblastí výzkumu.

ZÁVĚR

U pacientů s vestibulárním schwannomem jsme hodnotili náklon SVV a skóre dotazníku Activities-Specific Balance Confidence. Hypotézu H1, která tvrdila, že po operaci dojde k signifikantnímu zvýšení náklonu SVV, potvrzujeme. U celého souboru došlo skutečně ke statisticky významnému zvětšení odchylky subjektivní zrakové vertikály oproti stavu před operací. Rovněž také došlo k signifikantnímu snížení odchylky SVV po terapii s vizuální zpětnou vazbou. Hypotézu H2 rovněž potvrzujeme, jelikož opět došlo k signifikantní změně skóre ABC oproti stavu před operací, a to sice ke snížení hodnoty. Po cílené rehabilitaci s vizuální zpětnou vazbou bylo zřejmé signifikantní zvýšení skóre dotazníku ABC oproti stavu po operaci. Hypotézu H3, tvrdící, že aplikace gentamicinu má vliv na percepci SVV a skóre ABC po operaci VS, nemůžeme potvrdit. Rozdíl v dynamice daných hodnot u pacientů s gentamicinem a bez něj nebyl statisticky významný. Pro potvrzení hypotézy H3 by byl dle mého názoru zapotřebí větší vzorek pacientů než v této práci, kde bylo naměřeno 7 pacientů s gentamicinem a 13 bez něj. Zajímavé by bylo dlouhodobější sledování daných parametrů a hodnocení dynamiky kompenzace vestibulospinálního a vestibulookulárního reflexu, jelikož do dvou týdnů po operaci ještě neproběhla kompenzace v plném rozsahu. Kromě časové náročnosti by bylo dlouhodobé měření i logisticky komplikované, neboť na FN v Motole jsou operováni pacienti z celé České Republiky, neřídka i ze Slovenska.

Dle provedených vyšetření nemůžeme jednoznačně říci, zda je rychleji kompenzován vestibulospinální nebo vestibulookulární reflex. Plné kompenzace nedosáhl během dvou týdnů po operaci ani jeden z nich. Odborné zdroje se liší názorem na proces vestibulární kompenzace a vlivy, které na ni působí. Zahraniční i česká literatura není jednotná jak v názoru na efekt vestibulární rehabilitace, tak ani na virtuální realitu. Oproti tomu odborná literatura ze severovýchodních států celkem jednotně podporuje pozitivní vliv vestibulární rehabilitace pomocí aplikace gentamicinu. Tato nová léčebná metoda je jistě zajímavým tématem budoucnosti, stejně tak jako využití nově dostupných herních systémů, které pracují s virtuální realitou. Toto odvětví slibuje velký pokrok v oblasti dlouhodobé léčby, a to zejména v domácím prostředí a větší adhezenci pacientů.

REFERENČNÍ SEZNAM

- AKIDUKI, H., S. NISHIIKE, H. WATANABE, K. MATSUOKA, T. KUBO a N. TAKEDA. Visual-vestibular conflict induced by virtual reality in humans. *Neuroscience Letters*. 2003, vol. 340, issue 3, s. 197-200. DOI: 10.1016/S0304-3940(03)00098-3.
- AL-SHUDIFAT, A. R., B. KAHLON, P. HOGLUND, A. Y. SOLIMAN, K. LINDSKOG a P. SIESJO. Age, gender and tumour size predict work capacity after surgical treatment of vestibular schwannomas. *Journal of Neurology, Neurosurgery*. 2013-12-10, vol. 85, issue 1, s. 106-111. DOI: 10.1136/jnnp-2013-305168.
- ANGELAKI, D. E. Eyes on Target: What Neurons Must do for the Vestibuloocular Reflex During Linear Motion. *Journal of Neurophysiology*. 2004, vol. 92, issue 1, s. 20-35. DOI: 10.1152/jn.00047.2004.
- BECHLY, K. E., W. J. CARENDER, J. D. MYLES a K. H. SIENKO. Determining the preferred modality for real-time biofeedback during balance training. *Gait*. 2013, vol. 37, issue 3, s. 391-396. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2012.08.007.
- BERANECK, M., J. L. MCKEE, M. ALEISA a K. E. CULLEN. Asymmetric Recovery in Cerebellar-Deficient Mice Following Unilateral Labyrinthectomy. *Journal of Neurophysiology*. 2008, vol. 100, issue 2, s. 945-958. DOI: 10.1152/jn.90319.2008.
- BETKA, J., E. ZVĚŘINA, Z. BALOGOVÁ, O. PROFANT, J. SKŘIVAN, J. KRAUS, J. LISÝ, J. SYKA a M. CHOVANEC. Complications of Microsurgery of Vestibular Schwannoma. *BioMed Research International*. 2014, s. 1-10. DOI: 10.1155/2014/315952
- BISDORFF, A.R., C.J. WOLSLEY, D. ANASTASOPOULOS, A. M. BRONSTEIN a M.A. GRETTY. The perception of body verticality (subjective postural vertical) in peripheral and central vestibular disorders. *Brain: a journal of neurology*. 1996, roč. 119, č. 5, s. 1523-34.
- BLACK, F. O. a S. C. PESZNECKER. Vestibular adaptation and rehabilitation. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2003, vol. 11, issue 5, s. 355-360. DOI: 10.1097/00020840-200310000-00008.
- BOHMER, A. a F. MAST. Assessing Otolith Function by the Subjective Visual Vertical. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1999, vol. 871, 1 OTOLITH FUNCT, s. 221-231. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1999.tb09187.x
- BOOTH, V., T. MASUD, L. CONNELL a F. BATH-HEXTALL. The effectiveness of virtual reality interventions in improving balance in adults with impaired balance compared with standard or no treatment: a systematic review and meta-analysis.

Clinical Rehabilitation. 2014-04-10, vol. 28, issue 5, s. 419-431. DOI: 10.1177/0269215513509389.

BURKE, J. L., M. S. PREWETT, A. A. GRAY, L. YANG, F. R. B. STILSON, M. D. COOVERT, L. R. ELLIOT a E. REDDEN. Comparing the effects of visual-auditory and visual-tactile feedback on user performance. *Proceedings of the 8th international conference on Multimodal interfaces - ICMI '06*. New York, New York, USA: ACM Press, 2006, s. 108-. DOI: 10.1145/1180995.1181017.

COHEN, H. S., K. T. KIMBALL a H. A. JENKINS. Factors Affecting Recovery After Acoustic Neuroma Resection. *Acta Oto-Laryngologica*. 2002, vol. 122, issue 8, s. 841-850. DOI: 10.1080/003655402/000028039

ČADA, Z. Otoneurologické vyšetření – současné možnosti ORL lékaře. *Lékařské listy*, 2012, roč. 61, č. 4, s. 14-15. ISSN: 0044-1996.

ČAKRT, O., M. TRUC, P. KOLÁŘ, J. JEŘÁBEK. Vestibulární rehabilitace – principy rehabilitace pacientů s poruchou vestibulárního systému. *Neurologie pro praxi*, 2007, roč. 8, č. 6, s. 354-356. ISSN: 1213-1814.

DAY, B. L. a R. C. FITZPATRICK. The vestibular system. *Current Biology*. 2005, vol. 15, issue 15, R583-R586. DOI: 10.1016/j.cub.2005.07.053.

DEVEZE, A., L. BERNARD-DEMANZE, F. XAVIER, J.-P. LAVIEILLE a M. ELZIERE. Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2014, vol. 44, issue 1, s. 49-57. DOI: 10.1016/j.neucli.2013.10.138.

BRONSTEIN, A. M., T. BRANDT, M. WOOLLACOTT (Edited by). *Clinical disorders of balance, posture, and gait*. London: Arnold, 1996. ISBN 0340601450.

EL KHOURY, Marwan, José BRAGA, Jean DUMONCEL, Javotte NANCY, Remi ESCLASSAN, Frederic VAYSSE a Luca BONDIOLI. The Human Semicircular Canals Orientation Is More Similar to the Bonobos than to the Chimpanzees. *PLoS ONE*. 2014-4-7, vol. 9, issue 4, e93824-. DOI: 10.1371/journal.pone.0093824.

FREITAS, Marcos Rabelo de, Alessandra RUSSO, Giuliano SEQUINO, Enrico PICCIRILLO a Mario SANNA. Analysis of Hearing Preservation and Facial Nerve Function for Patients Undergoing Vestibular Schwannoma Surgery: The Middle Cranial Fossa Approach versus the Retrosigmoid Approach – Personal Experience and Literature Review. *Audiology and Neurotology*. 2012, vol. 17, issue 2, s. 71-81. DOI: 10.1159/000329362. Doi: 10.1159/000329362

GAUCHARD, Gérome C., Alexis LION, Philippe P. PERRIN a Cécile PARIETTI-WINKLER. Influence of age on postural compensation after unilateral deafferentation due to vestibular schwannoma surgery. *The Laryngoscope*. 2012, vol. 122, issue 10, s. 2285-2290. DOI: 10.1002/lary.23497.

GAUCHARD, G erome C., et al. Impact of pre-operative regular physical activity on balance control compensation after vestibular schwannoma surgery. *Gait & posture*, 2013, 37.1: 82-87.

GOTO, Fumiyuki, Hironari KOBAYASHI, Akira SAITO, Yujiro HAYASHI, Kazutaka HIGASHINO, Takanobu KUNIHICO a Jin KANZAKI. Compensatory changes in static and dynamic subjective visual vertical in patients following vestibular schwannoma surgery. *Auris Nasus Larynx*. 2003, vol. 30, issue 1, s. 29-33. DOI: 10.1016/S0385-8146(02)00110-4.

HAN, Byung In, Hyun Seok SONG a Ji Soo KIM. Vestibular Rehabilitation Therapy: Review of Indications, Mechanisms, and Key Exercises. *Journal of Clinical Neurology*. 2011, vol. 7, issue 4, s. 184-. DOI: 10.3988/jcn.2011.7.4.184.

HERDMAN, [edited by] Susan J. *Vestibular rehabilitation*. 2nd ed. Philadelphia: Davis, 2000. ISBN 0803604440

HERDMAN, SJ, RA CLENDANIEL, DE MATTOX, MJ HOLLIDAY a JK NIPARKO. Vestibular adaptation exercises and recovery: acute stage after acoustic neuroma resection. [Abstract]. *Otolaryngology - Head and neck Surgery*. 1995, ro . 113,  . 1, s. 77-87.

HERDMAN, Susan J. Vestibular rehabilitation. *Current Opinion in Neurology*. 2013, vol. 26, issue 1, s. 96-101. DOI: 10.1097/WCO.0b013e32835c5ec4.

HORAK, Fay B. Postural compensation for vestibular loss and implications for rehabilitation. *Restorative Neurology and Neuroscience*. 2010, ro . 28,  . 1, s. 57-68.

HORAK, Fay B. Postural Compensation for Vestibular Loss. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009, vol. 1164, issue 1, s. 76-81. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03708.x.

JACOBSON, G P a C W NEWMAN. The development of the Dizziness Handicap Inventory. *Archives of otolaryngology--head*. Chicago: American Medical Association, 1990, ro . 116,  . 4, s. 424-7.

JEŘ BEK, Jaroslav. Diferenci ln  diagnostika z vrat . *Intern  medic na pro praxi*. 2003,  . 1.

JONES, Sherri, Timothy JONES, Kristal MILLS a G. GAINES. Anatomical and Physiological Considerations in Vestibular Dysfunction and Compensation. *Seminars in Hearing*. 2009, vol. 30, issue 04, s. 231-241. DOI: 10.1055/s-0029-1241124.

KALVACH, Zden k. *Geriatrick  syndromy a geriatrick  pacient*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2008, 336 s. ISBN 978-80-247-2490-4.

KAO, Chung-Lan, Liang-Kung CHEN, Chang-Ming CHERN, Li-Chi HSU, Chih-Chun CHEN a Shinn-Jang HWANG. Rehabilitation outcome in home-based versus supervised exercise programs for chronically dizzy patients. *Archives of Gerontology and Geriatrics*. 2010, vol. 51, issue 3, s. 264-267. DOI: 10.1016/j.archger.2009.11.014.

KENTALA, Erna a Ilmari PYYKKÖ. Clinical picture of vestibular schwannoma. *Auris Nasus Larynx*. 2001, vol. 28, issue 1, s. 15-22. DOI: 10.1016/s0385-8146(00)00093-6

KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, xxxi, 713 s. ISBN 9788072626571.

KRÁLÍČEK, Petr. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011, x, 235 s. ISBN 978-80-7262-618-2.

LACOUR, M., J.P. ROLL a M. APPAIX. Modifications and development of spinal reflexes in the alert baboon (*Papio papio*) following an unilateral vestibular neurotomy: Rôle de l'activité sensorimotrice. *Brain Research*. 1976, vol. 113, issue 2, s. 255-269. DOI: 10.1016/0006-8993(76)90940-9.

LACOUR, Michel, Sophie DUTHEIL, Brahim TIGHILET, Christophe LOPEZ a Liliane BOREL. Tell Me Your Vestibular Deficit, and I'll Tell You How You'll Compensate. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2009, vol. 1164, issue 1, s. 268-278. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2008.03731.x.

LACOUR, Michel. Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation. *Current Medical Research and Opinion*. 2006, vol. 22, issue 9, s. 1651-1659. DOI: 10.1185/030079906X115694.

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

LEGTERS, Kristine, Susan L WHITNEY, Rebecca PORTER a Frank BUCZEK. The relationship between the activities-specific Balance Confidence Scale and the Dynamic Gait Index in peripheral vestibular dysfunction. *Physiotherapy Research International*. 2005, vol. 10, issue 1, s. 10-22.

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*. 2007, vol. 127, issue 12, s. 1236-1240. DOI: 10.1080/00016480701663433.

MAGNUSSON, Måns, Babar KAHLON, Mikael KARLBERG, Sven LINDBERG, Peter SIESJÖ a Fredrik TJERNSTRÖM. Vestibular "PREHAB". *Annals of the New*

York Academy of Sciences. 2009, vol. 1164, issue 1, s. 257-262. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.03778.x.

MAGNUSSON, Mans, Mikael KARLBERG a Fredrik TJERNSTRÖM. 'PREHAB': Vestibular prehabilitation to ameliorate the effect of a sudden vestibular loss. *NeuroRehabilitation*. 2011, č. 29, s. 153-156.

MBONGO, F., C. QU'HEN, P.P. VIDAL, P. Tran BA HUY a C. DE WAELE. Role of Vestibular Input in Triggering and Modulating Postural Responses in Unilateral and Bilateral Vestibular Loss Patients. *Audiology & Neurotology*. 2009, č. 14.

MELDRUM, Dara, et al. Effectiveness of conventional versus virtual reality based vestibular rehabilitation in the treatment of dizziness, gait and balance impairment in adults with unilateral peripheral vestibular loss: a randomised controlled trial. *BMC Ear, Nose and Throat Disorders*, 2012, 12.1: 3.

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 [Abstract]. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015, s. -. DOI: 10.1016/j.apmr.2015.02.032.

MRUZEK, Maria, et al. Effects of vestibular rehabilitation and social reinforcement on recovery following ablative vestibular surgery. *The Laryngoscope*, 1995, 105.7: 686-692.

NIU, Nina N., Andrzej NIEMIERKO, Mykol LARVIE, Hugh CURTIN, Jay S. LOEFFLER, Michael J. MCKENNA a Helen A. SHIH. Pretreatment Growth Rate Predicts Radiation Response in Vestibular Schwannomas. *International Journal of Radiation Oncology*Biophysics*Physics*. 2014, vol. 89, issue 1, s. 113-119. DOI: 10.1016/j.ijrobp.2014.01.038.

NORRÉ, M. E. a W. De WEERDT. Treatment of vertigo based on habituation. *The Journal of Laryngology & Otology*. 1980, vol. 94, issue 09, s. 971-977. DOI: 10.1017/s0022215100089726.

NOVOTNÝ, Miroslav a Roman KOSTŘICA. Vertigo. *Medicína pro praxi*. 2007, roč. 4, č. 10. ISSN: 1214-8687.

SAINOO, Yuzuru, M. TERAOKA, D. FUJIYAMA, H. KUMAGAMI a H. TAKAHASHI. Binocular and monocular measurements of subjective visual vertical in vestibular loss. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2012, vol. 269, issue 1, s. 57-60. DOI: 10.1007/s00405-011-1589-8.

SAMII, Madjid, Venelin GERGANOV a Amir SAMII. Improved preservation of hearing and facial nerve function in vestibular schwannoma surgery via the

retrosigmoid approach in a series of 200 patients. *Journal of Neurosurgery*. 2006, vol. 105, issue 4, s. 527-535. DOI: 10.3171/jns.2006.105.4.527.

SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie H WOOLLACOTT. *Motor control: translating research into clinical practice*. 4th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams, c2012, xiv, 641 p. ISBN 14-511-1710-8.

SCHUBERT, Michael C.; MINOR, Lloyd B. Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Physical therapy*, 2004, 84.4: 373-385. ISSN: 0031-9023.

SYNAPSYS CATALOGUES. Subjective visual vertical. *Pdf.medicalexpo.com* [online].©2015[cit. 27-3-2015]. Dostupné z: <http://pdf.medicalexpo.com/pdf/synapsys/subjective-visual-vertical-svv/>

TICHÁ, M., M. JANATOVÁ, R. KLIMENT, O.ŠVESTKOVÁ, K. HÁNA. Mobile rehabilitation device for balance training with visual feedback. In: *MobileMed 2014: Mobile and Information Technologies in Medicine and Health*, Praha 20.-21. Listopadu 2014: Sborník příspěvků konference [online]. [cit. 3-4-2015]. Dostupné z: http://mobmed.org/download/proceedings2014/mobileMed2014_paper_22.pdf

TIMMER, F. C. A., J. C.J.M. ARTZ, A. J. BEYNON, R. T. DONDEERS, J. J. S. MULDER, C. W. R. J. CREMERS a K. GRAAMANS. Prediction of Vestibular Schwannoma Growth: A Novel Rule Based on Clinical Symptomatology. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology*. 2011, roč. 120, č. 12.

TJERNSTROM, F., P. A. FRANSSON, B. KAHNEN, M. KARLBERG, S. LINDBERG, P. SIESJO a M. MAGNUSSON. Vestibular PREHAB and gentamicin before schwannoma surgery may improve long-term postural function. *Journal of Neurology, Neurosurgery*. 2009-10-28, vol. 80, issue 11, s. 1254-1260. DOI: 10.1136/jnnp.2008.170878.

TUFARELLI, D., A. MELI, A. ALESII, E.De ANGELIS, C. BADARACCO, M. FALCIONI a M. SANNA. Quality of Life After Acoustic Neuroma Surgery. *Otology & Neurotology*. 2006, vol. 27, issue 3, s. 403-409. DOI: 10.1097/00129492-200604000-00018

VELLUTINI, E. A. S., A. BEER-FURLAN, R. S. BROCK, M. Q. T. GOMES, A. STAMM a O. L. M. CRUZ. The extracisternal approach in vestibular schwannoma surgery and facial nerve preservation. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*. 2014, vol. 72, issue 12, s. 925-930. DOI: 10.1053/hn.1999.v121.a91263.

VEREECK, L., F. L. WUYTS, S. TRUIJEN, C. DE VALCK a P. H. VAN DE HEYNING. The effect of early customized vestibular rehabilitation on balance after acoustic neuroma resection. *Clinical Rehabilitation*. 2008-08-01, vol. 22, issue 8, s. 698-713. DOI: 10.1177/0269215508089066.

VIBERT, D., R. HÄUSLER a A.B. SAFRAN. Subjective visual vertical in peripheral unilateral vestibular diseases. *Journal of vestibular research*. Amsterdam: IOS Press, 1998, roč. 9, č. 2, s. 145-52.

VIIRRE, E. a R.SITARZ. Vestibular Rehabilitation Using Visual Displays: Preliminary Study. *The Laryngoscope*. 2002, vol. 112, issue 3, s. 500-503. DOI: 10.1097/00005537-200203000-00017.

WHITNEY, S. L., D. M. WRISLEY, G. F. MARCHETTI aj. M. FURMAN. The Effect of Age on Vestibular Rehabilitation Outcomes. *The Laryngoscope* [online]. 2002, vol. 112, issue 10, s. 1785-1790 [cit. 2015-04-06]. DOI: 10.1097/00005537-200210000-00015. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1097/00005537-200210000-00015>

WHITNEY, S. L., P. J. SPARTO, K. E. BROWN, J. M. FURMAN, J. L. JACOBSON a M. S. REDFERN. The Potential Use of Virtual Reality in Vestibular Rehabilitation. *Neurology Report*. 2002, vol. 26, issue 2, s. 72-78. DOI: 10.1097/01253086-200226020-00004.

XERRI, C. a M. LACOUR. Compensation Des Déficits Posturaux Et Cinétiques Après Neurectomie Vestibulaire Unilatérale Chez Le Chat: Rôle de l'activité sensorimotrice. *Acta Oto-laryngologica*. 1980, vol. 90, 1-6, s. 414-424. DOI: 10.3109/00016488009131743.

YU, J., D. DING, F. WANG, H. JIANG, H. SUN a R. SALVI. Pattern of hair cell loss and delayed peripheral neuron degeneration in inner ear by a high-dose intratympanic gentamicin. *Journal of Otology*. 2014, vol. 9, issue 3, s. 126-135. DOI: 10.1016/j.joto.2014.12.001.

ZVĚŘINA, E.. 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*. 2009, vol. 72, issue 19, s. 1689-1692. DOI: 10.1212/wnl.0b013e3181a55ecf.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Charakteristika souboru (Tabulka) 1

Příloha č. 2: Dotazník Activities –Specific Balance Confidence (Formulář) 2

PŘÍLOHY

Příloha 1. Charakteristika souboru

Pacient č.	Pohlaví	Strana	Věk (roky)	Gentamicin	Velikost tumoru (mm)	Délka operace (hh:mm)	Přístup	Počet terapií s BF
1	F	L	37	ano	15	4:45	TLB	2
2	M	P	43	ano	13	5:25	RSA	3
3	F	L	55	ano	20	7:13	RSA	5
4	M	P	29	ano	28	8:15	RSA	6
5	F	P	63	ano	10	5:45	RSA	2
6	M	L	61	ano	14	4:40	TLB	5
7	F	P	28	ano	13	4:00	RSA	2
8	F	P	44	ne	12	4:40	RSA	5
9	M	P	47	ne	13	7:30	TLB	2
10	F	P	43	ne	21	7:55	RSA	4
11	M	P	46	ne	20	7:55	RSA	10
12	F	L	55	ne	16	6:00	RSA	5
13	M	P	37	ne	17	3:10	RSA	2
14	M	L	48	ne	15	5:00	RSA	2
15	M	P	48	ne	20	7:15	RSA	2
16	F	P	57	ne	11	2:15	RSA	3
17	F	L	39	ne	15	6:16	RSA	4
18	F	P	56	ne	10	5:00	RSA	7
19	F	L	46	ne	13	5:20	RSA	4
20	F	L	50	ne	18	6:19	RSA	4

