

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

**Bc. Veronika Hladíková**

**Hodnocení úpravy funkce  
vestibulo-okulárního reflexu u pacientů  
po operaci vestibulárního schwannomu**

**Diplomová práce**

Praha 2018

Autor práce: **Bc. Veronika Hladíková**

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

Oponent práce: **doc. MUDr. Jaroslav Jeřábek, CSc.**

Datum obhajoby: **2018**

## **Bibliografický záznam**

HLADÍKOVÁ, Veronika. Hodnocení úpravy funkce vestibulo-okulárního reflexu u pacientů po operaci vestibulárního schwannomu. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2018. 70 s. Vedoucí diplomové práce doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá hodnocením funkce vestibulo-okulárního reflexu u pacientů indikovaných k chirurgické resekcí vestibulárního schwannomu, prováděné ve Fakultní nemocnici v Motole. Byly používány tři typy vyšetření vestibulo-okulárního reflexu. V období před operací, časně po ní a před dimisí jsme u hospitalizovaných pacientů sledovali schopnost vnímání subjektivní vizuální vertikály, která je odrazem tonické funkce otolitových orgánů. V předoperační době jsme testovali též relativní dynamickou zrakovou ostrost při izolovaných pohybech hlavou v transversální rovině, jejíž porucha se váže na dysfunkci laterálních polokruhovitých kanálků. Navíc nám byly poskytnuty předoperační hodnoty indexu stranové dráždivosti dosažené v kalorické zkoušce. V časném pooperačním období, které je vymezené prvním dnem po podstoupení chirurgického zákroku a dnem ukončení hospitalizace, pacienti absolvovali cílenou vestibulární rehabilitaci. Na základě statistického zpracování získaných dat jsme zjistili, že u části pacientů je vestibulo-okulární reflex narušen již v době před operací a zároveň že existuje souvislost mezi poruchou jeho translační a rotační složky. Přestože změny náklonu subjektivní vizuální vertikály během hospitalizace byly z naměřených hodnot dobře patrné, nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi žádnými 2 sledovanými obdobími. Nepodařilo se nám tak potvrdit pozitivní efekt časné vestibulární rehabilitace na míru vestibulární kompenzace v době dimise. Rovněž nebyl prokázán vliv předoperačního stavu vestibulárního aparátu na rychlost úpravy funkce vestibulo-okulárního reflexu.

## **Klíčová slova**

vestibulární schwannom, vestibulo-okulární reflex, subjektivní vizuální vertikála, dynamická zraková ostrost, kalorická zkouška, vestibulární kompenzace

## **Abstract**

This thesis deals with the evaluation of the vestibulo-ocular reflex in patients indicated for neurosurgical resection of vestibular schwannoma, executed at the Motol University Hospital. To evaluate the function of the vestibulo-ocular reflex, three types of clinical examinations were used. In periods before the surgery, early after the surgery and before leaving the hospital we monitored the patients' ability to perceive subjective visual vertical, which reflects tonic function of otolith organs. Before the surgery we also tested relative dynamic visual acuity during passive isolated head movements in the transversal plane, whose impairment is related to dysfunction of lateral semicircular canals. Furthermore, we obtained patients' preoperative values achieved in caloric reflex test. In the early postoperative period, bordered by the first day after the vestibular schwannoma surgery and the last day of the hospitalization, patients underwent specialized vestibular rehabilitation. Based on statistical analysis of acquired data, we found out that in some patients there was a lesion of the vestibulo-ocular reflex already before the surgery and moreover, there was a correlation between dysfunction of translational and rotational parts of the vestibulo-ocular reflex. Although variance of subjective visual vertical tilt during hospitalization was evident, differences between any two defined periods have not been proven to be statistically significant. Thus, a positive effect of early vestibular rehabilitation on vestibular compensation rate in a term of leaving the hospital has not been confirmed. An influence of preoperative condition of vestibular apparatus on velocity of adaptation of the vestibulo-ocular reflex has not been proven as well.

## **Keywords**

vestibular schwannoma, vestibulo-ocular reflex, subjective visual vertical, dynamic visual acuity, caloric reflex test, vestibular compensation

## **Prohlášení**

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

V Praze dne 10. 8. 2018

Bc. Veronika Hladíková

## **Poděkování**

Chtěla bych poděkovat doc. PhDr. Ondřeji Čákrtovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při odborném vedení mé práce. Za spolupráci při organizaci vyšetřování děkuji MUDr. Silvií Hrubé, Mgr. Kristýně Trávníčkové a zdravotním sestřám z kliniky Otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole. Za pomoc při sběru dat bych chtěla poděkovat MUDr. Zdeňkovi Čadovi, Ph.D. a za pomoc při statistickém zpracování naměřených dat děkuji MUDr. Kryštofu Slabému. V neposlední řadě bych ráda poděkovala všem pacientům, kteří se ochotně zúčastnili studie.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>1. PŘEHLED POZNATKŮ</b> .....	<b>10</b>
1.1. VESTIBULÁRNÍ SYSTÉM.....	10
1.1.1. Funkční anatomie a neurofyziologie.....	10
1.1.2. Vývojové aspekty.....	14
1.2. VESTIBULO-OKULÁRNÍ REFLEX.....	15
1.2.1. Význam.....	15
1.2.2. Rotační VOR.....	15
1.2.3. Translační VOR.....	17
1.2.4. Projevy poruchy VOR při unilaterální periferní vestibulární lézi.....	18
1.2.5. Statická zrková ostrost ve vztahu k VOR.....	19
1.2.6. Dynamická zrková ostrost.....	20
1.2.7. Vnímání vertikality.....	24
1.3. VESTIBULÁRNÍ REHABILITACE.....	27
1.3.1. Cíle.....	27
1.3.2. Mechanismy vestibulární kompenzace.....	27
1.3.3. Obecné zásady.....	29
1.3.4. Rehabilitační programy při unilaterální periferní vestibulární lézi.....	30
1.3.5. Optovestibulární rehabilitace.....	31
1.4. VESTIBULÁRNÍ SCHWANNOM.....	33
1.4.1. Klasifikace.....	33
1.4.2. Příznaky.....	34
1.4.3. Léčba.....	35
1.4.4. Komplikace po chirurgické resekci VS.....	36
1.4.5. VRHB u pacientů po chirurgické resekci VS.....	37
<b>2. CÍLE A HYPOTÉZY</b> .....	<b>38</b>
2.1. CÍLE.....	38
2.2. HYPOTÉZY.....	39
<b>3. METODIKA</b> .....	<b>40</b>
3.1. CHARAKTERISTIKA SOUBORŮ PACIENTŮ.....	40
3.2. VYŠETŘENÍ.....	41
3.2.1. Vyšetření SVV.....	42
3.2.2. Test DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině.....	43
3.2.3. Kalorická zkouška.....	44
3.3. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ DAT.....	45
<b>4. VÝSLEDKY</b> .....	<b>46</b>
4.1. SOUVISLOST MEZI NÁKLONEM SVV A $\Delta$ DVA PŘED OPERACÍ.....	46
4.2. DYNAMIKA SVV.....	47
4.3. VLIV PŘEDOPERAČNÍ KALORIZACE NA POOPERAČNÍ PRŮBĚH KOMPENZACE SVV.....	50
<b>5. DISKUZE</b> .....	<b>52</b>
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>57</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM</b> .....	<b>58</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>65</b>
<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>65</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>66</b>
<b>PŘÍLOHY</b> .....	<b>67</b>

## SEZNAM ZKRATEK

BMI	body mass index
CCR	cervicolický reflex
CNS	centrální nervový systém
COR	cerviko-okulární reflex
CSR	cervikospinální reflex
DVA/ $\Delta$ DVA	dynamická zrková ostrost/relativní dynamická zrková ostrost
DVAT	Dynamic Visual Acuity Test
dx.	dexter
GST	Gaze Stabilization Test
HIT	head impulse test
H1/H2/H3	hypotéza 1/hypotéza 2/hypotéza 3
MMK	mostomozečkový kout
ncl.	nucleus
n.	nervus
n. VIII	nervus vestibulocochlearis
n. VII	nervus facialis
r-VOR	rotační vestibulo-okulární reflex
SD	směrodatná odchylka
sin.	sinister
SVA	statická zrková ostrost
SVV	subjektivní vizuální vertikála
SVV 1/2/3	měření subjektivní vizuální vertikály před operací/po operaci/před dimisí
t-VOR	translační vestibulo-okulární reflex
VCR	vestibulocolický reflex
VOR	vestibulo-okulární reflex
VRHB	vestibulární rehabilitace
VS	vestibulární schwannom
VSR	vestibulospinální reflex



## ÚVOD

Téma diplomové práce jsem si vybrala na základě svého zájmu o bližší poznání funkcí vestibulo-okulárního reflexu a jeho významu pro běžné denní činnosti. Zároveň jsem využila možnosti spolupráce s výbornými odborníky, kteří se na Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole zabývají chirurgickou léčbou a následnou rehabilitací u pacientů s vestibulárním schwannomem. Více než 1 rok jsem prováděla rešerši odborných literárních zdrojů, sběr dat, podílela se na specializované rehabilitaci a zpracovávala vlastní výzkum. Díky tomu jsem si doplnila teoretické znalosti a získala cenné praktické zkušenosti.

Teoretická část této práce je členěna do 4 kapitol a jejím cílem je shrnout základní poznatky týkající se funkční anatomie a neurofyzologie vestibulárního systému s přihlédnutím k vývojovým aspektům, dále popsat funkce vestibulo-okulárního reflexu, uvést mechanismy vestibulární kompenzace a z nich plynoucí rehabilitační postupy. Jejím obsahem je též oddíl věnovaný problematice vestibulárního schwannomu.

V experimentální části práce jsme u pacientů s vestibulárním schwannomem hodnotili funkci vestibulo-okulárního reflexu, a to nepřímo prostřednictvím vyšetření dynamické zrakové ostroty a subjektivního vnímání vertikály. Ke sledování jsme zvolili 3 specifická období – dobu před operací, po operaci a před dimisí. Pro statistické zpracování výsledků nám byly poskytnuty ještě předoperační hodnoty dosažené v kalorické zkoušce, což je laboratorní metoda, považovaná za zlatý standard vyšetření vestibulárního aparátu.

Účelem práce bylo posoudit funkci vestibulo-okulárního reflexu v době před chirurgickou resekcí vestibulárního schwannomu, určit míru vestibulární kompenzace a tím efekt specializované rehabilitace v časném pooperačním období a zjistit, zda má předoperační stav vestibulárního aparátu vliv na rychlost úpravy funkce vestibulo-okulárního reflexu v časném pooperačním období. Naše zjištění jsme chtěli konfrontovat s publikovanými recentními studiemi, jež se vyznačovaly obdobnou metodikou.

# 1 PŘEHLED POZNATKŮ

## 1.1 Vestibulární systém

### 1.1.1 Funkční anatomie a neurofyzologie

Vestibulární systém koordinuje pohyby hlavy s pohyby očí a aktivuje posturální svaly za účelem udržení rovnováhy a orientace v prostoru (Khan & Chang, 2013). Skládá se z periferní a centrální části. Základními strukturami jsou labyrint, vestibulární nervové dráhy, vestibulární jádra, vestibulocerebellum a vestibulární kortex (Bronstein et al., 2013, s. 1).

#### Periferní část

Periferní část vestibulárního systému je umístěna ve vnitřním uchu, které se nalézá v pars petrosa spánkové kosti, tzv. pyramidě. Nachází se zde kostěný a blanitý labyrint. Kostěný labyrint má tři části – hlemýždě, tři polokruhovitě kanálky a vestibulum. Blanitý labyrint leží uvnitř kostěného a má dvě části – pars statica a pars auditiva. Pars statica se řadí k vestibulárnímu systému a zahrnuje otolitové orgány a 3 polokruhovitě kanálky. Pars auditiva je tvořena blanitým hlemýžděm s vlastním sluchovým senzorem – Cortiho orgánem. Blanitý labyrint je vyplněn endolymfou, jež se složením podobá intracelulární tekutině. Perilymfa v kostěném labyrintu odpovídá svým složením mozkomíšnímu moku (Naňka & Elišková, 2009, s. 321-323).

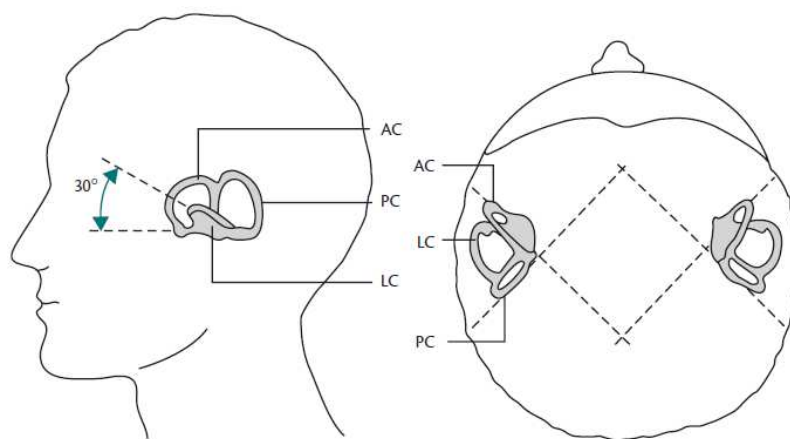
Vestibulární aparát disponuje pěti páry sensorických orgánů, které zaznamenávají lineární a úhlové zrychlení hlavy. Smyslové buňky, tzv. vláskové buňky, se nacházejí v oblasti makul a cristae ampullares, což jsou neuroepiteliální ztluštění (Cuschieri, 2009).

Makuly jsou součástí otolitových orgánů – sacculu a utriculu. Makuly pokrývá gelatinózní hmota s malými částicemi uhličitanu vápenatého, tzv. otolity. Otolity mají větší hustotu než endolymfa. Při naklonění hlavy nebo lineárním pohybu hlavy proto vznikají působením gravitace střížné síly mezi otolitovou membránou a povrchem makuly. Makuly se liší svoji orientací. Utrikulární makula leží horizontálně, zatímco sakulární makula vertikálně. Díky specifickému uspořádání vláskových buněk je zajištěno pokrytí všech možných vektorů lineárního zrychlení a všech možných poloh hlavy. Makuly mají schopnost adaptace – po několika sekundách dochází k repolarizaci,

takže jsou vláskové buňky připraveny reagovat na další změny polohy hlavy (Khan & Chang, 2013).

Cristae ampullares leží uvnitř 3 polokruhovitých kanálků, na stěně ampul. Vlásokové buňky pokrývá tlustá gelatinózní ohebná membrána zvaná kupula, která má stejnou hustotu jako endolymfa. Úhlové zrychlení při pohybu hlavy způsobí pohyb endolymfy, čímž dojde k vychýlení kupuly a ohnutí vláskových buněk v opačném směru vůči pohybu hlavy. Důsledkem je zvýšení „firingu“ neboli pálení v aferentních nervových vláknech. Když je úhlové zrychlení konstantní, kupula se po několika sekundách vrací do původní polohy. Úhlové zpomalení vede k vychýlení kupuly ve směru shodném se směrem pohybu hlavy a inhibici nervového pálení (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 5; Barret et al., 2012).

Polokruhovité kanálky se vyznačují svým vzájemným téměř pravouhlým uspořádáním. Přední a zadní kanálek je odkloněn  $45^\circ$  od sagitální roviny, laterální kanálek svírá úhel  $30^\circ$  s transverzální rovinou (Obrázek 1). Každý kanálek je senzitivní pro pohyb hlavy ve specifické rovině, přičemž funkčně rozlišujeme 3 páry kanálků - pravý přední a levý zadní, pravý zadní a levý přední, pravý laterální a levý laterální. V jednotlivých dvojicích se uplatňuje „push-pull mechanismus“, kdy současně dochází ke zvýšení aferentního nervového „firingu“ na jedné straně a k jeho snížení na straně opačné. Z toho vyplývá funkční senzorycká nadbytečnost vestibulárního aparátu, jež je velmi výhodná při jednostranném poškození labyrintu, neboť centrální nervový systém (CNS) nadále získává informace o pohybu hlavy z nepoškozeného kontralaterálního kanálku daného páru (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 7; Barret et al., 2012).

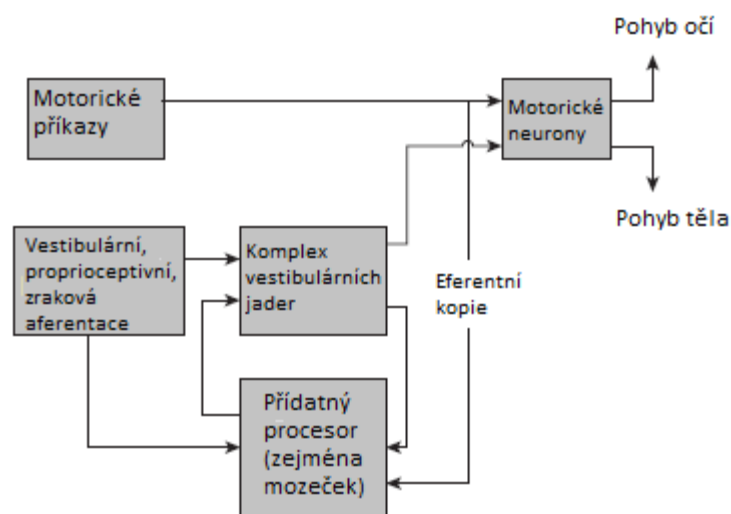


**Obrázek 1. Uložení polokruhovitých kanálků v lebce (Bronstein et al., 2013, s. 16)**

Vestibulární a kochleární nerv spolu vytváří nervus vestibulocochlearis (n. VIII). Ganglion vestibulární části nervu, známé jako ganglion Scarpa, se nachází na dně meatus acusticus internus. Skládá se z přibližně 20 000 těl bipolárních buněk a přijímá informace z vláskových buněk makul a cristae ampullares. N. vestibularis se dělí ve dvě části – n. vestibularis superior inervující přední polokruhovitý kanálek, laterální polokruhovitý kanálek, utriculus a částečně sacculus (anterosuperiorní oblast) a n. vestibularis inferior vedoucí informace ze zadního polokruhovitého kanálku a většiny sacculu. Do mozkového kmene vstupuje n. VIII. v oblasti pontomedulární junkce (Khan & Chang, 2013; Naňka & Elišková, 2009, s. 321-323; Cuschieri, 2009; Lee, 2016).

### Centrální část

K centrálnímu zpracování aferentace z vláskových buněk polokruhovitých kanálků a otolitových orgánů dochází jednak v komplexu vestibulárních jader, která slouží jako „primární procesor“ a jednak v mozečku, jenž zastává úlohu „přidatného procesoru“, zajišťujícího maximální přesnost vestibulárních reflexů. Vestibulární jádra i mozeček přijímají a zpracovávají také somatosenzorickou (proprioceptivní) a vizuální aferentaci, mozeček navíc dostává informace z motorického kortexu (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 9-10).



Obrázek 2. Schéma vestibulárního systému (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 3)

Vestibulární jádra jsou druhými neurony vestibulární dráhy a jsou nahromaděna na spodině čtvrté mozkové komory. Největší z nich vytváří mediální sloupec a je nazýváno nucleus (ncl.) vestibularis medialis (Schwalbeovo jádro). V laterálním sloupci rozlišujeme ncl. vestibularis lateralis (Dieterovo jádro), superior (Bechterewovo jádro) a inferior (descendentní jádro) (Lee, 2016).

Vestibulární jádra vytváří 4 hlavní spojení s ostatními částmi nervové soustavy, přičemž většina z nich je reciproční. Část vláken z ncl. vestibularis medialis a superior vede přes fasciculus longitudinalis medialis k jádrům oko-hybných svalů a zajišťuje vestibulo-okulární reflex (VOR). Další vlákna propojují vestibulární jádra se šíjovými a zádovými svaly a podmiňují tak vestibulospinální reflex (VSR) a vestibulocolický reflex (VCR). Třetí dráha vede k vestibulocerebellu, fylogeneticky nejstarší části mozečku, která zahrnuje floculus, nodulus a část vermální uvuly. Čtvrtá spojení končí v mozkové kůře. Vestibulární jádra levé a pravé strany jsou navíc vzájemně propojena inhibičními komisurálními spoji (Cuschieri, 2009).

Do mozkové kůry vede 5 samostatných drah – 3 ipsilaterální a 2 kontralaterální, které se kříží v mozkovém kmeni. Většina drah se přepojuje v thalamu, konkrétně v jádrech jeho ventrolaterální, posterolaterální nebo paramediální oblasti. Jedna ipsilaterální dráha obchází thalamus a vede přímo do spodní části insuly. Neexistuje primární vestibulární kortex. V kůře se vyskytuje difúzně několik oblastí, kde jsou integrovány multisenzorické informace včetně vestibulární aferentace. Hlavní korová reprezentace vestibulárního systému se nachází bilaterálně v parietoinzulární oblasti, významnější je v nedominantní hemisféře. Důležitými strukturami jsou také hippocampus a parahippocampus, které se podílejí na prostorové orientaci a prostorové paměti (Kirsch et al., 2015; Dieterich & Brandt, 2015).

### **Vestibulární odpověď**

Nejjednodušším motorickým výstupem vestibulárního systému jsou vestibulární reflexy (VOR, VSR, VCR). Jejich intenzita se liší v závislosti na vzniku senzorického vstupu. Zatímco pasivní či nedobrovolný pohyb hlavy spouští mnoho reflexních odpovědí, stejný pohyb hlavy provedený aktivně vede k potlačení některých vestibulárních reflexů (Bronstein et al., 2013, s. 63).

VOR slouží ke stabilizaci retinálního obrazu navzdory pohybu těla, respektive hlavy. Účelem VSR je zajištění posturální stability pomocí různých balančních strategií, na čemž se podílí celá škála dynamických a statických reflexů. VCR ovlivňuje tonus

šijových svalů a tím posturální kontrolu hlavy. Vestibulární reflexy jsou v těsném funkčním vztahu s cervikálními (cerviko-okulární (COR), cervikospinální (CSR), cervikocolický (CCR)), vizuálními a somatosenzorickými reflexy. Význam těchto reflexů roste při vestibulárních lézích, neboť mohou narušené vestibulární reflexy částečně nahradit (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 11-13).

Vedle „pevně zadrátovaných“ reflexů disponuje vestibulární systém sofistikovanějšími, přesnějšími a vůlí ovlivnitelnými mechanismy, které využívají centrálního zpracování multisenzorických informací. Příkladem jsou estimační a anticipační schopnosti, jejichž kvalita je do značné míry určována předchozími zkušenostmi, nebo prostorová paměť. (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 14-16).

### ***1.1.2 Vývojové aspekty***

Vestibulární systém je ontogeneticky nejstarší senzorickou soustavou. Morfogeneze je dokončena k 49. dni intrauterinního vývoje, neurální spojení mezi labyrinty a okulomotorickými jádry v mozkovém kmeni se objevují mezi 12. a 24. týdnem intrauterinního vývoje. N. VIII je prvním hlavovým nervem, u něhož je dokončena myelinizace (Blayney, 1997).

Při narození je vestibulární systém sice morfologicky kompletní, ale z hlediska funkce pokračuje jeho zrání dále postnatálně. Největší reaktivitu vykazuje mezi 6. a 12. měsícem života. Poté se postupně rozvíjejí centrální inhibiční mechanismy, dozrává mozeček a dochází k centrální vestibulární adaptaci. Tyto změny probíhají nejvýrazněji v předškolním věku. Funkční vývoj vestibulárního systému je dokončen mezi 10 a 14 lety věku (Ornitz et al., 1979; Ornitz, 1983).

Assaiante (2011) popisuje zrání vestibulárního systému v souvislosti s rozvojem chůze. Klíčovou dovedností, které se ovšem dítě učí velmi dlouho, je podle ní dostatečná posturální stabilizace krční páteře a hlavy během lokomoce. Rozlišuje 3 vývojová stadia. První zahrnuje děti ve věku 3 až 6 let. Toto období je charakteristické dostatečnou posturální kontrolou hlavy pouze při chůzi po rovném terénu s normální šíří báze. Druhá fáze odpovídá věku 7 až 8 let, kdy děti disponují dostatečnou posturální kontrolou hlavy při chůzi v náročnějším terénu o zúžené bázi. Třetí fáze nastává až v dospělosti a vyznačuje se dostatečnou posturální kontrolou hlavy ve většině situací.

Bronstein et al. (2004, s. 53-54) uvádějí, že do 6 let věku je schopnost udržet rovnováhu při chůzi zajišťována dominantně vizuálním systémem. Omezení či úplné vyřazení zrakových podnětů vede v tomto období k výraznému snížení rychlosti chůze

až k nutnosti zastavit. To se ovšem skokově změní, neboť v 7 letech nemá omezení vizuálních podnětů již žádný efekt na rychlost chůze. Ve stejném období dochází ke zlepšení posturální kontroly hlavy během lokomoce (Assaiante, 2011), z čehož můžeme usuzovat, že dosažení 7 let představuje důležitý milník, kdy se výrazně zvyšuje význam vestibulárního systému v rámci balančních schopností.

Hadders-Algra (2005) se ve své práci zabývá důvodem častých pádů a balančních nedostatků v batolecím a předškolním věku. Pády podle ní zapříčiňují nedokonalé anticipační schopnosti, jejichž rozvoj je spjat s rozvojem integrace mezi informacemi z vestibulárního, zrakového a somatosenzorického systému. Uvádí, že anticipační schopnosti se sice objevují po šestitýdenní zkušenosti s chůzí, ale konzistentně se vyskytují mnohem později, kolem 4 až 5 let.

## 1.2 Vestibulo-okulární reflex

### 1.2.1 Význam

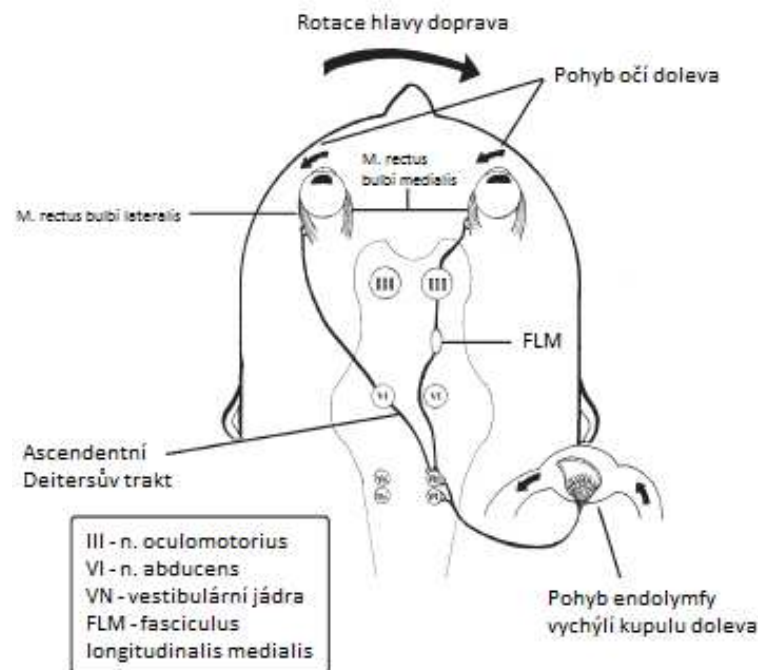
VOR slouží ke stabilizaci retinálního obrazu pozorovaného předmětu navzdory pohybům těla, respektive hlavy. Podílí se tím na udržení zrakové ostrosti, což má význam pro schopnost prostorové orientace. Během lokomoce dochází současně k pohybům hlavy rotačního a translačního charakteru, obvykle ve frekvenčním spektru 0,5 až 7 Hz. Výchyly polohy hlavy jsou ihned korigovány mimovolnými protisměrnými očními pohyby tak, aby nedošlo ke skluzu retinálního obrazu pozorovaného předmětu. Generátorem kompenzačních pohybů očních bulbů jsou vestibulární a vizuální systém. Odpověď zrakového systému se však vyznačuje latencí delší než 70 ms, což je ve většině situací nedostačující, a proto zaujímá dominantní úlohu vestibulární systém, respektive VOR. VOR má dvě složky – rotační, kterou zprostředkovávají polokruhovitě kanálky, a translační, kterou zprostředkovávají otolitové orgány (Bronstein et al., 2013, s. 27; Shippman et al., 2005; Herdman & Clendaniel, 2014, s. 6, 10, 11).

### 1.2.2 Rotační VOR

Rotační vestibulo-okulární reflex (r-VOR) je charakteristický latencí kratší než 15 ms. Jedná se o tři neuronový reflexní okruh: neuron vestibulární části n. VIII. – vestibulární jádra – jádra okoohybných svalů. R-VOR slouží k udržení foveální fixace, tedy zrakové ostrosti, při rotačním pohybu hlavy ve všech rovinách. Při rychlém pohybu

hlavy (nad 1 – 2 Hz) je r-VOR jediným mechanismem, který stabilizuje pohled. Výsledný pohyb očí se udává ve stejné rovině, ale v opačném směru vůči pohybu hlavy (Jeřábek, 2015; Shippman et al., 2005).

Detailní popis reflexního okruhu uvedme na konkrétním příkladu. Při rotaci hlavy vpravo dochází pohybem endolymfy k depolarizaci vláskových buněk pravého laterálního polokruhovitého kanálku a naopak hyperpolarizaci vláskových buněk levého laterálního polokruhovitého kanálku. Aferentní vlákna pravého n. VIII zvýší frekvenci impulzů vysílaných ipsilaterálně do ncl. vestibularis superior, do ncl. vestibularis medialis a do vestibulocerebella. Nervové impulzy jsou dále vedeny do kontralaterálního (levostranného) ncl. abducens a prostřednictvím fasciculus longitudinalis medialis do ipsilaterálního (pravostranného) ncl. oculomotorius. Výsledkem je aktivace ipsilaterálního (pravostranného) musculus rectus bulbi medialis a kontralaterálního (levostranného) musculus rectus bulbi lateralis, zároveň dochází k inhibici antagonistů. Rotace hlavy vpravo tedy vyústí v konjugovaný pohyb očí doleva (Obrázek 3). Při rotaci hlavy vlevo proběhne celý děj opačně (Khan & Chang, 2013).



**Obrázek 3. VOR – schéma (Khan & Chang, 2013, s. 442)**



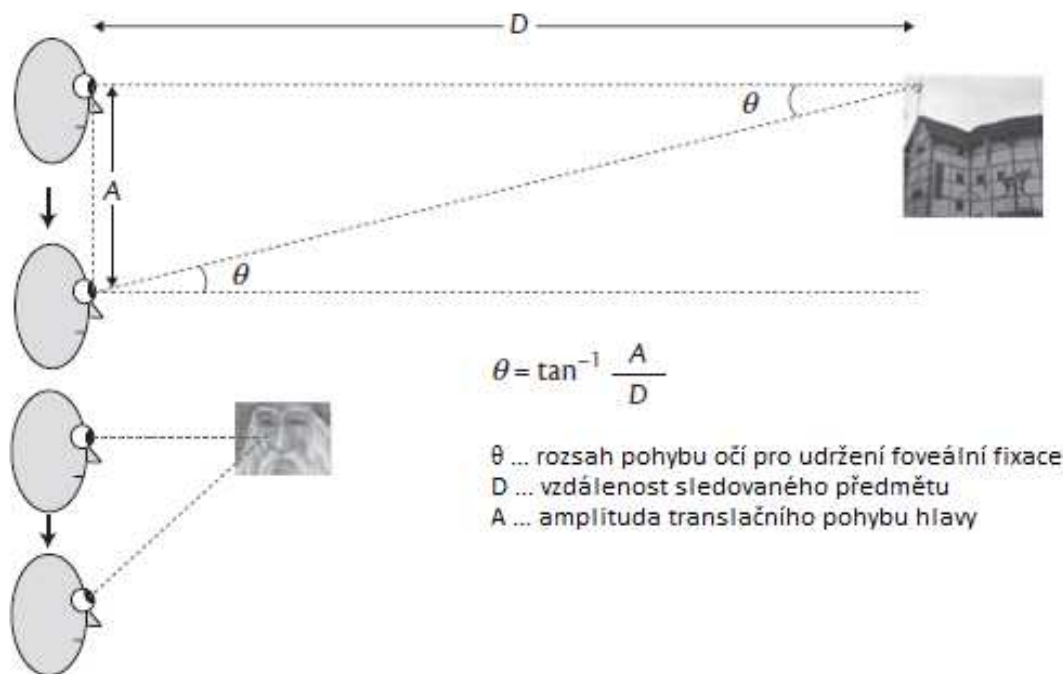
Kontrolní a adaptační úlohu při VOR zastává vestibulocerebellum. Flocullus neustále porovnává rychlost pohybu hlavy a rychlost pohybu očních bulbů. V případě jejich diskrepance přenastaví reflexní okruh – veličinu gain. Dobu trvání VOR upravuje nodulární část mozečku (Herdman & Clendaniel, 2014, s 10).

### **Gain r-VOR**

Gain r-VOR je veličina definovaná jako poměr rychlosti kompenzačního pohybu očí a úhlové rychlosti pohybu hlavy (Čakrt & Truc, 2009, s. 364). Rozlišujeme 2 různé situace. Sledujeme-li tzv. daleký bod, který je u zdravého oka v nekonečnu (není potřeba akomodace), odpovídá rozsah rotace očních bulbů rozsahu rotačního pohybu hlavy. Rychlost těchto pohybů se v optimálním případě shoduje a gain r-VOR se blíží jedné (Bronstein et al., 2013, s. 28). Pokud však sledujeme tzv. blízký bod (nutnost akomodace), rozsah rotace očních bulbů musí být více než o 30 % větší oproti rotaci hlavy, čemuž se přizpůsobuje gain r-VOR – může přesahovat hodnotu 1,5. Důvodem je umístění osy otáčení očních bulbů, jež leží před osou otáčení hlavy (Han et al., 2005).

### **1.2.3 Translační VOR**

Translační vestibulo-okulární reflex (t-VOR) probíhá s latencí 20 až 25 ms a slouží ke koordinaci pohybů očních bulbů při translačním pohybu hlavy. Svoji geometrií se odlišuje od r-VOR a jeho vyšetřování je technicky náročnější. T-VOR se uplatňuje zejména při sledování blízkých objektů, jelikož rozsah pohybu očí nutný pro udržení foveální fixace pozorovaného předmětu ve vzdálenosti 15 cm je více než 10x větší oproti rozsahu pohybu očí při sledování bodu ve vzdálenosti 2 m (Obrázek 4). Z uvedeného vyplývá, že během translačního pohybu hlavy není možné zároveň udržet foveální fixaci blízkého a dalekého bodu (Bronstein et al., 2013, s. 28-30).



**Obrázek 4. Geometrie t-VOR (Bronstein et al., 2013, s. 28)**

### Gain t-VOR

Gain t-VOR je definovaný jako podíl skutečné rychlosti rotace očních bulbů a rychlosti rotace očních bulbů potřebné k udržení foveální fixace. Obvykle nabývá hodnot kolem 0,6. To znamená, že při translačním pohybu hlavy nikdy nedochází k dokonalé stabilizaci retinálního obrázku blízkého bodu na sítnici. T-VOR slouží k orientaci v prostoru, jelikož optimalizuje pohybovou paralaxu, která vzniká během lokomoce – usnadňuje vnímání hloubky a tím odhad vzdáleností mezi jednotlivými objekty (Schneider et al., 2014).

Pohybová paralaxa je optický jev, který vzniká při pohybu pozorovatele a je charakterizovaný rychlostí pohybu obrazů sledovaných objektů po sítnici. Platí, že čím vzdálenější je pozorovaný objekt, tím je pohyb jeho retinálního obrazu pomalejší. V důsledku toho při sledování krajiny z jedoucího vlaku „ubíhají“ bližší předměty rychleji než ty vzdálenější (Janů, 2011, s. 11).

#### 1.2.4 Projevy poruchy VOR při unilaterální periferní vestibulární lézi

Pro akutně vzniklou dysfunkci labyrintu je typické výrazné snížení gain VOR. Při pohybu hlavy k postižené straně klesá tato veličina o 75 % a při pohybu hlavy na opačnou stranu o 50 % (Čákr & Jeřábek, 2017).

Porucha VOR se projevuje obtížemi s orientací a s pohybem v prostoru. Často se vyskytuje vertigo, definované jako iluze pohybu buď sama sebe, anebo svého okolí. Může být přítomen spontánní nystagmus, přecitlivělost na světlo nebo dyskomfort při pohledu na zářivé blikající světlo. Dochází ke snížení DVA a je narušené vnímání vertikality, v důsledku čehož se objevují balanční obtíže, jež mohou vést k pádům (Cohen, 2013; Brennan, 2012).

K uvedeným příznakům se velmi často přidává tzv. vegetativní doprovod, který vzniká kvůli anatomické a funkční spojitosti vestibulárního a autonomního nervového systému. Typickými projevy autonomní dysregulace jsou nauzea, zvracení, ortostatická hypotenze, tachykardie a palpitace, málokdy hypersalivace a hyperhidrosa aker (Nedělka et al., 2007).

Spuštění nebo zhoršení uvedených příznaků je někdy spojeno s „nadměrnou“ optickou stimulací – negativní efekt má zejména dlouhotrvající sledování pohybujícího se objektu/prostředí. Příčinou je pravděpodobně vizuálně-vestibulární senzoričtý konflikt. Někteří autoři používají termíny „vizuální vertigo“ nebo „vizuálně navozená závrať“. Výskyt je popisován u osob, které pro udržování rovnováhy využívají dominantně informace ze zrakového ústrojí („zraková závislost“). Obtíže se objevují například při chůzi mezi regály v supermarketu nebo v přeplněných městských centrech, při sledování pohybujících se předmětů, při práci na počítači nebo při řízení dopravních prostředků na dálnici či v tunelu. Důsledkem je snaha o vyhýbání se těmito situacím, úzkostnost, fobie, u některých pacientů až deprese. Dochází tak k negativnímu ovlivnění kvality života (Van Ombergen et al., 2016).

### ***1.2.5 Statická zraková ostrost ve vztahu k VOR***

#### **Definice a testování SVA**

Statická zraková ostrost (static visual acuity - SVA) je definována jako schopnost nepohybující se osoby vidět ostře nepohybující se objekt. Oblastí maximální zrakové ostrosti je žlutá skvrna (fovea centralis), směrem k periferním částem sítnice se zraková ostrost výrazně snižuje. Testování SVA se využívá k základnímu posouzení funkce zrakového ústrojí. Slouží k tomu tabule s různými druhy optotypů, například Snellenovy optotypy, Pflügerovy háky či Landoltovy kruhy. Hodnotí se jednak vidění na větší vzdálenost („vidění do dálky“) a jednak vidění na kratší vzdálenost („vidění na čtení“) (Liutkevičienė et al., 2016).

## **Poruchy VOR při zrakových abnormalitách**

Udržení ustáleného obrazu okolního prostředí, které chápeme jako základní předpoklad pro rovnovážné funkce, je významně ovlivněno zpracováním vizuálních informací a jejich integrací s vestibulární a somatosenzorickou aferencí. Nejdůležitější spojení mezi zrakovým a vestibulárním systémem představuje VOR, jenž se vztahuje k stabilizaci pohledu. VOR je závislý na stálém bifoveálním retinálním obrazu, a proto jakékoli nekompensované binokulární abnormality jako například fixační disproporce, heteroforie, nedostatky při konvergenci a akomodační konvergenční dysfunkce ovlivňují VOR a jsou spojeny s příznaky vestibulární dysfunkce (vertigo, poruchy rovnováhy). K dekompenzaci zrakové poruchy často dochází při virovém onemocnění, působením některých farmak či působením stresu, v důsledku čehož je narušen VOR (Cohen, 2013, s. 487).

### ***1.2.6 Dynamická zraková ostrost***

#### **Definice a význam**

DVA je definována jako schopnost rozeznat objekt (respektive jeho detaily) za situace, kdy mezi sledovaným objektem a pozorovatelem dochází k relativnímu pohybu. Tedy buď pozorujeme-li za statické situace pohybující se objekt, anebo sledujeme-li stacionární objekt při vlastním pohybu, respektive při pohybu naší hlavy. Ke třetí, kombinované situaci dochází, když sledujeme pohybující se objekt při vlastním pohybu (Burg, 1966).

DVA je spojena s běžnými denními činnostmi více než SVA. Velké nároky na DVA jsou kladeny například při řízení motorových vozidel nebo při sportování (Smither & Kennedy, 2010).

#### **Mechanismy**

DVA je komplexní vizuální dovednost, jež vyžaduje, aby pozorovatel zaznamenal pohybující se objekt, pohybem očí navázal kontakt s daným objektem a rozpoznal podstatné detaily, přičemž vše musí zvládnout v krátkém časovém úseku (Quevedo-Junyent et al., 2011).

Základním předpokladem pro DVA je schopnost konjugovaných očních pohybů, a to jak pomalých, tak rychlých. Pomalé konjugované pohyby očí nám umožňují nepřetržitou foveální fixaci pohybujícího se objektu (uplatňují se při tom plynulé sledovací oční pohyby a pomalá fáze optokinetického nystagmu), a také nepřetržitou

foveální fixaci stacionárního objektu při pohybu hlavy (uplatňuje se VOR). Rychlé konjugované oční pohyby slouží k náhlému přesunu pohledu z jednoho objektu na druhý. Řadí se k nim sakadické pohyby a rychlá fáze optokinetického či vestibulárního nystagmu. Důležitou dovedností pro bilaterální koordinaci očních bulbů je precizní vergence (Bronstein et al., 2004, s. 105).

### **Faktory ovlivňující DVA**

Platí nepřímá úměrnost - se zvyšující se rychlostí pohybu hlavy nebo sledovaného objektu klesá DVA. Naopak větší kontrast sledovaného objektu vůči pozadí vede k lepší DVA (Burg, 1966). Nejlepší DVA zaznamenáváme při pohybu hlavy či sledovaného objektu v transverzální rovině, poté v sagitální rovině a nejnáročnější je pozorování objektu s diagonální trajektorií (Muinos & Ballestros, 2015). Míra korelace mezi DVA a SVA je nízká - navíc je tato korelace popisována pouze při nízkých rychlostech pohybu hlavy či pozorovaného objektu (do 60°/s) (Smither & Kennedy, 2010).

DVA se významně snižuje konzumací alkoholu, přičemž požití množství nehraje roli (Schmäll et al., 2003). DVA je výrazně ovlivněna onemocněními zrakového ústrojí – jejich progresse vede k poklesu DVA (Liutkevičiene et al., 2016).

Burg (1966) uvádí, že muži vykazují nepatrně lepší DVA než ženy. Toto tvrzení však zpochybňuje Quevedo-Junyent et al. (2011), jejichž studie rozdíl v DVA mezi ženami a muži neprokázala.

### **„Aging“**

DVA se nejvíce rozvíjí v období mezi 10. a 20. rokem života (Quevedo-Junyent et al., 2011). Poté se s přibývajícím věkem kvalita vizuálních funkcí zhoršuje - snižuje se rychlost zpracování zrakových podnětů mozkem, snižuje se přesnost sakadických a plynulých sledovacích očních pohybů, zhoršuje se SVA a pokles DVA je ještě výraznější (Muinos & Ballesteros, 2015). Do 50 až 60 let probíhá toto zhoršování pomalým tempem, následně je rychlejší a významnější (Quevedo-Junyent et al., 2011). K nejzřetelnějšímu poklesu DVA dochází při pohybu hlavy v sagitální rovině (Bronstein et al., 2013, s. 125).

Muinos a Ballesteros (2015) uvádějí, že celoživotní sportování má pozitivní vliv na „aging“ DVA a že lidé sportující i ve stáří vykazují lepší DVA než neaktivní senioři.

Na druhu sportu příliš nezáleží. Naproti tomu u mladých sportovců nalézáme značné rozdíly při testování DVA v závislosti na sportovním odvětví.

### **Vliv sportovního tréninku na DVA**

V minulosti bylo provedeno několik studií, které dokazují, že sportovci mají lepší zrakové dovednosti, včetně DVA, než nesportující populace. Týká se to zejména sportů, jež jsou charakteristické nutností okamžité pohybové reakce na náhlý podnět. Jako příklad uveďme míčové sporty (basketbal, baseball, fotbal, americký fotbal, volejbal, vodní pólo či tenis) a bojové sporty (judo či karate) (Quevedo-Junyent et al., 2011; Kaufman et al., 2013; Muinos & Ballesteros, 2015).

Sportovci ve srovnání s běžnou populací disponují výrazně lepší DVA zejména při vysokých rychlostech pohybu hlavy (Kaufman et al., 2013). Dle Sandersona (1981) je DVA u sportovců „velocity resistant“, tedy že neklesá s rostoucí úhlovou rychlostí pohybu hlavy.

Někteří autoři tvrdí, že se jedná o vrozené dispozice, které umožňují sportovcům v jejich odvětví vyniknout. Jiní autoři naopak uvádějí, že hlavním důvodem lepších vizuo-vestibulárních dovedností je pravidelná sportovní příprava. Touto problematikou se zabývali Kun-Yung et al. (2012). Ve své práci zkoumali vliv desetidenního systematického tréninku stolního tenisu na DVA u předtím nesportující populace. Studie se účastnilo 14 vysokoškolských studentů rozdělených náhodně do 2 skupin (trénující/kontrolní). Skupina trénujících zaznamenala statisticky významné zlepšení DVA, což podporuje hypotézu, že sportovní trénink má vliv na DVA.

Quevedo-Junyent et al. (2011) zjišťovali, zda hráči vodního póla z nejvyšší soutěže dosahují lepších výsledků při testování DVA než pólisté účastníci se nižší soutěže. Mezi těmito skupinami nenalezli statisticky významný rozdíl, z čehož usuzují, že pro zlepšení DVA dostačuje systematický trénink menšího rozsahu. Naproti tomu Kaufman et al. (2013) podobně testovali výkonnostní hráče amerického fotbalu, přičemž hráči vyšší úrovně vykazovali mírně lepší výsledky při vyšetření DVA, obzvláště při pohybu hlavy v transverzální rovině.

### **Testování DVA jako ukazatel funkce VOR**

Adekvátní funkce VOR je předpokladem pro udržení DVA v situaci, kdy osoba sleduje stacionární objekt při rychlém pohybu hlavy. Vyšetření DVA proto můžeme využít k nepřímému posouzení funkce VOR (Peters et al., 2013).

Zásadním nedostatkem hodnocení DVA v klinické praxi je absence jednotného, standardizovaného, efektivního a přenosného vyšetřovacího nástroje. Různí autoři se totiž značně liší v provedení a vyhodnocování vyšetření DVA (Smither & Kennedy, 2010).

Původní metodika byla popsána v 80. letech 20. století Longridgem a Mallinsonem, kteří využívali tzv. čtecí test u pacientů s toxickým poškozením vestibulárního aparátu po užití aminoglykosidových antibiotik. Testované osoby měly za úkol rozeznat Pflügerovy háky na tabuli ve vzdálenosti 1,8 m, nejprve za statické situace a poté při pohybu hlavy v transverzální rovině s frekvencí 1 Hz. Dysfunkce vestibulárního systému se projevila neschopností přečíst při pohybu hlavy řádek s optotypy o stejné velikosti jako za statické situace (Longridge & Mallinson, 1984).

Jinou metodiku klinického vyšetření DVA popisuje Shippman et al. (2005). Vyšetřovaný provede předklon hlavy v rozsahu 30°, čímž se laterální polokruhovitě kanálky nastaví přesně do transverzální roviny. V této pozici pacient čte Snellenovy optotypy, které jsou od něj vzdáleny 3 m. Poté je instruován, aby četl tutéž tabuli s optotypy při pohybu hlavy v transverzální rovině s frekvencí 2 Hz, čemuž odpovídá 120 změn směru pohybu hlavy za minutu. Je zásadní, aby vyšetřovaná osoba příliš nezpomalovala či nezastavovala během pohybu nebo při změnách směru pohybu. Rozdíl mezi SVA a DVA 3 a více řádků svědčí pro vestibulární patologii. Tento test DVA je pozitivní u 100 % pacientů s oboustrannou vestibulární lézí a u 88,7 % pacientů s jednostrannou vestibulární lézí.

Obdobnou metodiku používají Bronstein et al. (2013, s. 125), ale zařazují pohyby hlavy ve 3 rovinách (transverzální, sagitální a frontální).

Bronstein et al. (2013, s. 125) a Jeřábek (2015) se shodují na užití přísnějších kritérií oproti těm, které popisuje Shippman et al. (2005) – u zdravého jedince může dojít k poklesu o 1 řádek, pokles o 2 a více řádků znamená vestibulární patologii.

Pro laboratorní testování DVA se používá například InVision System od americké společnosti Neurocom. Systém se skládá z počítačového programu, monitoru a pohybového senzoru, který se umísťuje na hlavu vyšetřované osoby a snímá rychlost a rozsah pohybu hlavy. Nejprve se provádí vyšetření SVA a percepčního času, až poté se přejde k vlastnímu testování DVA při pohybu hlavy v transverzální a sagitální rovině. Vzdálenost vyšetřované osoby od monitoru je variabilní v rozmezí 1,5 m až 3,7 m, přičemž počítačový software dle zadané distance vypočítá odpovídající velikost Pflügerových háků promítaných na monitoru. V nabídce jsou 2 typy vyšetření –

Dynamic Visual Acuity Test (DVAT) a Gaze Stabilization Test (GST). Při DVAT se na obrazovce objevují optotypy, které se zmenšují až do doby, kdy je vyšetřovaný neumí rozlišit. Rychlost pohybu hlavy činí obvykle 60 až 120°/s, u sportovců 150 až 200°/s. GST slouží k určení maximální rychlosti pohybu hlavy, při které je vyšetřovaný schopen rozeznat daný optotyp (Kaufman et al., 2013).

Peters et al. (2013) a Wettstein et al. (2016) zdůrazňují, že pro selektivní vyšetření funkce VOR by pohyby hlavy měly být nepředvídatelné, a proto je výhodnější, aby je prováděl vyšetřující pasivně. Při aktivním pohybu hlavy se totiž mohou uplatňovat anticipační sakadické oční pohyby, jež jsou pro vyšetřujícího téměř nerozpoznatelné, neboť probíhají během pohybu hlavy (nikoli až po dokončení rotace jako „catch-up sakády“ při head impulse testu (HIT)). Pacienti s vestibulární lézí by díky tomuto kompenzačnímu mechanismu dosahovali sice lepších, ale zkreslených výsledků v testu DVA.

### **1.2.7 Vnímání vertikality**

Vnímání vertikality a prostorová orientace jsou umožněny díky integraci informací ze zrakového, somatosenzorického a vestibulárního systému (konkrétně z otolitových orgánů). V klinické praxi se hodnotí vnímání subjektivní vizuální vertikály (SVV), subjektivní haptické vertikály a posturální vertikály (Jeřábek, 2005; Čákrta et al., 2015).

#### **Vnímání subjektivní vizuální vertikály**

Vnímání SVV v porovnání se skutečnou (gravitační) vertikálou je parametrem tonické funkce otolitových orgánů. Do odhadu SVV se promítá též zpracování informací z periferie pomocí vyšších mozkových center (thalamu a vizuálního kortexu). U zdravých jedinců ve statické vzpřímené pozici těla (respektive hlavy) činí náklon SVV maximálně 2°. V poloze na boku s podložením hlavy pomocí polštáře dochází k vychýlení SVV směrem ke spodnímu uchu (průměrně o 13,5° ± 6,6°) (Böhmer & Rickenmann, 1995). V poloze na boku zřejmě ovlivňuje vnímání SVV reakce očních bulbů, které se stočí na opačnou stranu vůči naklonění hlavy – tzv. reakce oční torze (Dyde et al., 2006).

Ačkoliv je v literatuře popsáno, že funkce vestibulárního systému se zhoršují s věkem, vnímání SVV za statické situace dle Čákrta et al. (2015) „agingu“ nepodléhá.



S vnímáním SVV se úzce pojí „perceptual upright“ – „uvědomění si, kde je nahoře“. To je umožněno, stejně jako vnímání verikality, integrací vestibulárních (působení gravitační síly na lidské tělo), vizuálních (vizuální pozadí) a somatosenzorických podnětů (poloha těla – vestoje/v supinaci/na boku). Modifikace či eliminace jednotlivých podnětů ovlivňuje schopnost „rozeznat nahoře“ a tím ovlivňuje schopnost orientace v prostoru (Dyde et al., 2006).

### **Vnímání SVV u pacientů s periferní vestibulární lézí**

U pacientů s jednostrannou dysfunkcí otolitových orgánů se vyskytuje asymetrické postavení očních bulbů v orbitě – na straně léze se oční bulbus nachází níže („skew deviation“). Charakteristické je rovněž stočení obou očí směrem k postiženému vnitřnímu uchu s kraniální složkou (konjugovaná oční torze), a to až o 15°. Následkem tohoto nefyziologického postavení očí dochází k diskrepanci ve vnímání SVV a skutečné vertikály, stejně jako ve vnímání subjektivní vizuální horizontály a skutečné horizontály (Bronstein et al., 2013, s. 65).

Charakteristické je vychýlení SVV směrem k postiženému vnitřnímu uchu o více než 2°, většinou se odchylka pohybuje v rozmezí 5 až 10°. V horizontální poloze těla (v poloze na boku s podložením hlavy pomocí polštáře) je odklon SVV významně větší než u zdravé populace a navíc se vyznačuje asymetrií – odchylka je větší v poloze na boku, kdy je postižené vnitřní ucho vespu (Böhmer & Rickenmann, 1995; Černý et al., 2017).

V dynamické situaci (při rotaci těla kolem sagitální osy, kdy střed otáčení prochází labyrintem, tzv. excentrická rotace) se projeví i diskrétní nerovnováha ve funkci otolitových orgánů (v tomto případě zejména utriculu). Můžeme tak detekovat asymetrii, která za statické situace není patrná. Clarke et al. (2001) provedli studii, jíž se účastnilo 15 pacientů po chirurgické resekci vestibulárního schwannomu (VS), přičemž od termínu operace uplynulo 6 měsíců až 20 let. Za statické situace odpovídalo vnímání SVV normě, ale při dynamické stimulaci došlo k vyjádření jednostranné utrikulární dysafferentace.

### **Testování SVV**

V literatuře je popsáno více způsobů vyšetření SVV. Rozlišujeme testy statické a testy dynamické, jejichž výhodou je sice větší citlivost, ale využívají se málokdy, protože jsou náročné na vybavení. Vyšetření SVV za statických podmínek se provádí

v opticky izotropním prostředí (prostředí, ve kterém nemáme žádné vizuální informace o poloze v prostoru), přičemž vyšetřovaná osoba má za úkol umístit zvolenou pomůcku do přesné vertikály. Často je testování uskutečněno ve tmě, buď pomocí tyče natřené fosforeskující barvou, anebo pomocí speciální aplikace na chytrém telefonu (Černý et al., 2017).

Další možnost pro testování SVV v klinické praxi představuje „bucket method“, která byla popsána Zwergalem a jeho spolupracovníky (2009). Jedná se o finančně nenákladnou a snadno proveditelnou metodu. Vyšetřující umístí kbelík k obličeji vyšetřované osoby tak, aby bylo její zorné pole úplně zakryté, tedy aby byly eliminovány veškeré vnější zrakové podněty. Na vnitřní ploše dna kbelíku je viditelná tmavá linie. Ze zevní strany dna kbelíku je spuštěna olovnice se stupnicí (úhloměrem). Vertikální pozice tmavé linie odpovídá  $0^\circ$ . Samotné testování se provádí tak, že vyšetřující otáčí kbelíkem v dostatečném rozsahu (alespoň  $40^\circ$ ) náhodně ve směru a v protisměru hodinových ručiček, přičemž testovaná osoba má za úkol ohlásit okamžik, kdy vnímá tmavou linii jako vertikálu. Stupnice ukazuje odklon od skutečné vertikály, přičemž zdravý jedinec se neodchýlí o více než  $2^\circ$ . Vyšetření může být provedeno binokulárně či monokulárně.

Výsledná hodnota se vypočítá jako průměr z 6 měření (3 pokusy ve směru a 3 pokusy v protisměru hodinových ručiček). Záporné hodnoty odpovídají přetočení kbelíku (respektive vertikály) od odpovídající pozice, zatímco kladné hodnoty znamenají nedotočení kbelíku (respektive vertikály) do odpovídající pozice (Čakrt et al., 2015).



Obrázek 5. Testování SVV pomocí „bucket method“ (Zwergal et al., 2009, s. 1690)

U pacientů se známou vestibulární poruchou může sloužit vyšetření SVV pomocí „bucket method“ k objektivizaci snížené schopnosti prostorové orientace. Tato metoda však nevykazuje dostatečnou senzitivitu ani specifitu, a proto není vhodná pro detekci vestibulárních poruch (Cohen & Sangi-Haghepeykar, 2013).

## **1.3 Vestibulární rehabilitace**

### **1.3.1 Cíle**

*Cílem rehabilitace je úprava funkčního deficitu pacienta se zřetelem na zlepšení posturální stability, snížení rizika pádu a redukce pocitu závratí a rozostřeného vidění (Čákr & Jeřábek, 2017).*

### **1.3.2 Mechanismy vestibulární kompenzace**

Existují 3 mechanismy úpravy vestibulární poruchy – spontánní úprava funkce, vestibulární adaptace založená na plasticitě CNS a využití náhradních strategií (Čákr & Truc, 2009, s. 364).

#### **Spontánní úprava funkce**

Projevy statické dysbalance při periferní vestibulární lézi obvykle spontánně odeznívají během několika následujících dnů až týdnů. Může k tomu dojít například obnovou funkce aferentních neuronů při vestibulární neuritidě (Bronstein et al., 2013, s. 63-64).

Literární zdroje dále popisují tzv. vestibulární habituaci, která je definována jako snižování intenzity a délky trvání subjektivních vestibulárních reakcí, a to na základě snižování vestibulární dráždivosti. Nižší vestibulární dráždivost je typická pro tanečníky nebo krasobruslaře. Navození vestibulární habituace je možné pomocí rotace, kalorizace nebo optokinetické stimulace (Hahn, 2015, s. 75).

#### **Vestibulární adaptace**

K vestibulární adaptaci dochází na úrovni CNS. Centrální mechanismy zpracování multisenzorických informací jsou totiž částečně pod vědomou kontrolou a jsou modifikovatelné (Hoffer et al., 2011).

Velkou plasticitou se vyznačuje VOR, neboť je schopen adaptace veličiny gain. Tato adaptace je podmíněna optickou fixací a pohybem hlavy, přičemž nejvíce

stimulující je současný pohyb hlavy a pozorovaného předmětu. Pokud dojde k posunu retinálního obrazu sledovaného objektu o rychlosti vyšší než  $2^\circ/\text{s}$ , vzniká „chybový signál“. „Chybový signál“ je rozpoznán v komplexu vestibulárních jader a ve flocculární/paraflocculární části mozečku. CNS reaguje snahou o minimalizaci této chyby, a proto spustí změny v nastavení VOR. Platí, že menší chyba v posunu retinálního obrazu podněcuje mohutnější rekalicaci gain VOR než větší chyba. Na adaptaci gain VOR má vliv také doba expozice „chybovému signálu“, přičemž delší doba způsobí výraznější změny. Stimulace ve specifických podmínkách, například při naklonění hlavy do horizontální polohy, zvyšuje pravděpodobnost dlouhodobého udržení adaptace gain VOR (Hoffer et al., 2011; Herdman & Clendaniel, 2014, s. 20-26; Čakrt & Jeřábek, 2017).

VOR si zachovává schopnost adaptace i při jednostranné hypofunkci labyrintu. Rehabilitace cílená na adaptaci gain VOR je charakteristická postupným nárůstem obtížnosti. Pro upevnění změn gain VOR jsou důležitá období bez stimulace (bez pohybu hlavy a bez optické fixace) – přestávky v tréninku. Gain VOR je lepší během předvídatelného aktivního pohybu hlavy ke straně léze než při nepředvídatelném pasivním pohybu k téže straně. DVA je tedy lepší při aktivních pohybech hlavy, protože se díky schopnosti anticipace uplatňuje korové „předprogramování“ motorických příkazů pro okohybné svaly (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 20-26).

V krátkodobém horizontu dochází k nárůstu gain VOR o 10 až 35 % vůči výchozímu stavu, v dlouhodobém horizontu se zvýší gain VOR až o 66 % vůči výchozímu stavu. Přesto je rozsah adaptace gain VOR nedostatečný, a proto u pacientů s periferní vestibulární lézí gain VOR zůstává nižší a asymetrický, což je zřetelné hlavně při rychlých pohybech k postižené straně. Je potřeba zdůraznit, že musíme počítat s interindividuální variabilitou, neboť míra možné úpravy funkce VOR se mezi lidmi liší (Čakrt & Truc, 2009, s. 364; Herdman & Clendaniel, 2014, s. 24).

Další adaptační mechanismus CNS je umožněn posouzením relevance dostupných multisenzorických informací. Na základě toho jsme schopni adekvátně odhadovat současnou orientaci těla v prostoru (estimace) a předvídat tu budoucí (anticipace). Vytváříme si tak „vnitřní model“, který určuje naše reakce. Nevýhodou uvedených vyšších vestibulárních funkcí oproti vestibulárním reflexům je větší latence, neboť tyto reakce nejsou „pevně zadrátované“. Klíčovou roli hrají zkušenosti (Hoffer et al., 2011).

## **Náhradní strategie**

Při poruše vestibulárního systému stoupá význam cervikálních (proprioceptivních), zrakových a somatosenzorických reflexních okruhů (Herdman & Clendaniel, 2014, s. 12-13).

V šíjové oblasti se nachází velké množství proprioreceptorů, aferentace z nich podmiňuje COR, CSR a CCR. COR se podílí na generování kompenzačních očních pohybů, hlavně při pomalých pohybech hlavy. U zdravých lidí činí tento podíl maximálně 15 %, při vestibulární dysfunkci se zvětšuje až na 25 %. CSR může do určité míry nahradit VSR, neboť působí změny svalového napětí a nastavení končetin. CCR slouží k posturální stabilizaci krční páteře a kontrole hlavy během lokomoce, zejména v sagitální rovině. (Hoffer et al., 2011; Čakrt & Truc, 2009, s. 364).

Zrakový systém se vyznačuje reflexy s latencí kolem 80 ms, které nejsou vhodné pro sledování objektů při pohybu hlavy o frekvenci vyšší než 0,5 Hz. Funkce zrakového ústrojí však mohou být při lézi vestibulárního aparátu facilitovány. Nedostatečný gain VOR při aktivním i pasivním pohybu hlavy může být kompenzován oční sakádou, čímž je minimalizován posun retinálního obrázku a tím udržena zraková ostrost. Při poškození vestibulárního aparátu roste též význam somatosenzorické aferentace (Bronstein et al., 2013, s. 66; Hoffer et al., 2011).

### **1.3.3 Obecné zásady**

Na vestibulární rehabilitaci (VRHB) se podílí multidisciplinární tým (fyzioterapeut, ergoterapeut, optometrista). Nezbytností je respektování individuálních potřeb pacienta. Míra účinnosti VRHB závisí na typu vestibulární poruchy a plasticitě pacientova CNS. Většího efektu dosahuje VRHB u pacientů s periferní vestibulární lézí oproti pacientům s centrální vestibulární lézí a u pacientů s jednostranným periferním postižením oproti oboustranným poruchám. Roli hrají i další faktory jako použitá farmakoterapie, pacientovy komorbidity (zejména neuropatie a zrakové poruchy), úroveň kognitivních funkcí, motivace a sociální zázemí pacienta. VRHB by měla být zahájena co nejdříve po vzniku vestibulární léze a může být realizována individuální nebo skupinovou formou. Při potřebě dlouhodobé VRHB, kdy si pacient cvičí sám v domácím prostředí (po předchozí instruktáži), se doporučuje provádění pravidelných kontrol (alespoň 1x týdně), které pozitivně ovlivňují motivaci a compliance pacientů. Vedle specifických prvků VRHB by mělo být prováděno cvičení pro zlepšování obecné

kondice, jež zkracuje dobu rekonvalescence (Brennan, 2012; Pavlou, 2010; Freeman & Nairne, 1995; Čakrt & Jeřábek, 2017).

Jednotlivé úkoly musí být v takové obtížnosti, která je pro CNS dostatečně stimulující a která vyvolává nezbytné změny. Během terapie může dojít k provokaci mírných vestibulárních příznaků. Příliš velká náročnost terapie, způsobená zejména kombinací více rehabilitačních přístupů, se však může manifestovat nežádoucím nadměrným zhoršením příznaků přetrvávajících několik hodin až několik dní (Hellerstein & Winkler, 2007).

#### ***1.3.4 Rehabilitační programy při unilaterální periferní vestibulární lézi***

VRHB u pacientů s jednostrannou periferní vestibulární lézí se liší dle stadia poruchy. Ve stadiu statické dysbalance (nekompenzovaný periferní vestibulární syndrom), které trvá několik dní, je terapie zaměřená na tlumení spontánního nystagmu. Ve stadiu dynamické dysbalance (kompenzovaný periferní vestibulární syndrom) dominují rehabilitační postupy zvyšující gain VOR a zlepšující posturální stabilitu stoje a chůze (Čakrt & Jeřábek, 2017).

První rehabilitační protokol určený pacientům s projevy vertiga byl vytvořen otorinolaryngologem T. Cawthornem a fyzioterapeutem F. S. Cookseyem na půdě londýnské King's College Hospital v 50. letech 20. století. Jejich systém zahrnuje pohyby očí, hlavy a trupu v různých modifikacích. Úroveň obtížnosti je dávkována pomocí škály subjektivního hodnocení závažnosti příznaků, vznikajících ve spojitosti s cvičením. Mezi výhody tohoto cvičebního protokolu patří jednoduchost a bezpečnost, díky čemuž mohou edukovaní pacienti vybavení letáčkem s popisy jednotlivých prvků (Příloha č. 1) provádět samostatné domácí cvičení. Naopak nedostatkem je absence simultánní somatosenzorické a vizuální stimulace, absence modifikací opěrné báze a malá rozmanitost posturolokomočního zatížení. Přesto se jedná se o nejrozšířenější program VRHB používaný v rámci klinických studií (Freeman & Nairne, 1995; Manso et al., 2016).

Jiný přístup představuje progresivní optokinetická stimulace, pomocí které je možné navodit vestibulární habituaci (Hahn, 2015, s. 75). Snižuje se totiž vnímavost vůči zrakovým podnětům, čímž se naopak zvyšuje význam vestibulární a somatosenzorické (proprioceptivní) percepce a centrálního zpracování (Van Ombergen et al., 2016). Orientace v prostoru a posturální stabilita se stávají méně závislými na zrakových podnětech. Zařazení optokinetické stimulace do VRHB je

vhodné zvláště pro zmírnění projevů „vizuálního vertiga“ u osob s chronickou periferní vestibulární lézí - ke zlepšení stavu dochází u 50 až 80 % pacientů. Provádí se buď prostřednictvím jednoduchých nástrojů (například Bárányho optokinetického bubnu), anebo moderních technologií (například programů na DVD, virtuální reality) (Pavlou, 2010; Manso et al., 2016).

Dalším přístupem ve VRHB je kognitivně behaviorální terapie, která vede k vytvoření náhradních strategií (Čakrt & Jeřábek, 2017).

V současnosti se rozšiřuje modifikovaný vestibulární trénink s vizuo-vestibulární zpětnou vazbou (vizuo-vestibulární biofeedback). Pacient je nejprve vyšetřen na posturografické plošině, kde je zjištěn typ rovnovážné poruchy. Poté se přechází k nácviku, jehož podstatou je pohyb vlastního těžiště dle obrazců zobrazovaných na monitoru. Výhodou je možnost porovnávání výsledků jednotlivých cvičebních jednotek v čase - sledování pokroku (Hahn, 2015, s. 78).

Několik výzkumníků se zaměřuje na vývoj „balanční protézy“. Funguje na principu převedení informací, které jsou za normálních okolností registrovány vestibulárním aparátem, na vibrotaktilní podnět. Tímto podnětem je stimulován trup, hlava nebo jazyk (Pavlou, 2010).

Závěrem je nutno poznamenat, že účinnost a bezpečnost VRHB sice byla klinickými studii potvrzena, ale existuje jen málo prací zaměřených na porovnání jednotlivých rehabilitačních programů. Není proto jasné, jaká forma VRHB je nejefektivnější (Manso et al., 2016).

### ***1.3.5 Optovestibulární rehabilitace***

Vestibulární systém je anatomicky a funkčně těsně propojen se zrakovým systémem. Proto je výhodné se v rámci VRHB zaměřit též na optimalizaci vizuálního vstupu. V praxi to znamená snahu o ovlivnění binokulárních funkcí a kvality zpracování zrakových vjemů, stejně jako respektování refrakčních vad a defektů zorného pole. Někteří autoři používají termín optovestibulární rehabilitace (Brennan, 2012; Manso et al., 2016).

Optovestibulární rehabilitace má 4 hlavní cíle (Mejia, 2008):

- 1.) zlepšit základní dovednosti zrakového systému (plynulé sledovací oční pohyby, sakadické oční pohyby)

- 2.) zaměřit se na zrakovou ostrost (čtení a rozlišování tvarů) a periferní vidění (zaznamenávání objektů na okraji zorného pole), zlepšit motorickou kontrolu a motorické plánování očních pohybů (trénink provokované okulomotoriky)
- 3.) rozvíjet binokulární schopnosti (akomodační a vergenční schopnosti)
- 4.) zlepšit vizuo-vestibulární integraci - rozvíjet funkce binokulárního systému v kontextu dynamiky (VOR, suprese VOR, atd.)

Brennan (2012) rozděluje průběh optovestibulární rehabilitace na 3 etapy – monokulární fáze, binokulární fáze a fáze vizuo-vestibulární interakce. Klade důraz na stupňování obtížnosti terapie a popisuje některé možnosti (Tabulka 1). V podstatě se jedná o zhoršování podmínek, ve kterých probíhá trénink zrakových dovedností. Jednotlivé modalitty mohou být různě kombinovány, přičemž nejobtížnější podmínky nastávají při současném pohybu těla, hlavy a očí v prostředí s optokinetickou stimulací.

Vizuální pozadí	kontrastní, jednobarevné, bez rušivých elementů → postupné přidávání statických rušivých elementů → pohyb vizuálního pozadí (optokinetická stimulace)
Vizuální okolí	využití optického prizmatu (skleněný hranol, který rozkládá dopadající světlo → narušení zrakového vnímání → habituace)
Poloha/pohyb těla	sed → stoj → modifikace stoje → chůze → modifikace chůze
Pohyb hlavy	ne → ano (modifikace rychlosti, směru a rozsahu pohybu hlavy)
Somatosenzorický vstup	postupné snižování množství somatosenzorických podnětů (např. využitím měkké podložky)

**Tabulka 1. Stupňování obtížnosti optovestibulární rehabilitace (Brennan, 2012, s. 71)**

### Optometristická intervence

Cohen (2013) upozorňuje, že v některých případech je klíčem ke zlepšení vestibulárních funkcí (například adaptace gain VOR) odstranění byť mírné poruchy zrakového ústrojí. VRHB se tak nepřímo účastní oftalmolog nebo optometrista, který v případě nutnosti pacientovi předepíše odpovídající optickou korekci pomocí brýlových či kontaktních čoček. Z hlediska funkce VOR je zásadní úprava anisometropických vad (nestejná refrakční vada mezi oběma očima).



Dle Brennana (2012) mají však pacienti s vestibulární dysfunkcí zhoršenou schopnost adaptace ke změnám parametrů brýlových či kontaktních čoček. Tyto intervence mohou zpočátku dokonce zhoršit vestibulární příznaky, a proto je třeba postupovat opatrně a trpělivě.

## 1.4 Vestibulární schwannom

*Vestibulární schwannom je nezhoubný intrakraniální nádor vyrůstající ze schwannových buněk vestibulární části n. VIII v místě, kde se centrální část nervu s myelinem z oligodendrocytů mění na periferní nerv s myelinem ze schwannových buněk* (Krejčí & Mercelová, 2012, s. 223).

VS je nejčastějším nádorem zadní jámy lební. Jeho incidence je 0,78-1,15/100 000 obyvatel/rok. Převážně se vyskytuje u lidí nad 40 let věku (Zvěřina, 2010). Mortalita činí 0,4 %. Diagnostika se provádí dominantně pomocí magnetické rezonance (Linkov et al., 2017).

### 1.4.1 Klasifikace

#### Typ

Rozlišujeme VS cystické, které jsou tenkostěnné a leží na periférii vnitřního zvukovodu, a solidní, které jsou tlustostěnné a leží uprostřed vnitřního zvukovodu (Wu et al., 2016).

#### Rychlost růstu

Dle rychlosti růstu dělíme nádory na stacionární, pomalu rostoucí a rychle rostoucí. Rychlost růstu VS se může s časem měnit (Krejčí & Mercelová, 2012).

#### Velikost a šíření

K určení velikosti VS se používá jeho maximální rozměr v milimetrech. Měří se na snímcích z magnetické rezonance jako délka podélné osy tumoru v mostomozečkovém koutu (MMK) (Wu et al., 2016).

Existují čtyři hlavní klasifikační systémy (Tabulka 2). Sterkersova a Houseova klasifikace rozděluje tumory dle velikosti. Naopak Samiiiova klasifikace je založena na umístění VS, respektive na jeho vztahu k ostatním anatomickým strukturám (na jeho šíření). Koosova klasifikace kombinuje oba přístupy (Wu et al., 2016).

Velikost tumoru (největší rozměr naměřený v MMK)	Sterkersova klasifikace	Houseova klasifikace	Koosova klasifikace	Samiiova klasifikace	Popis tumoru
0 (intrakanalikulární)	Tube type	Intra- canalicular	Grade I	T1	intrameatální, intrakanalikulární šíření
≤ 10 mm	Small	Grade I (Small)	Grade II	T2	šší se směrem k MMK
≤ 15 mm		Grade II (Medium)		T3a	vyplňuje MMK
≤ 20 mm	Mild			Grade III (Moderately large)	Grade III
≤ 30 mm		Large	Grade IV (Large)		
≤ 40 mm	Huge			Grade V (Giant)	Grade IV
> 40 mm					

**Tabulka 2. Hlavní klasifikační systémy (Wu et al., 2016, s 236)**

### 1.4.2 Příznaky

Klinické příznaky jsou variabilní, závisí na velikosti a šíření VS. Nejčastěji dochází k útlaku některé části n. VIII proti vnitřnímu zvukovodu. Sluchová část n. VIII reaguje na mechanický tlak mnohem citlivěji než jeho vestibulární část, a proto jsou prvotními symptomy jednostranná částečná až úplná ztráta sluchu, tinnitus a pocit tlaku v uchu. Pokračující expanze nádoru může utlačovat další hlavové nervy a způsobovat sekundární příznaky, například změny citlivosti a poruchy hybnosti v oblasti obličeje (poškození V. či VII. hlavového nervu), změny ve vnímání chuti, obtíže s polykáním nebo chrapot. Nádory velikosti kolem 2 cm dosahují až k mozkovému kmeni. Nádory

větší než 4 cm mohou způsobit nitrolební hypertenzi, v extrémních případech až *conus occipitalis*. Tato komplikace může být smrtelná (Linkov et al., 2017; Hahn, 2015, s. 82; Krejčí & Mercelová, 2012).

### **Příznaky vyvolané poškozením vestibulární části n. VIII**

Vzhledem k tomu, že VS roste mnohdy velmi pomalu a že vestibulární systém disponuje značnými kompenzačními schopnostmi, nebývají si pacienti vědomi rovnovážných obtíží. Přesto při podrobnějším vyšetření zjišťujeme u většiny z nich lehkou závrativost, respektive nejistotu při stoji nebo chůzi ve tmě a nejistotu při rychlých pohybech (Hahn, 2015, s. 82-83).

Low Choy et al. (2017) ve své studii vyšetřili 18 pacientů s diagnostikovaným malým VS (<12 mm) a výsledky porovnali s kontrolním souborem zdravých lidí stejného věku. U pacientů s VS byly patrné obtíže s posturální stabilitou – rovnovážné problémy při stoji o úzké bázi na měkké podložce se zavřenými očima, pomalejší chůze při současném odvedení pozornosti, obtížnější chůze se současnými pohyby hlavy, problémy při zdolávání překážek a při chůzi do schodů. Dále se u nich projevila porucha okulomotoriky, respektive VOR – 22 % pacientů s VS mělo pozitivní HIT a 50 % z nich selhalo při testu DVA, kdy jako patologie byl hodnocen rozdíl mezi SVA a DVA o 3 a více řádků. Test DVA mohl být u pacientů s VS falešně negativní kvůli mechanismům vestibulární kompenzace (například posílení COR či využití kompenzačních očních sakád). I přes uvedené odchylky od normy však pacienti s malým VS nevykazují vyšší riziko pádů než jejich vrstevníci.

#### **1.4.3 Léčba**

Cílem moderních přístupů v léčbě VS je dosažení co nejvyšší kvality života. Proto se klade důraz na snížení mortality, snížení morbidity a zachování neurologických funkcí. Současným trendem je multidisciplinární spolupráce (Wu et al., 2016).

Výběr léčebné strategie je individuální. Závisí na velikosti, typu, šíření a rychlosti růstu VS, na věku a zdravotním stavu pacienta, na sluchové funkci postiženého i druhostranného ucha a na přání pacienta (Piazza et al., 2003; Wu et al., 2016).

Existují 3 terapeutické možnosti – pozorování, stereoradiochirurgie a chirurgická resekce tumoru. Při chirurgické resekci se volí mezi třemi operačními přístupy –

retrosigmoideálním, translabyrinthálním a subtemporálním (Piazza et al., 2003; Wu et al., 2016).

Doporučení se mezi jednotlivými autory liší. Krejčí a Mercelová (2012) uvádějí, že při velikosti VS do 25 mm se v indikovaných případech provádí jeho ozáření pomocí Leksellova gama nože, větší tumory jsou řešeny klasickým neurochirurgickým zákrokem s cílem kompletního odstranění nádoru. Dle Linkova et al. (2017) je chirurgická resekce doporučována u velkých tumorů, zatímco pro VS do velikosti 15 mm jsou možná všechna 3 řešení. Wu et al. (2016) popisují, že pro malé primární sporadické tumory je celosvětově přijímána koncepce „wait and scan“ (čekat a průběžně vyšetřovat), v ostatních případech se provádí chirurgická resekce. Radioterapie je podle nich doporučována méně a méně – provádí se zejména v případech, kdy je chirurgická resekce kontraindikována.

#### **1.4.4 Komplikace po chirurgické resekcí VS**

Chirurgická resekce VS s sebou nese riziko vzniku pooperačních komplikací. Zvěřina (2010) upozorňuje, že pooperační přerušování n. VIII způsobuje trvalou ztrátu sluchu, jelikož n. VIII má omezené regenerační schopnosti, neboť se chová jako výběžek mozku.

V pooperačním období často pacienti trpí prolongovanými bolestmi hlavy a poruchami rovnováhy. Může být porušen n. VII, v důsledku čehož vzniká paréza. Jeho trvalé poškození je však vzácné. Zřídka je při operaci poškozen VI. hlavový nerv, což vede k diplopii. Výjimečně může dojít k cévní mozkové příhodě (Linkov et al., 2017).

Významnou komplikací je únik mozkomíšního moku, který zvyšuje pooperační morbiditu, včetně rizika vzplanutí meningitidy až smrti. Dle Copelanda et al. (2015) se únik mozkomíšního moku během prvního pooperačního měsíce vyskytuje u 9,8 % pacientů.

V dlouhodobém horizontu se u některých pacientů snižuje kvalita života. V dotazníkové studii provedené s odstupem několika let od operace VS udávalo 35 % respondentů obtíže při řízení automobilu a 50 % operovaných si stěžovalo na problémy při sportování (zmiňován byl tenis a golf) (Inoue et al., 2001).

## **Faktory ovlivňující výskyt pooperačních komplikací**

Bowers et al. (2016) prokázali ve své retrospektivní studii jasnou a očekávatelnou souvislost mezi velikostí VS a poškozením n. VII. Pro hodnocení funkce n. VII použili House-Brackmannovu škálu (1 – normální funkce n. VII; 6 – plegie n. VII). Skóre 5 nebo 6 bylo zaznamenáno u 10,7 % pacientů s nádorem menším než 1 cm, u 20 % pacientů s nádorem v rozmezí 1 až 2,5 cm a u 32 % pacientů s nádorem větším než 2,5 cm.

Pooperační únik mozkomíšního moku se vyskytuje ve zvýšené míře u lidí s vyšším body mass indexem (BMI). U pacientů s nadváhou (BMI 25 až 29,9) k úniku dochází 2,5krát častěji, u obézních (BMI 30 až 39,9) třikrát častěji a u morbidně obézních (BMI nad 40) dokonce šestkrát častěji. Důvodem je zřejmě zvýšení výchozího nitrolebního tlaku. Svůj podíl na vysokém nitrolebním tlaku může mít abnormálně vysoká hladina estrogenů, jež jsou produkovány tukovou tkání, případně obstrukční spánková apnoe způsobující vazodilataci mozkových cév (Copeland et al., 2015).

Zkoumaným rizikovým faktorem je věk. Piazza et al. (2003) a Bowers et al. (2016) se však shodují, že pacienti starší 65 let nevykazují více pooperačních komplikací než mladší věkové skupiny. Rozdíly našli pouze v častějším pooperačním výskytu poškození n. VII u pacientů starších 65 let, nicméně do jednoho roku od operace se u většiny z nich funkce tohoto nervu upravuje. Naopak pooperační bolesti hlavy mají pacienti starší 65 let méně často. Ideální léčbou velkých VS u starší populace je podle nich úplná excize tumoru klasickou neurochirurgickou cestou, a to bez zvýšeného rizika pooperačních komplikací.

### ***1.4.5 VRHB u pacientů po chirurgické resekci VS***

V pooperačním období se objevuje akutní vestibulární symptomatika – dominujícími příznaky jsou vertigo, nauzea a posturální instabilita. Důležitou roli v rámci vestibulární kompenzace zaujímá VRHB. Program VRHB by měl být individualizovaný a zahrnuje trénink okulomotoriky, nácvik stabilizace retinálního obrazu při pohybu hlavy, nácvik posturální stability stoje a základních balančních mechanismů, nácvik chůze. Rychlost úpravy funkcí vestibulárního systému je ovlivněná věkem, interními, psychiatrickými a neurologickými komorbiditami, eventuálně předoperační aplikací ototoxického gentamicinu (Čada et al., 2016; Kalitová, 2017).

## 2 CÍLE A HYPOTÉZY

### 2.1 Cíle

Cílem experimentální části naší práce je posoudit funkci VOR u pacientů s diagnostikovaným VS v období těsně před jeho resekci. Z literatury vyplývá, že tito pacienti jen málokdy udávají obtíže související s poškozením vestibulární části n. VIII. U mnoha z nich je důvodem pomalý růst VS v kombinaci se značnými kompenzačními schopnostmi vestibulárního systému (Hahn, 2015, s. 82-83). Několika výzkumným skupinám (Low Choy et al., 2017; Batuecas-Caletrio et al., 2013) se však při podrobnějším vyšetření podařilo u části pacientů s VS prokázat odchylky ve funkci vestibulárního systému, včetně poruch funkce VOR. S těmito studiemi chceme naše výsledky konfrontovat.

Dalším cílem je zhodnotit úroveň kompenzace funkce VOR u pacientů indikovaných k resekci VS v časném pooperačním období, které je vymezené prvním dnem po podstoupení chirurgického zákroku a dnem ukončení hospitalizace. Jedná se o dobu, během níž probíhá odborně vedená a intenzivní VRHB.

V neposlední řadě jsme se pokusili posoudit, zda objektivně zjištěný stav vestibulárního systému před resekci VS ovlivňuje průběh vestibulární kompenzace, respektive rychlost úpravy funkce VOR, v časném pooperačním období. Dle prací Uehary et al. (2011) a Batuecas-Caletria et al. (2013) potřebují pacienti s lepšími výsledky v předoperační kalorické zkoušce delší čas pro pooperační kompletní vestibulární kompenzaci, zatímco pacientům s vyššími hodnotami indexu stranové dráždivosti to trvá kratší dobu.

Ke zhodnocení funkce VOR u našich probandů jsme zvolili 3 typy vyšetření. Sledovali jsme schopnost vnímání SVV, která je odrazem tonické funkce otolitových orgánů. Dále jsme posuzovali DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině, kdy hraje zásadní roli kvalita aferentace z laterálních polokruhovitých kanálků. V neposlední řadě jsme mezi sledované parametry zařadili výsledky kalorické zkoušky, jež dominantně posuzuje diskrepanci mezi reaktivitou pravého a levého laterálního polokruhovitého kanálku. Zajímalo nás jednak, u jak velké části našich probandů nalezneme v uvedených testech odchylky od definované fyziologické normy, jednak zda mezi výsledky jednotlivých vyšetření existuje souvislost a jednak zda má VRHB prováděná v časném pooperačním období vliv na úpravu těchto parametrů.

## 2.2 Hypotézy

Na základě rešerše odborných literárních zdrojů jsme stanovili následující hypotézy:

### **Hypotéza 1 (H1):**

Před operací koreluje velikost odchylky SVV s mírou poruchy DVA.

### **Hypotéza 2 (H2):**

Časně po operaci se odchylka SVV významně zvětší, v dalším období se bude postupně upravovat a při dimisi bude významně menší.

### **Hypotéza 3 (H3):**

Výsledky kalorické zkoušky před operací mají vliv na pooperační průběh kompenzace VOR, vyjádřený postupnou normalizací ve vnímání SVV.

### 3 METODIKA

#### 3.1 Charakteristika souborů pacientů

Díky spolupráci s Klinikou otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole jsme mohli zařadit do naší studie pacienty indikované k resekci VS různé velikosti. Nábor probandů jsme prováděli od ledna 2017 do ledna 2018. V daném období jsme sledovali 29 pacientů, kteří souhlasili s účastí v naší studii. Posléze bylo 5 pacientů vyřazeno, a to z důvodu pooperačních komplikací či kvůli problémům při organizaci vyšetření v běžném nemocničním provozu. Hypotéza 1 byla testována na 24 probandech. Pro hypotézu 2 jsme použili soubor 19 probandů, u nichž jsme provedli kompletní sadu vyšetření vnímání SVV v určených fázích hospitalizace, díky čemuž jsme mohli hodnotit změny tohoto parametru v čase. Hypotézu 3 jsme ověřili pouze na 14 probandech, neboť u ostatních nebyly dostupné výsledky předoperační kalorické zkoušky nebo hodnoty náklonu SVV před dimisí. Základní charakteristika souborů pacientů pro jednotlivé hypotézy je popsána v Tabulce 3, podrobné údaje obsahuje Příloha č. 2.

		Hypotéza 1	Hypotéza 2	Hypotéza 3
<b>Počet pacientů</b>		24	19	14
<b>Věk (průměr±SD)</b>		49±10 (33-66)	49±11 (33-66)	50±11 (33-66)
<b>Pohlaví</b>	muži	11	9	7
	ženy	13	10	7
<b>Strana léze</b>	dx.	9	6	4
	sin.	15	13	10
<b>ITG (gentamicin)</b>	ne	19	15	13
	ano	5	4	1
<b>Velikost (mm; průměr±SD)</b>		19±6 (10-33)	18±5 (10-27)	18±5 (10-26)
<b>Koosova klasifikace</b>	grade II	4	3	1
	grade III	8	7	7
	grade IV	12	9	6

Tabulka 3. Charakteristika souborů pacientů pro jednotlivé hypotézy

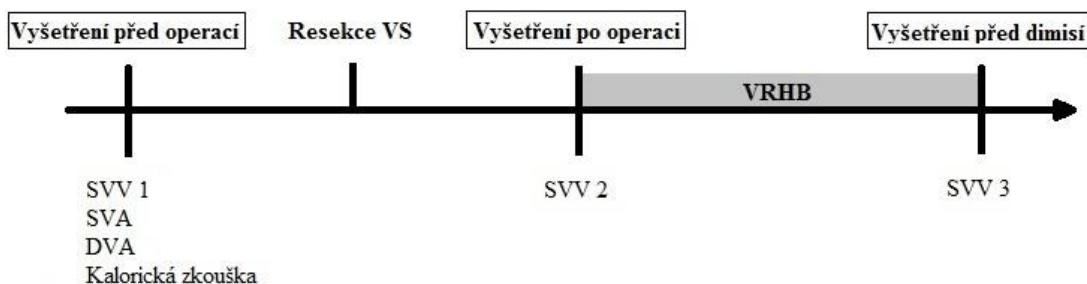


### 3.2 Vyšetření

Pacienti byli vyšetřováni ve 3 obdobích. První vyšetření bylo nejrozsáhlejší, jelikož zahrnovalo testování SVV (SVV 1), SVA a DVA. U všech pacientů proběhlo po přijetí k hospitalizaci - 1 nebo 2 dny před naplánovaným termínem operace. V rámci předoperačního lékařského vyšetření byla navíc u našich probandů provedena kalorická zkouška, jejíž výsledky byly též zahrnuty do našeho výzkumu.

Druhé vyšetření následovalo co nejdříve po resekci VS a zároveň ještě před zahájením VRHB. Většina pacientů ho absolvovala na jednotce intenzivní péče patřící ke Klinice otorinolaryngologie a chirurgie hlavy a krku 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Fakultní nemocnice v Motole. V tomto období jsme sledovali jediný parametr, a to SVV (SVV 2).

Rovněž třetí vyšetření bylo zaměřeno jen na testování SVV (SVV 3) a uskutečnilo se těsně před dimisí. Tou dobou měli všichni pacienti za sebou minimálně týdenní individualizovaný program VRHB, který se skládal z tréninku okulomotoriky, nácviku stabilizace retinálního obrazu při pohybu hlavy, nácviku posturální stability stoje a jeho modifikací (bez biofeedbacku/s biofeedbackem - terapie s využitím vizuální zpětné vazby realizované systémem Homebalance) a nácviku chůze a jeho modifikací.



**Obrázek 6. Časová osa jednotlivých vyšetření**

Celé testování ve všech fázích hospitalizace probíhalo vsedě na židli. Vyšetření před operací (včetně edukace) trvalo maximálně 10 minut, vyšetření po operaci a před dimisí (včetně edukace) ne déle než 5 minut. Pacienti mohli vyšetřování kdykoli přerušit, délka pauz odpovídala individuálním potřebám.

Naším původním záměrem bylo testovat SVA, respektive DVA rovněž po operaci a před dimisí, nicméně pro pacienty to bylo příliš zatěžující a nepříjemné, a proto jsme od toho ustoupili. Při pasivním pohybu hlavy komplikovala vyšetření zejména bolestivost v okolí operační rány a pacienty udávané vertigo a nauzea. Navíc se

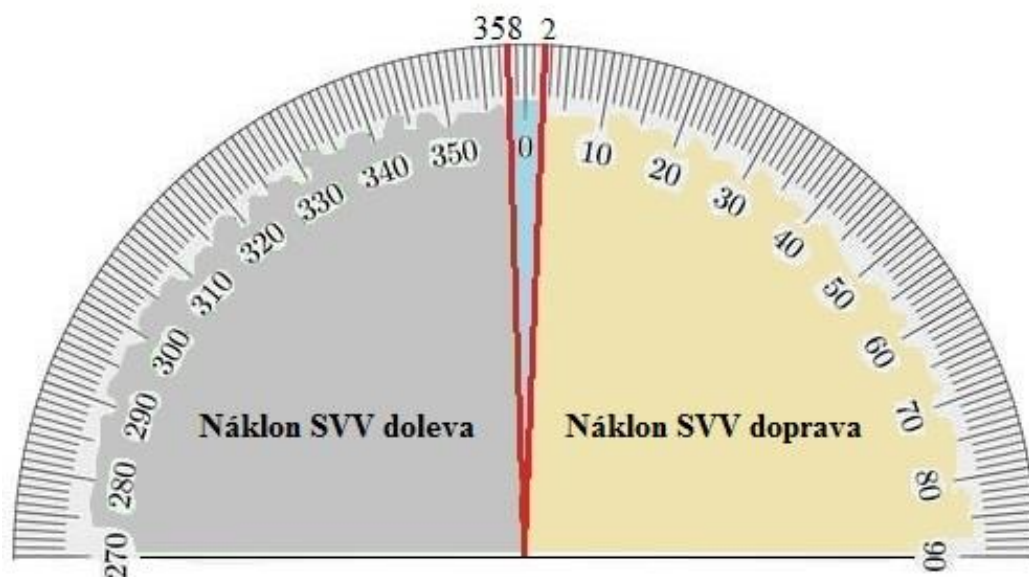
během pooperačního období u části pacientů manifestovala paréza n. VII. Došlo k postižení mimických svalů kolem oční štěrbině, lagoftalmu a vysychání oka, čímž byly výsledky testování jak SVA, tak DVA výrazně ovlivněny.

### 3.2.1 Vyšetření SVV

Vyšetření SVV slouží k posouzení tonické funkce otolitových orgánů. Ve statické vzpřímené pozici těla (respektive hlavy) vypovídá odchylka ve vnímání SVV v porovnání se skutečnou (gravitační) vertikálou o více než  $2^\circ$  o snížené schopnosti prostorové orientace (Böhmer & Rickenmann, 1995; Cohen & Sangi-Haghpeykar, 2013).

V rámci naší studie byl prováděn statický test SVV představený Zwergalem a jeho spolupracovníky (2009), nazvaný „bucket method“. Zvolili jsme binokulární variantu. Pozice pacienta při vyšetření je vsedě na židli bez opory o zádivou opěrku. Před zahájením vlastního měření byl probandovi vždy nejprve vysvětlen postup, který je detailně popsán v kapitole 1.2.7 (str. 25).

Výstupem vyšetření je jedna numerická hodnota, která se vypočítá jako průměr z 6 měření (3 pokusy ve směru a 3 pokusy v protisměru hodinových ručiček). Námí používanou stupnicí pro zaznamenání náklonu SVV znázorňuje Obrázek 7. Norma je charakterizována rozmezím  $360^\circ$  až  $358^\circ$ , respektive  $0^\circ$  až  $2^\circ$  (modrá výseč). Hodnoty od  $2^\circ$  do  $90^\circ$  (u našich probandů od  $2^\circ$  do  $10^\circ$ ) znamenají nadměrný náklon SVV doprava (béžová výseč), zatímco hodnoty v rozmezí  $358^\circ$  až  $270^\circ$  (u našich probandů  $358^\circ$  až  $348^\circ$ ) znamenají nadměrný náklon SVV doleva (šedá výseč).



Obrázek 7. Stupnice pro zaznamenávání náklonu SVV

### 3.2.2 Test DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině

Vyšetření DVA se využívá k nepřímému posouzení funkce VOR (Peters et al., 2013). Velkým nedostatkem hodnocení DVA v klinické praxi je absence jednotného standardizovaného vyšetřovacího protokolu (Smither & Kennedy, 2010). V naší studii jsme používali vyšetřovací postup prezentovaný v diplomové práci Mgr. Pavlína Rezlerové s názvem „Vyšetření dynamické zrakové ostrosti u zdravých jedinců“ (2017).

Před zahájením vlastního měření byl probandovi nejprve vysvětlen postup obou částí vyšetření a poté byl každý proband se zrakovou vadou vyzván k použití odpovídající optické korekce pomocí brýlových čoček. Vždy bylo zajištěno dostatečné osvětlení ve vyšetřovací místnosti.

Při testování seděl pacient na židli opřený o zádovou opěrku. Ve vzdálenosti 30 cm od očí držel oběma rukama Jägerovu tabulku s optotypy, která slouží k vyšetřování zrakové ostrosti na blízko (Obrázek 8). Z každé strany se na ní nachází 4 odstavce s postupně narůstající velikostí písma. Jsou označené jako Číslo 1. až Číslo 8 (Příloha č. 3 a Příloha č. 4).



**Obrázek 8. Pozice testované osoby při vyšetření DVA (archiv autorky)**

V první části vyšetření jsme hodnotili binokulární SVA. Za fyziologické situace by měla testovaná osoba nahlas plynule přečíst odstavec Číslo 1., přičemž by se neměla

dopouštět žádných chyb. Pokud to našemu probandovi činilo obtíže, vyzvali jsme ho ke čtení odstavce Číslo 2., eventuálně postupně dalších odstavců s větší velikostí písma. Dosaženou hodnotu SVA jsme zapsali do tabulky.

Ve druhé části vyšetření jsme hodnotili binokulární DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině. Vyšetřující osoba stála za zády pacienta tak, aby mohla uchopit oběma rukama jeho hlavu ve spánkové oblasti a šetrně s ní pohybovat. Na důležitost správně prováděného pasivního pohybu hlavy při vyšetření DVA, který zabrání nežádoucím anticipačním sakádám a tím zkreslení výsledků, upozorňují ve svých pracích Peters et al. (2013) a Wettstein et al. (2016). Pro udržení konstantní frekvence pohybu hlavy 1 Hz jsme použili mobilní aplikaci „Metronome Beats“, kde jsme nastavili tempo 120 „beats per minute“. Při každém úhuzu se hlava nacházela v krajní pozici. V rámci jedné periody urazila hlava vzdálenost střední poloha → rotace 30° vpravo (krajní pozice) → střední poloha → rotace 30° vlevo (krajní pozice) → střední poloha. Z uvedeného vyplývá, že rychlost pohybu hlavy byla přibližně 120°/s. Za těchto podmínek jsme pobídli pacienta k hlasitému čtení odstavce z Jägerovy tabulky, který odpovídal jeho SVA. Pacient měl za úkol číst jinou část textu (o několik řádků níže) než v první fázi vyšetření, aby nemohl uplatnit svou paměť. Pokud to nedokázal, vyzvali jsme ho ke čtení odstavce s větší velikostí písma až do doby, kdy četl text plynule a bez chyb. Dosaženou absolutní hodnotu DVA jsme zapsali do tabulky vedle SVA.

Třetím a nejdůležitějším parametrem, který jsme tímto vyšetřením získali, byla relativní DVA. Vypočítali jsme ji jako rozdíl mezi absolutní hodnotou DVA a dosaženou SVA. Použili jsme označení  $\Delta$  DVA. Pokud se  $\Delta$  DVA rovná 2 nebo více, jedná se o vestibulární patologii (Bronstein et al., 2013; Jeřábek, 2015).

### **3.2.3 Kalorická zkouška**

Kalorická zkouška je považována za zlatý standard vyšetření vestibulárního labyrintu. Zevní zvukovod je vyplachován vodou o různé teplotě, přičemž je nejvíce stimulován laterální polokruhovitý kanálek. Výsledkem vyšetření je index stranové dráždivosti dle Jongkeese. Jedná se o rozdíl reaktivity levého a pravého labyrintu v procentech. Významný je rozdíl nad 25 %, závažný klinický dopad má rozdíl nad 50 % (Černý et al., 2017).

Data z kalorického vyšetření našich probandů, které se konalo v rámci předoperačního lékařského vyšetření, nám poskytnul MUDr. Zdeněk Čada, Ph.D.

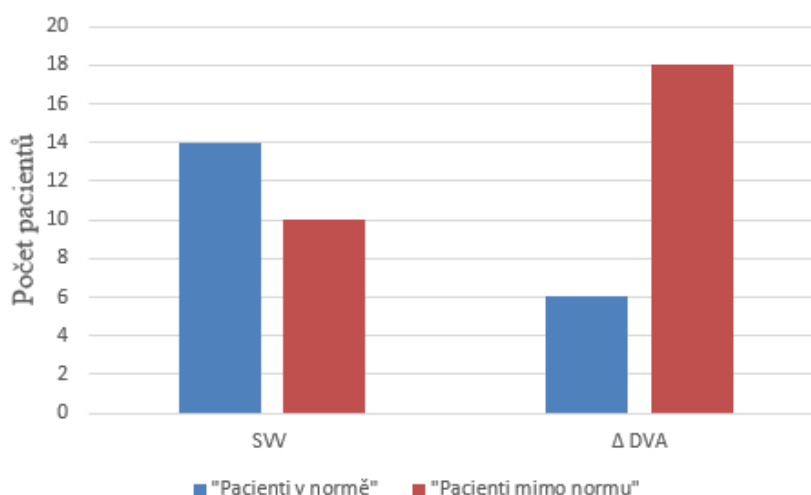
### **3.3 Statistické zpracování dat**

Naměřená data byla statisticky zpracována v programu Microsoft Office Excel 2013 a v programu Statistica 12. Pro korelační analýzu (H1 a H3) byl vytvořen korelační diagram („Scatterplot“). K ověření správnosti výsledků byl vypočítán neparametrický Spearmanův koeficient. Dynamika SVV (H2) byla testována pomocí analýzy rozptylu ANOVA - neparametrického Friedmanova testu. K ověření správnosti výsledků byl vypočítán Kendallův koeficient konkordance. Pro grafické zobrazení byl vytvořen krabicový diagram. Hladina statistické významnosti byla dosažena při  $p \leq 0,05$ .

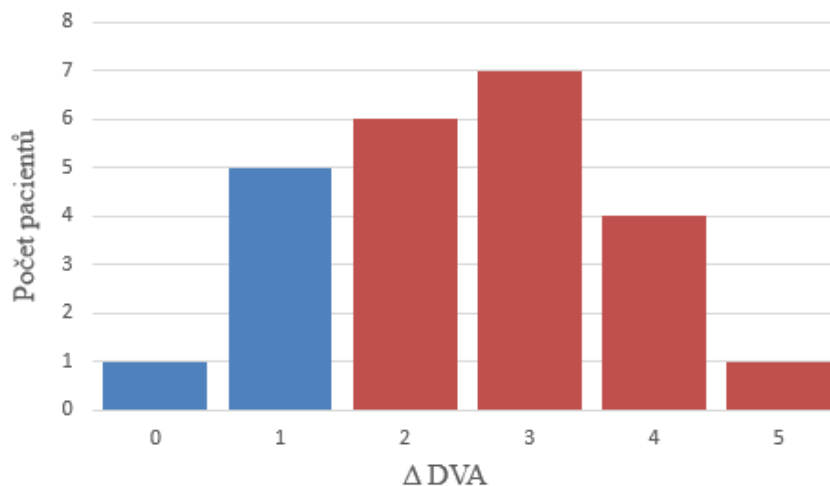
## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Souvislost mezi náklonem SVV a $\Delta$ DVA před operací

Pro vnímání SVV je definována fyziologická norma – maximální odchylka dosahuje  $2^\circ$  na pravou či levou stranu (rozmezí  $360^\circ$  až  $358^\circ$ , respektive  $0^\circ$  až  $2^\circ$ ). Fyziologické hodnoty  $\Delta$  DVA činí 0 nebo 1. V předoperačním období se v normě pro SVV nacházelo 58,3 % pacientů, zatímco v normě pro  $\Delta$  DVA bylo jen 25 % pacientů (Obrázek 9). Rozložení dosažených výsledků v testu DVA znázorňuje Obrázek 10.

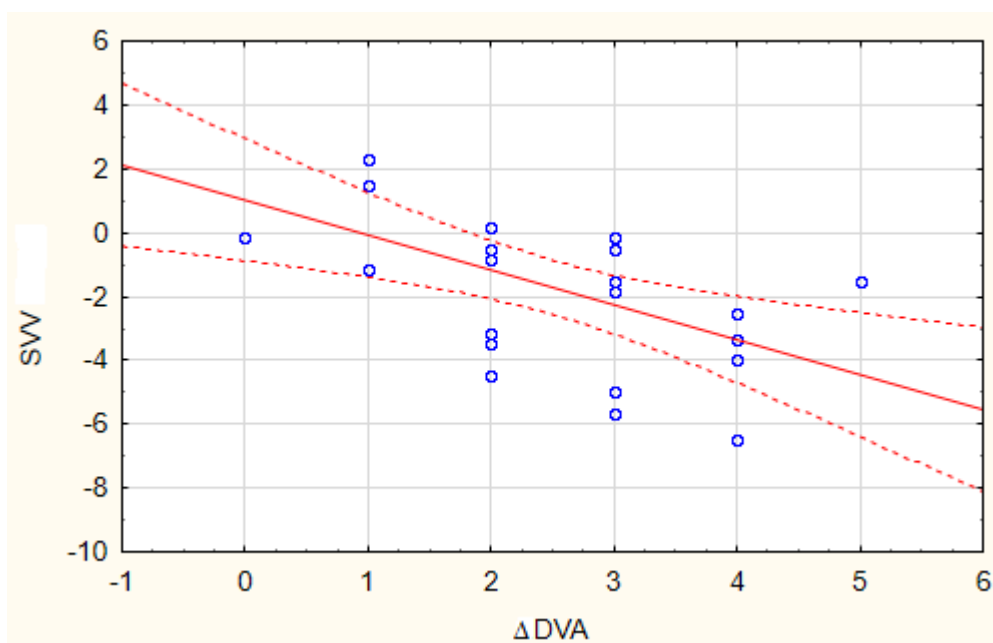


Obrázek 9. Graf počtu pacientů odpovídajících fyziologické normě SVV/  $\Delta$  DVA



Obrázek 10. Graf rozložení hodnot  $\Delta$  DVA – fyziologické jsou zobrazeny modře, patologické červeně

Mezi velikostí odchylky SVV a mírou poruchy DVA v předoperačním období byla prokázána statisticky významná korelace ( $p < 0,05$ ), neboť  $p$  činí 0,0035 (Obrázek 11). Spearmanův koeficient pořadové korelace nabývá -0,62. Hypotéza 1 tedy byla potvrzena.

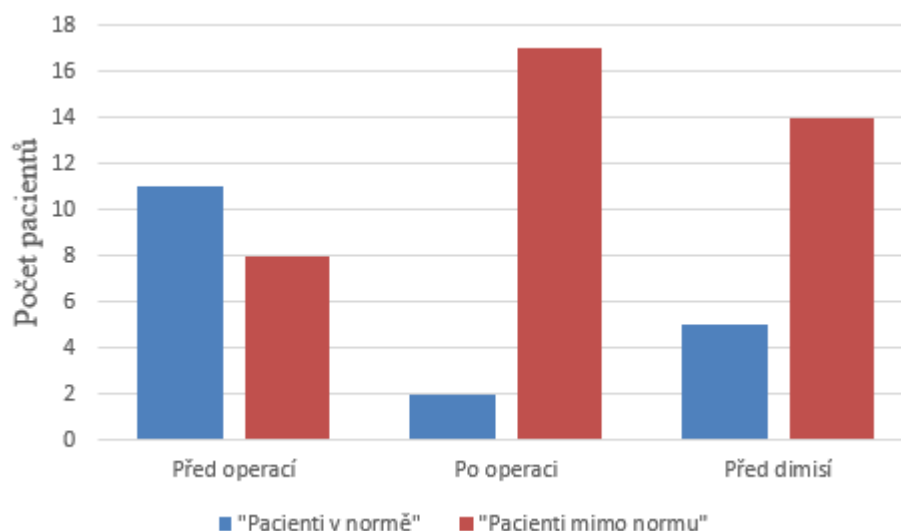


**Obrázek 11. Korelační diagram – míra poruchy DVA a velikost odchylky SVV v předoperačním období**

## 4.2 Dynamika SVV

Měření náklonu SVV v období před operací, časně po ní a před dimisí bylo provedeno u 19 pacientů. Z toho 15 pacientů vykazovalo náklon SVV ke straně léze a 4 ke zdravé straně.

V předoperačním období splňovalo fyziologickou normu pro odchylku SVV 57,9 % pacientů, po operaci pouze 10,5 % a před dimisí 26,3 % (Obrázek 12). U jediného pacienta, kterému byl aplikován gentamicin, nedošlo k náklonu SVV o více než  $2^\circ$  během žádné fáze hospitalizace. Naopak u 7 pacientů byl naměřen náklon SVV větší než  $2^\circ$  ve všech sledovaných obdobích.



**Obrázek 12. Graf počtu pacientů splňujících/nesplňujících fyziologickou normu pro vnímání SVV v jednotlivých fázích hospitalizace**

Při úpravě výsledků do korigovaných hodnot, kdy není uvažován směr náklonu SVV, ale pouze velikost odchylky, byla registrována největší odchylka SVV od skutečné vertikály o velikosti  $12^\circ$ , a to v období po operaci. Největší rozptyl naměřených hodnot jsme zaznamenali v období po operaci. Medián i průměrné hodnoty SVV byly v době po operaci a před dimisí mimo fyziologickou normu. V době před operací dosahoval průměr hraniční hodnoty  $2^\circ$  a medián fyziologickou normu splňoval, neboť měl  $1,5^\circ$  (Tabulka 4).

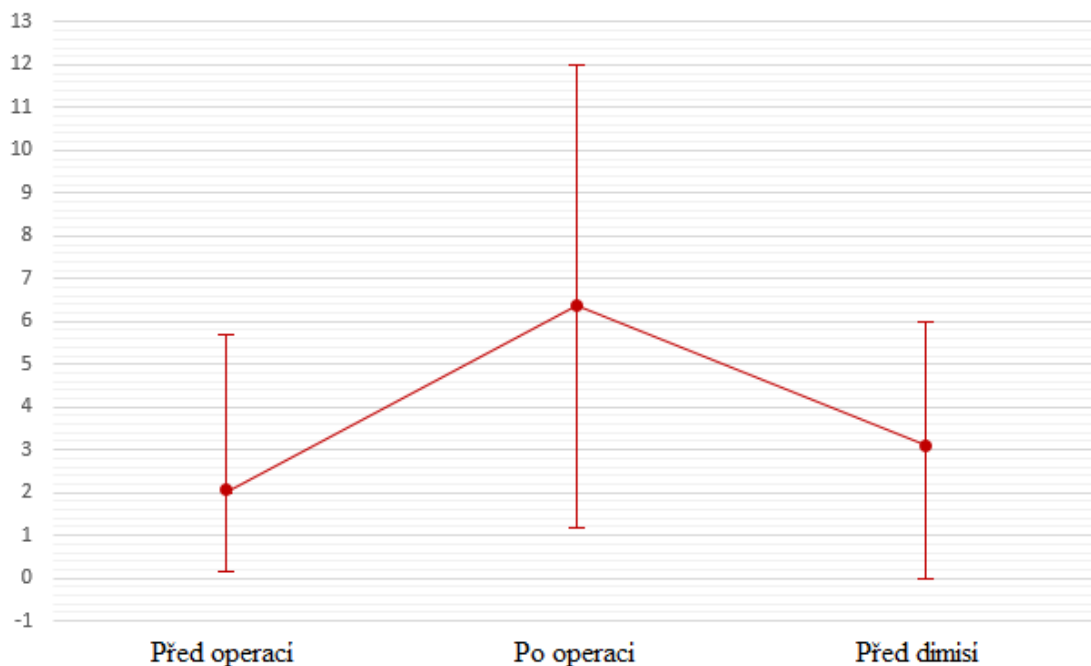
	Průměr $\pm$ SD	Medián	Minimum	Maximum
Před operací	$2,0^\circ \pm 1,8^\circ$	$1,5^\circ$	$0,2^\circ$	$5,7^\circ$
Po operaci	$6,4^\circ \pm 2,8^\circ$	$7,2^\circ$	$1,2^\circ$	$12,0^\circ$
Před dimisí	$3,1^\circ \pm 1,8^\circ$	$3,0^\circ$	$0,0^\circ$	$6,0^\circ$

**Tabulka 4. Základní statistické parametry SVV - korigované hodnoty**

Vývoj průměrného náklonu SVV ve sledovaných obdobích znázorňuje Obrázek 13. Byl prokázán očekávaný trend, protože před operací nabýval tento parametr u našich probandů hodnoty  $2,0^\circ \pm 1,8^\circ$  SD, po operaci se zvětšil na  $6,4^\circ \pm 2,8^\circ$  SD a poté se do dimise postupně upravoval až na  $3,1^\circ \pm 1,8^\circ$  SD. Je zřejmé, že před ukončením hospitalizace nebylo dosaženo výchozí průměrné odchylky.

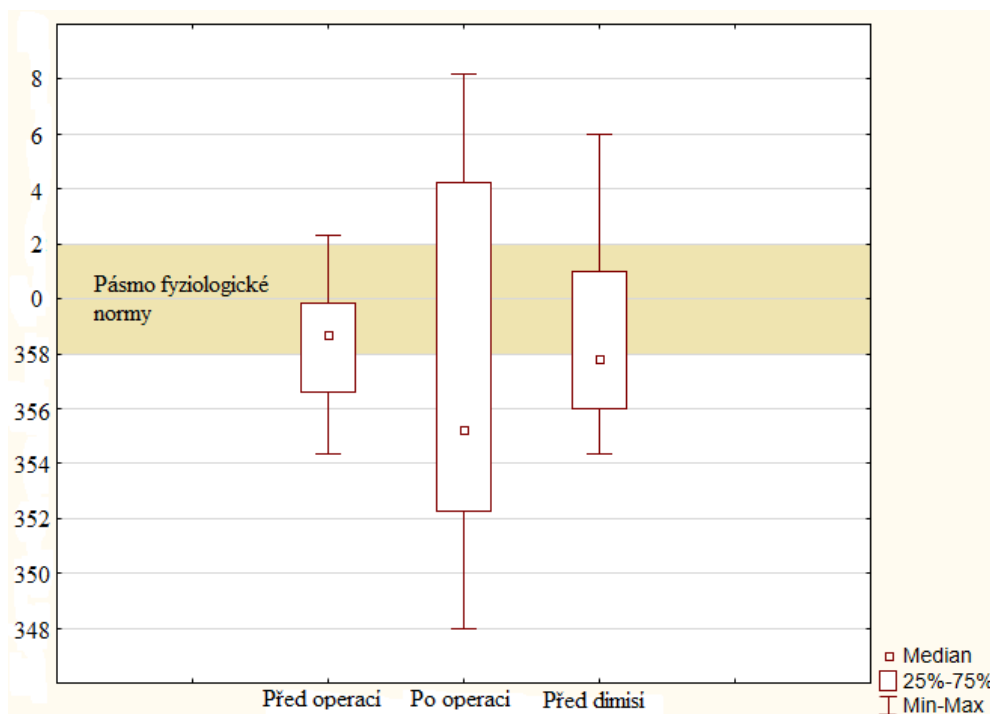


Při podrobnějším zkoumání jsme však zjistili, že 2 pacienti vykazovali jinou tendenci oproti všem ostatním a při závěrečném vyšetření u nich byla naměřena odchylka SVV o více než  $1,5^\circ$  menší v porovnání s jejich výchozí hodnotou.



**Obrázek 13: Graf vývoje odchylky SVV ( $^\circ$ , korigované hodnoty) v jednotlivých fázích hospitalizace – červené body znázorňují průměr, svislé úsečky znázorňují rozptyl s vyznačenými maximálními a minimálními hodnotami**

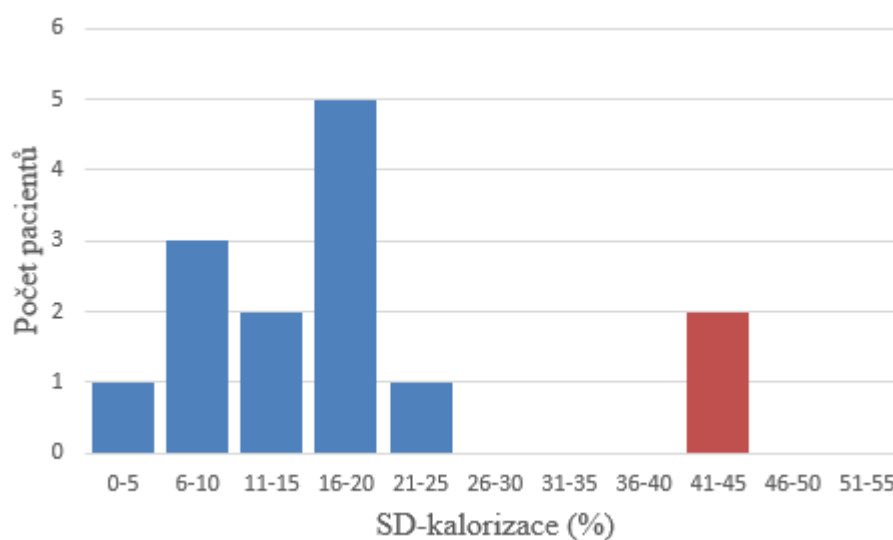
Dynamiku SVV v nekorigovaných hodnotách, které respektují směr náklonu SVV, znázorňuje Obrázek 14. Je patrný očekávaný trend, tedy že v období po operaci se medián zvětšuje a před dimisí opět klesá, nicméně mezi žádnými 2 sledovanými obdobími nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ( $p=0,8539$ ), který by potvrzoval hypotézu 2.



Obr. 14: Graf vývoje odchylky SVV (°, nekorigované hodnoty) v jednotlivých fázích hospitalizace

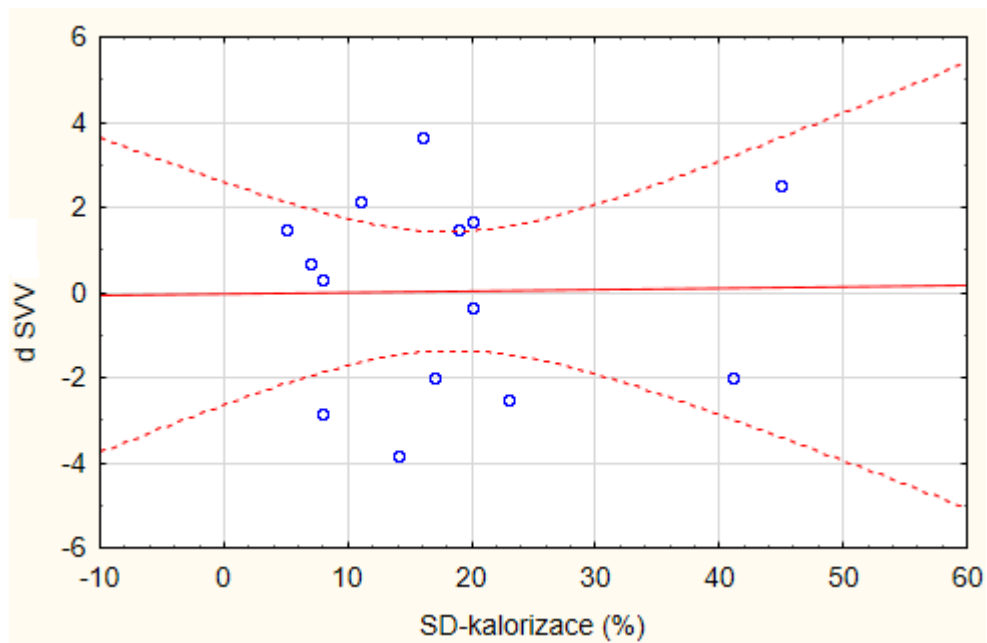
### 4.3 Vliv předoperační kalorizace na pooperační kompenzaci SVV

Předoperační kalorická zkouška byla provedena u 14 pacientů. Rozložení dosažených výsledků znázorňuje Obrázek 15.



Obrázek 15. Graf rozložení indexu stranové dráždivosti v kalorické zkoušce – červeně je zobrazen významný rozdíl v reaktivitě labyrintů

Mezi výsledky kalorické zkoušky v předoperačním období a mírou kompenzace vnímání SVV v době dimise nebyla prokázána statisticky významná korelace ( $p < 0,05$ ), neboť  $p$  činí 0,9546 (Obrázek 16). Spearmanův koeficient pořadové korelace nabývá 0,04. Hypotéza 3 tedy nebyla potvrzena.



**Obrázek 16. Korelační diagram – index stranové dráždivosti v kalorické zkoušce a pooperační úprava SVV (rozdíl SVV 3 a SVV 1)**

## 5 DISKUZE

V období před chirurgickou resekci VS jsme u našich probandů hodnotili funkci obou složek VOR. Měřili jsme schopnost vnímání SVV, která je porušená při tonické otolitové dysfunkci a vztahuje se k t-VOR. Vyšetřovali jsme rovněž DVA, jež jsme převáděli na  $\Delta$  DVA a tím hodnotili funkci r-VOR. Jelikož jsme zvolili test DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině, jednalo se o vyšetření laterálních polokruhovitých kanálků.

Ačkoliv velká část pacientů s diagnostikovaným VS příznaky vestibulární patologie anamnesticky neudává (Hahn, 2015, s. 82-83), zjistili jsme, že 41,7 % probandů nesplňovalo fyziologickou normu pro vnímání SVV a ještě více, přesně 75 %, vykazovalo poruchu DVA.

K velice podobným závěrům došli ve své studii Low Choy et al. (2017), kteří testovali DVA u 18 pacientů s VS (<12 mm), přičemž 50 % z nich jeví známky poruchy funkce r-VOR. Naše výsledky jsou dobře porovnatelné, neboť Low Choy et al. zvolili obdobný vyšetřovací protokol – u testovaných osob prováděli pasivní pohyby hlavou v transverzální rovině v tempu 120 změn směru pohybu za minutu. Lišili se však vymezením patologického skóre - to stanovili na  $\Delta$  DVA 3 a více. V naší studii jsme za vestibulární patologii považovali  $\Delta$  DVA 2 a více, jak doporučovali Bronstein et al. (2013), Jeřábek (2015) a Rezlerová (2017). Pokud bychom naši hranici korigovali podle Low Choye et al., získali bychom naprosto stejné výsledky, neboť v testu DVA by neuspělo 12 našich probandů, tedy 50 %.

Batuecas-Caletrio et al. (2013) měřili předoperační náklon SVV u 24 pacientů s VS a zjistili, že poruchu zrakového vnímání vertikality vykazuje pouze 12,5 % pacientů, a to nezávisle na velikosti tumoru. Všimli si, že pacienti splňující fyziologickou normu pro SVV se často blíží velikosti náklonu  $2^\circ$  ke straně léze, což považují za důsledek probíhající vestibulární kompenzace. Jako průměrnou hodnotu SVV udávali  $1,25^\circ \pm 1^\circ$  SD. Oproti našemu souboru probandů tedy získali lepší výsledky, protože při statistickém zpracování korigovaných hodnot SVV (není uvažován směr náklonu SVV, ale pouze velikost odchylky) jsme vypočítali průměr SVV v předoperačním období  $2^\circ \pm 1,8^\circ$  SD.

Na základě poznatku, že u některých pacientů indikovaných k operaci VS nacházíme poruchu vnímání SVV a DVA, jsme definovali hypotézu 1. Podařilo se nám

prokázat souvislost mezi mírou funkce, respektive dysfunkce t-VOR a r-VOR v předoperačním období, a to při  $p=0,0035$ . V našem souboru vykazovalo normální DVA 6 probandů, přičemž 5 z nich splňovalo též normu pro vnímání SVV a šestý se do ní nevešel jen o  $0,3^\circ$ . V odborné literatuře nebyla publikována žádná podobná studie, s níž bychom mohli naše výsledky konfrontovat.

V další části naší práce jsme posuzovali úroveň kompenzace VOR v časném pooperačním období, kdy probíhá intenzivní individualizovaná VRHB. Jedná se o dobu vymezenou prvním dnem po podstoupení chirurgického zákroku a dnem ukončení hospitalizace. Za tímto účelem jsme sledovali vývoj náklonu SVV v čase – měření SVV proběhlo před operací, po operaci a před dimisí. Do souboru 19 pacientů jsme zahrnuli 4 pacienty, kterým byl předoperačně aplikován ototoxický gentamicin. Vycházeli jsme ze závěrů diplomových prací Markvartové (2015) a Holé (2016), podle kterých nebyl prokázán statisticky významný rozdíl v průběhu vestibulární kompenzace u skupiny pacientů s aplikací gentamicinu a bez ní.

U pacientů s periferní vestibulární lézí typicky registrujeme náklon SVV směrem k postiženému vnitřnímu uchu (Böhmer & Rickenmann, 1995). U 4 probandů jsme však odhalili náklon SVV ke zdravé straně, a to ve všech sledovaných obdobích. Batuecas-Caletrio et al. (2013) popisují, že časně po resekci VS dochází k náklonu SVV ke straně léze a poté se v rámci vestibulární kompenzace odchylka upravuje a může dojít až k její deviaci na opačnou, tedy zdravou stranu. Tohoto jevu si ve své studii všimli též Goto et al. (2003), kteří vyšetřili vnímání SVV u 33 pacientů v různě dlouhém odstupu od operace VS, přičemž 4 z nich vykazovali náklon SVV ke zdravé straně (průměrná hodnota SVV  $-1,1^\circ \pm 0,8^\circ$ ;  $n=4$ ). Nicméně to nevysvětluje naše výsledky.

Při převedení námi naměřených výsledků do korigovaných hodnot (není uvažován směr náklonu SVV, ale pouze velikost odchylky) můžeme charakterizovat jednotlivá sledovaná období následovně: před operací činil průměrný náklon SVV  $2,0^\circ \pm 1,8^\circ$  SD, přičemž 57,9 % probandů splňovalo fyziologickou normu. Po operaci došlo ke zvětšení průměrného náklonu SVV na  $6,4^\circ \pm 2,8^\circ$  SD, normální hodnoty vykazovalo jen 10,5 % probandů. Po druhém vyšetření byla zahájena VRHB a při závěrečném testování jsme zaznamenali snížení průměrné hodnoty náklonu SVV na  $3,1^\circ \pm 1,8^\circ$  SD, normální hodnoty SVV jsme naměřili u 26,3 % probandů. Výchozí průměrné hodnoty však nebylo před ukončením hospitalizace dosaženo, což značí, že do dimise neproběhla kompletní kompenzace VOR. Takový vývoj jsme očekávali, neboť byl různými studii opakovaně popisován.

Jak již bylo uvedeno, námi zkoumaný soubor zahrnoval i pacienty s náklonem SVV ke zdravé straně, a proto jsme pro statistické zpracování výsledků provedli analýzu rozptylu nekorigovaných hodnot SVV. Ačkoliv předpokládaná dynamika ve vnímání SVV byla dobře patrná, mezi žádnými 2 sledovanými obdobími nebyl prokázán statisticky významný rozdíl ( $p=0,8539$ ). Hypotézu 2 se nám tak nepodařilo potvrdit.

Chtěli bychom zde zmínit, že při podrobném rozboru změn náklonu SVV v čase u jednotlivých probandů jsme zaregistrovali několik výrazných odlišností. Jeden pacient splňoval normu pro vnímání SVV ve všech fázích hospitalizace, přičemž průměrná velikost jeho odchylky SVV byla  $0,9^\circ$ . Dále jsme si všimli, že 2 pacienti se lišili průběhem vestibulární kompenzace oproti všem ostatním, neboť při závěrečném vyšetření u nich byla naměřena odchylka SVV o více než  $1,5^\circ$  menší v porovnání s jejich výchozí hodnotou.

Poslední část naší práce se soustředila na otázku, zda lze z výsledků předoperační kalorické zkoušky vyvodit průběh vestibulární kompenzace v době po operaci. Pro testování hypotézy 3 jsme disponovali nejméně početným souborem pacientů ( $n=14$ ). Míru úpravy funkce VOR jsme hodnotili prostřednictvím náklonu SVV, kdy jsme vypočítali rozdíl mezi velikostí odchylky v době před dimisí a předoperačními hodnotami. V indexu stranové dráždivosti dle Jongkeese bylo dosaženo průměrně  $18\% \pm 12\% \text{ SD}$ . Černý et al. (2017) uvádějí, že hranice, od níž považujeme rozdíl ve stranové reaktivitě labyrintu za významný, se rovná  $25\%$  - tuto hranici přesahovali pouze 2 probandi. Rozdíl nad  $50\%$ , charakteristický závažným klinickým dopadem, jsme nezaznamenali u žádného probanda. To mohlo být důvodem, proč jsme souvislost mezi předoperační kalorizací a mírou kompenzace VOR ve formě náklonu SVV u našich probandů neprokázali ( $p=0,9546$ ).

K odlišnému závěru totiž došli Batuecas-Caletrio et al. (2013), kteří ve své práci popisují, že pacientům s lepším výsledkem v předoperačním kalorickém testu trvalo delší dobu, než došlo k normalizaci ve vnímání SVV po operaci. Jejich studie však trvala déle, protože prováděli testování v jiných obdobích - 1 týden po operaci a dále 1, 3 a 6 měsíců po operaci. Výrazným rozdílem oproti naší studii byla průměrná hodnota indexu stranové dráždivosti  $50\% \pm 46\% \text{ SD}$  ( $n=24$  pacientů). Uehara et al. (2011) souvislost mezi výsledkem předoperační kalorizace a rychlostí vestibulární kompenzace také prokázali, a to na souboru 38 pacientů při devítiměsíčním sledování.

Hlavním limitem našeho výzkumu byl malý počet probandů. Původně se zařazením do studie souhlasilo 29 pacientů indikovaných k operaci VS, ale z důvodu častých pooperačních komplikací a problémů při organizaci vyšetření v běžném nemocničním provozu jsme si museli vystačit s 24 probandy pro hypotézu 1, s 19 probandy pro hypotézu 2 a s pouhými 14 probandy pro hypotézu 3. Je nutno poznamenat, že námi citované studie měly též relativně malý počet probandů (rozmezí 12 až 38). Dalším nedostatkem byla krátká doba monitorování průběhu vestibulární kompenzace.

Značný přínos by měla navazující studie, ve které by byla hodnocena funkce VOR prostřednictvím sady testů v delším časovém odstupu od operace. Mohly by tak být upřesněny dílčí poznatky, jež jsou dostupné v současné odborné literatuře. Goto et al. (2003) a Batuecas-Caletrio et al. (2013) se shodují, že k normalizaci vnímání SVV za statické situace dochází nejdéle do 6 měsíců od operace VS. Jiný vývoj však nastává při dynamickém testování vnímání SVV, kdy se dle Clarka et al. (2001) projeví i diskrétní jednostranná periferní dysfunkce vestibulárního systému, respektive otolitových orgánů, až několik let po chirurgické resekci VS. Low Choy et al. (2006) uvádějí, že rovněž porucha DVA perzistuje u mnoha pacientů (v jejich studii u 67 %, n=12) i po několika měsících od chirurgické resekce VS.

Přetrvávající deficit ve funkci VOR přitom dlouhodobě snižuje kvalitu života. Inoue et al. (2001) provedli dotazníkovou studii, ve které 35 % operovaných pacientů v odstupu několika let přiznalo obtíže při řízení automobilu a 50 % z nich uvedlo problémy při sportování, přičemž zmiňovali například tenis nebo golf. Není náhoda, že se jedná o činnosti, které kladou velké nároky na DVA (Smither & Kennedy, 2010).

Rozšíření znalostí o schopnosti vestibulární kompenzace by mohlo vést k vytvoření dlouhodobého rehabilitačního programu indikovaného pacientům po operaci VS se sníženou kvalitou života. V současné době je VRHB v období po propuštění z nemocnice dostupná jen zřídka (Low Choy et al., 2006).

Dále by bylo vhodné se podrobněji zabývat časováním vyšetření DVA v pooperačním období. Původně jsme chtěli toto testování zařadit do naší studie, ale po zkušenostech nabytých s několika pacienty jsme od toho ustoupili. Časně po operaci komplikovala vyšetření DVA zejména bolestivost v okolí operační rány při pasivním pohybu hlavou, byť prováděném co nejšetrněji, a také vyvolání nepříjemných pocitů. Na ty upozorňují ve své práci Low Choy et al. (2017). Navíc u nemalé části našich probandů docházelo k významnému zkreslení výsledků

kvůli rozvoji periferní parézy n. VII. Vykazovali horší SVA oproti předoperačnímu vyšetření až o 4 odstavce Jägerovy tabulky, někteří pacienti nebyli za dynamické situace schopni přečíst text s největší velikostí písma používaných optotypů. Pro budoucí studie bychom proto doporučili provádět test DVA při dimisi u pacientů bez výrazné parézy n. VII a poté v dlouhodobém horizontu, neboť je známo, že poruchu DVA nacházíme i několik měsíců po chirurgické resekci VS.

Ohledně problematiky DVA bychom se chtěli ještě vyjádřit k absenci standardizovaného vyšetření, které by bylo dobře uplatnitelné v klinické praxi, a k absenci jasně definované normy. Považujeme to za velký handicap, protože výsledky prací jednotlivých autorů jsou mnohdy obtížně porovnatelné.

Pro účely naší studie jsme využili metodiku navrženou v diplomové práci Mgr. Pavlíny Rezlerové (2017), konkrétně test DVA při izolovaných pohybech hlavou v transverzální rovině, který autorka pokládá za snadno proveditelný v klinické praxi. Po technické stránce se nám tento způsob vyšetření osvědčil, neboť je časově nenáročný a nevyžaduje složité vybavení. Všimli jsme si, že k detekování poruchy DVA nám může pomoci též palpce. Při vedení pasivního pohybu hlavy jsme totiž u pacientů s poruchou DVA našima rukama registrovali výraznou tendenci k aktivnímu zpomalování pohybu, a to při rotaci hlavy ke straně léze.

V neposlední řadě chceme zmínit, že by bylo zapotřebí, vzhledem k výše uvedeným nedostatkům při testování hypotézy 3, prostřednictvím další studie rozšířit soubor pacientů a znovu posoudit vztah mezi mírou pooperační vestibulární kompenzace a výsledky předoperační kalorizace.



## ZÁVĚR

V teoretické části práce jsme popsali základní poznatky z funkční anatomie a neurofyziologie vestibulárního systému, krátce jsme se zabývali též vývojovými aspekty. Dále jsme se věnovali charakteristice obou složek VOR, mezi jehož funkce náleží udržení zrakové ostrosti při pohybu těla, respektive hlavy, a adekvátní vnímání vertikality. Vytvořili jsme přehled mechanismů vestibulární kompenzace a z nich vycházejících postupů VRHB. V poslední kapitole jsme zmínili současné poznatky týkající se diagnostiky, klasifikace, léčby a následné rehabilitace pacientů s VS.

V rámci experimentální části práce jsme u souboru našich probandů, který tvořili pacienti indikovaní k chirurgické resekcí VS, vyšetřovali vnímání SVV v období před operací, časně po ní a před dimisí. V předoperační době jsme hodnotili též DVA, respektive  $\Delta$  DVA, a index stranové dráždivosti dle Jongkeese.

Na základě naměřených dat se nám podařilo prokázat, že u části pacientů je VOR narušen již před operací a zároveň že existuje souvislost mezi mírou funkce, respektive dysfunkce t-VOR a r-VOR. Druhá hypotéza se týkala rychlosti kompenzace VOR v časném pooperačním období, kdy probíhá cílená VRHB. Tato doba je vymezená prvním dnem po podstoupení chirurgického zákroku a dnem ukončení hospitalizace. Přestože předpokládaná dynamika ve vnímání SVV byla z naměřených hodnot dobře patrná, neprokázali jsme statisticky významný rozdíl v náklonu SVV mezi žádnými dvěma sledovanými obdobími. Stejně tak se nám nepodařilo potvrdit vliv předoperačního stavu vestibulárního aparátu na rychlost pooperační vestibulární kompenzace. Přitom jev, kdy lepší výsledky v předoperační kalorické zkoušce (ve smyslu nižší hodnoty indexu stranové dráždivosti) znamenají delší trvání pooperační vestibulární kompenzace a naopak horší předoperační výsledky vedou k rychlejší úpravě funkce vestibulárních reflexů, popisuje v odborné literatuře několik autorů. Je však třeba zdůraznit, že velkým nedostatkem naší práce při ověřování této hypotézy byl malý počet probandů ( $n=14$ ) a malé zastoupení pacientů s významným rozdílem ve stranové reaktivitě labyrintu (index stranové dráždivosti  $> 25$  %). Proto by bylo žádoucí vypracování navazující studie.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- ASSAIANTE, C. 2011. Action and representation of action during childhood and adolescence: A functional approach. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* [online]. Vol. 42, no. 1-2, pp. 43-51 [cit. 2017-09-14]. DOI: 10.1016/j.neucli.2011.09.002. ISSN 09877053. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0987705311000827>
- BARRET, K. E.; BARMAN, S. M.; BOITANO, S.; BROOKS, H. L. 2012. Chapter 10. Hearing & Equilibrium. In: Barret, K. E.; Barman, S. M.; Boitano, S.; Brooks, H. L. (Eds), *Ganong's review of Medical Physiology*, 24e.
- BATUECAS-CALETRIO, A.; SANTACRUZ-RUIZ, S.; MUÑOZ-HERRERA, A.; SOUSA, P.; OTERO, A.; PEREZ-FERNANDEZ, N. 2013. Vestibular compensation after vestibular schwannoma surgery: normalization of the subjective visual vertical and disability. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. No. 133, pp. 475-480 [cit. 2018-07-04]. DOI: 10.3109/00016489.2012.757798. ISBN 0001-6489. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.3109/00016489.2012.757798>
- BLAYNEY, A. W. 1997. Vestibular disorders. In: D. A. Adams & M. J. Cinnamond (eds.): *Paediatric Otolaryngology, Scott-Brown's Otolaryngology*. 6th edn., Oxford: Butterworth-Heinemann. Vol. 6, pp. 29.
- BÖHMER, A.; RICKENMANN, J. 1995. The Subjective Visual Vertical as a Clinical Parameter of Vestibular Function in Peripheral Vestibular Diseases. *Journal of Vestibular Research* [online]. Vol. 5, no. 1, pp. 35-45 [cit. 2017-10-19].
- BOWERS, Ch. A.; GURGEL, R. A.; BRIMLEY, C. et al. 2016. Surgical Treatment of Vestibular Schwannoma: Does Age Matter? *World Neurosurgery* [online]. Vol. 96, pp. 58-65 [cit. 2017-10-14]. DOI: 10.1016/j.wneu.2016.08.054. ISSN 18788750.
- BRENNAN, M. 2012. Visual-Vestibular Interaction and Treatment of Dizziness: A Case Report. *Journal of Behavioral Optometry* [online]. Vol. 23, no. 3, pp. 68-72 [cit. 2017-10-29]. ISSN 10458395.
- BRONSTEIN, A. M.; BRANDT, T.; WOOLLACOTT, M. H.; NUTT, J. G. 2004. *Clinical disorders of balance, posture and gait*. 2nd ed. New York, NY: Distributed in the U.S. of America by Oxford University Press, 466 pp. ISBN 0340806575.
- BRONSTEIN, A. et al. 2013. *Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance*. Oxford: Oxford University Press. 375 p. ISBN 978-0-19-960899-7.
- BURG, A. 1966. Visual acuity as measured by dynamic and static tests: A comparative evaluation. *Journal of Applied Psychology*. Vol. 50, no. 6, pp. 460-466.
- CLARKE, A. H.; SCHÖNFELD, U.; HAMANN, C.; SCHERER, H. 2001. Measuring Unilateral Otolith Function Via the Otolith-ocular Response and the Subjective Visual

- Vertical. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. Vol. 121, pp. 84-87 [cit. 2017-10-19]. DOI: 10.1080/000164801750388180. ISSN 00016489.
- COHEN, A. H. 2013. Vision rehabilitation for visual-vestibular dysfunction: the role of the neuro-optometrist. *Neurorehabilitation* [online]. Vol. 32, no. 3, pp. 483-92 [cit. 2017-10-29]. DOI: 10.3233/NRE-130871. ISSN 18786448.
- COHEN, H. S.; SANGI-HAGHPEYKAR, H. 2012. Subjective visual vertical in vestibular disorders measured with the bucket test. *Acta Oto-Laryngologica* [online]. No. 132, no. 8, pp. 850-854 [cit. 2017-10-19]. DOI: 10.3109/00016489.2012.668710. ISSN 00016489.
- COPELAND, W. R.; MALLORY, G. W.; NEFF, B. A.; DRISCOLL, C. L. W.; LINK, M. J. 2015. Are there modifiable risk factors to prevent a cerebrospinal fluid leak following vestibular schwannoma surgery? *Journal of Neurosurgery* [online]. Vol. 122, no. 2, pp. 312-316 [cit. 2017-10-14].
- CUSCHIERI, A. 2009. Anatomy of the peripheral and central vestibular system. *Capsula Eburnea* [online]. Vol. 4, pp. 11-24 [cit. 2017-09-25]. DOI: 10.3269/1970-5492.2009.4.16. ISSN 19705492.
- ČAKRT, O.; JEŘÁBEK, J. 2017. Vestibulární rehabilitace. *Neurologie pro praxi* [online]. Roč. 18, č. 3, s 170-173 [cit. 2017-11-08].
- ČAKRT, O.; SLABÝ, K.; KMET, J.; KOLÁŘ, P.; JEŘÁBEK, J. 2015. Subjective visual and haptic vertical in young and elderly. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation* [online]. Vol. 25, no. 5-6, pp. 195 - 199 [cit. 2017-10-19]. DOI: 10.3233/VES-150562. ISSN 09574271.
- ČAKRT, O.; TRUC, M. 2009. Poruchy Rovnováhy. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, s. 362-367. ISBN 978-80-7262-657-1.
- ČADA, Z.; BALATKOVÁ, Z.; CHOVANEC, M.; ČAKRT, O.; HRUBÁ, S.; JEŘÁBEK, J.; ZVĚŘINA, E.; PROFANT, O.; FÍK, Z.; KOMARC, M.; BETKA, J.; KLUH, J.; ČERNÝ, R. 2016. Vertigo Perception and Quality of Life in Patients after Surgical Treatment of Vestibular Schwannoma with Pretreatment Prehabilitation by Chemical Vestibular Ablation. *BioMed Research International* [online]. Vol. 2016, pp. 1-6 [cit. 2017-11-20]. DOI: 10.1155/2016/6767216. ISSN 23146133.
- ČERNÝ, R.; ČAKRT, O.; JEŘÁBEK, J. 2017. Laboratorní metody vyšetření vestibulárního aparátu. *Neurol. pro praxi*[online]. Roč. 18, č. 3, s. 163-169 [cit. 2017-11-09].
- DIETERICH, M.; BRANDT, T. 2015. The bilateral central vestibular system: its pathways, functions, and disorders. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* [online]. No. 1343, pp. 10-26 [cit. 2018-02-27]. DOI: 10.1111/nyas.12585. ISBN 10.1111/nyas.12585. ISSN 0077-8923. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/nyas.12585>

- DYDE, R. T.; JENKIN, M. R.; HARRIS, L. R. 2006. The subjective visual vertical and the perceptual upright. *Experimental Brain Research* [online]. Vol. 173, no. 4, pp. 612-22 [cit. 2017-10-23]. DOI: 10.1007/s00221-006-0405-y. ISSN 00144819.
- FREEMAN, J. A.; NAIRNE, J. 1995. Using a Class Setting to Teach Cawthorne-Cooksey Exercises as a Means of Vestibular Rehabilitation. *Physiotherapy* [online]. Vol. 81, no. 7, pp. 374 - 379 [cit. 2017-10-29]. DOI: 10.1016/S0031-9406(05)66760-0. ISSN 00319406.
- GOTO, F.; KOBAYASHI, H.; SAITO, A.; HAYASHI, Y.; HIGASHINO, K.; KUNIHIRO, T.; KANZAKI, J. 2003. Compensatory changes in static and dynamic subjective visual vertical in patients following vestibular schwannoma surgery. *Auris Nasus Larynx* [online]. Vol. 30, no. 1, pp. 29-33 [cit. 2018-07-05]. DOI: 10.1016/S0385-8146(02)00110-4. ISSN 03858146.
- HADDERS-ALGRA, M. 2005. Development of Postural Control During the First 18 Months of Life. *Neural Plasticity* [online]. Vol. 12, no. 2-3, pp. 99-108 [cit. 2017-09-14]. DOI: 10.1155/NP.2005.99. ISBN 10.1155/NP.2005.99. Dostupné z: <http://www.hindawi.com/journals/np/2005/695071/abs>
- HAHN, A. 2015. *Otoneurologie a tinitologie*. 2., doplněné vydání. Praha: Grada. 144 s. ISBN 978-80-247-5889-3.
- HAN, Y. H., KUMAR, A. N.; RESCHKE, M. F.; SOMERS, J. T.; DELL'OSSO, L. F.; LEIGH, R. J. 2005. Vestibular and non-vestibular contributions to eye movements that compensate for head rotations during viewing of near targets. *Exp Brain Res* [online]. Vol. 165, pp. 294-304 [cit. 2018-03-01]. DOI: 10.1007/s00221-005-2305-y. ISBN 10.1007/s00221-005-2305-y. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00221-005-2305-y>
- HELLERSTEIN, L.; WINKLER, P. 2007. Vestibular Dysfunction Associated with Traumatic Brain Injury: Collaborative Optometry and Physical Therapy Treatment. In: Suchoff, I.; Ciuffreda, K.; Kapoor, N. *Visual and Vestibular Consequences of Acquired Brain Injury*. Santa Ana, CA: Optometric Extension Program, pp. 220-235.
- HERDMAN, S.; CLENDANIEL, R. A. 2014. *Vestibular rehabilitation*. Fourth Edition. Philadelphia: F. A. Davis Company. 630 pp. ISBN 978-0-8036-3970-6.
- HOFFER, M. E.; BALABAN, C. D.; HAIN, T. C. 2011. Neurophysiology of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation* [online]. Vol. 29, no. 2, pp. 127-141 [cit. 2017-10-25]. DOI: 10.3233/NRE-2011-0687. ISSN 10538135.
- HOLÁ, I. 2016. *Vliv cílené rehabilitace na vestibulární kompenzaci u pacientů po resekci vestibulárního schwannomu*. Praha. 77 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.
- INOUE, Y.; OGAWA, K.; KANZAKI, J. 2001. Quality of Life of Vestibular Schwannoma Patients after Surgery. *Acta Otolaryngol* [online]. Vol. 121, no. 1, pp.

59-61 [cit. 2017-10-31]. DOI: 10.1080/000164801300006281. ISBN 10.1080/000164801300006281. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/000164801300006281>

JANŮ, J. 2011. *Binokulární vidění*. Brno: FEKT VUT v Brně. 43 s., 2 přílohy. Bakalářská práce. Vedoucí bakalářské práce Ing. Petr Fedra.

JEŘÁBEK, J. 2015. Diagnostic in Patient with Acute Vertigo. *Cesk Slov Neurol* [online]. Roč. 78/111, č. 5, s. 503-510 [cit. 2017-10-15]. DOI: 10.14735/amcsnn2015503. ISBN 10.14735/amcsnn2015503. Dostupné z: <http://www.csnn.eu/en/czech-slovak-neurology-article/dia-gnostic-in-patient-with-acute-vertigo-55989>

KALITOVÁ, P. 2017. *Klinický obraz a diagnostika vestibulárních lézí u pacientů s vestibulárním schwannomem*. Praha. Dizertační práce. Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, Fyziologický ústav 1. LF UK v Praze. Vedoucí práce Langmeier, Miloš.

KAUFMAN, D. R.; PUCKETT, M. J.; SMITH, M. J.; WILSON, K. S.; CHEEMA, R.; LANDERS, M. R. 2014. Test-retest reliability and responsiveness of gaze stability and dynamic visual acuity in high school and college football players. *Physical Therapy in Sport* [online]. Vol. 15, no. 3, pp. 181-188 [cit. 2017-10-04]. ISSN 1466853X.

KHAN, S.; CHANG, R. 2013. Anatomy of the vestibular system: A review. *NeuroRehabilitation* [online]. IOS Press, vol. 32, pp. 437-443 [cit. 2017-09-16]. DOI: 10.3233/NRE-130866.

KIRSCH, V.; KEESER, D.; HERGENROEDER, T.; ERAT, O.; ERTL-WAGNER, B.; BRANDT, T.; DIETERICH, M. 2015. Structural and functional connectivity mapping of the vestibular circuitry from human brainstem to cortex. *Brain Struct Funct* [online]. Vol. 221, no. 2016, pp. 1291-1308 [cit. 2018-02-27]. DOI: 10.1007/s00429-014-0971-x. ISBN 10.1007/s00429-014-0971-x. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00429-014-0971-x>

KREJČÍ, H.; MERCELOVÁ, J. 2012. Komplexní péče o pacientku po operaci vestibulárního schwannomu. *Otorhinolaryngology* [online]. Roč. 61, č. 4, s. 223-226 [cit. 2017-10-14]. ISSN 12107867.

KUN-YUNG, L.; LEE ALEX, J. Y.; WEI-HSIU, L.; YA-CHEN, L. 2012. Effects of Ten Weeks Table Tennis Training on Dynamic Visual Acuity. *Asian Journal of Physical Education* [online]. Vol. 18, no. 2, pp. 41-45 [cit. 2017-09-28]. ISSN 20754604.

LEE, S. C. 2016. Vestibular System Anatomy. *Emedicine.medscape.com* [online]. [cit. 2018-02-27]. Dostupné z: <https://emedicine.medscape.com/article/883956-overview#showall>

LINKOV, F.; VALAPPIL, B.; MCAFEE, J. et al. 2017. Development of an evidence-based decision pathway for vestibular schwannoma treatment options. *American Journal of Otolaryngology* [online]. Vol. 38, pp. 57-64 [cit. 2017-10-14]. DOI:

- 10.1016/j.amjoto.2016.09.019. ISBN 10.1016/j.amjoto.2016.09.019. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196070916303581>
- LIUTKEVIČIENĖ, R.; ULOZIENĖ, I.; ŠILEIKAITĖ, M.; MAROZAS, M.; MAROZAS, V.; STANAITIS, S.; ULOZAS, V. 2016. Static and Dynamic Visual Acuity Assessment in Ophthalmological Practice. *Neurologijos Seminarai*[online]. Vol. 20, no. 1, pp. 5-9 [cit. 2017-09-26]. ISSN 13923064.
- LONGRIDGE, N. S.; MALLINSON, A. I. 1984. A Discussion of the Dynamic Ilegible "E" Test: A New Method of Screening for Aminoglycoside Vestibulotoxicity. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery* [online]. Vol. 92, no. 6, pp. 671-677 [cit. 2017-11-19].
- LOW CHOY, N.; JOHNSON, N.; TRELEAVAN, J.; JULL, G.; PANIZZA, B.; BROWN-ROTHWELL, D. 2006. Balance, mobility and gaze stability deficits remain following surgical removal of vestibular schwannoma (acoustic neuroma): An observational study. *Australian Journal of Physiotherapy*[online]. Vol. 52, no. 3, pp. 211-216 [cit. 2018-07-08]. DOI: 10.1016/S0004-9514(06)70030-7. ISSN 00049514.
- LOW CHOY, N. L.; LEWANDOWSKI, S. L.; LUCEY, T. M.; PANIZZA, B. J. 2017. Impacts of small vestibular schwannoma on community ambulation, postural, and ocular control. *Laryngoscope* [online]. Vol. 127, no. 5, pp. 1147 - 1152 [cit. 2017-10-14]. DOI: 10.1002/lary.26105. ISSN 15314995.
- MANSO, A.; GANANÇA, M. M.; CAOVILO, H. H. 2016. Review article: Vestibular rehabilitation with visual stimuli in peripheral vestibular disorders. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [online]. Vol. 82, no. 2, pp. 232-241 [cit. 2017-10-29]. DOI: 10.1016/j.bjorl.2015.05.019. ISSN 18088694.
- MARKVARTOVÁ, A. 2015. *Hodnocení kompenzace vestibulospinálního a vestibulookulárního reflexu u pacientů v raném pooperačním období po resekcii vestibulárního schwannomu*. Praha. 72 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.
- MEJIA, G. A. 2008. Vision and Balance: The optometrist's role in managing patients with dizziness and vestibular dysfunction. *J Behav Optom*. Vol. 19, pp. 97-102.
- MUIÑOS, M.; BALLESTEROS, S. 2015. Sports can protect dynamic visual acuity from aging: A study with young and older judo and karate martial arts athletes. *Attention, Perception* [online]. Vol. 77, no. 6, pp. 2061-2073 [cit. 2017-09-30]. DOI: 10.3758/s13414-015-0901-x. ISSN 1943393X.
- NAŇKA, O.; ELIŠKOVÁ, M. 2009. *Přehled anatomie*. 2., dopl. a přeprac. vyd. Praha: Galén. 416 s. ISBN 978-80-7262-612-0.
- NEDĚLKA, T.; SMRČKA, P.; JEŘÁBEK, J. 2007. Role rovnovážného ústrojí v regulaci autonomních funkcí. *Neurol. pro praxi* [online]. Roč. 8, č. 6, s. 351-353 [cit. 2017-11-09].

- ORNITZ, E. M.; ATWELL, C. W.; WALTER, D. O.; HARTMANN, E. E.; KAPLAN, A. R. 1979. The maturation of vestibular nystagmus in infancy and childhood. *Acta Oto-laryngo-logica*. Vol. 88, pp. 244-256.
- ORNITZ, E. M. 1983. Normal and pathological maturation of vestibular function in the human child. In: R. Romand (ed.), *Development of Auditory and Vestibular Systems*. New York: Academic Press Inc. Pp. 479-536.
- QUEVEDO-JUNYENT, L.; AZNAR-CASANOVA, J. A.; MERINDANO-ENCINA, D.; CARDONA, G.; SOLE-FORTO, J. 2011. Comparison of Dynamic Visual Acuity between Water Polo Players and Sedentary Students. *Research Quarterly for Exercise and Sport* [online]. Vol. 82, no. 4., pp. 644-651 [cit. 2017-09-28]. ISSN 02701367.
- PAVLOU, M. 2010. The Use of Optokinetic Stimulation in Vestibular Rehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. Vol. 34, no. 2, pp. 105-110 [cit. 2017-10-30]. DOI: 10.1097/NPT.0b013e3181dde6bf. ISBN 10.1097/NPT.0b013e3181dde6bf. Dostupné z: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage>
- PETERS, B. T.; COHEN, H. S.; SANGI-HAGHPEYKAR, H.; BLOOMBERG, J. J. 2013. Effects of distance and duration on vertical dynamic visual acuity in screening healthy adults and people with vestibular disorders. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium* [online]. Vol. 23, no. 6, pp. 285-291 [cit. 2017-11-19]. DOI: 10.3233/VES-130502. ISSN 09574271.
- PIAZZA, F.; FRISINA, A.; GANDOLFI, A.; QUARANTA, N.; ZINI, C. 2003. Management of acoustic neuromas in the elderly: Retrospective study. *ENT: Ear, Nose* [online]. Vol. 82, no. 5, pp. 374-377 [cit. 2017-10-14]. ISSN 01455613.
- REZLEROVÁ, P. 2017. *Vyšetření dynamické zrakové ostrosti u zdravých jedinců*. Praha. 60 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.
- SANDERSON, S. H. 1981. Visual acuity and sport performance. In: I. M. Cockerill & W. W. MacGillivray (Eds.), *Vision and sport* (pp. 64-79). Cheltenham, UK: Stanley Thornes.
- SHIPPMAN, S.; HEISER, L.; COHEN, K. R.; HALL, L. S. 2005. Dynamic Visual Acuity: Its Place in Ophthalmology? *American Orthoptic Journal*. Vol. 55, pp. 139-143 [cit. 2017-09-26].
- SCHMÄLL, F.; THIEDE, O.; STOLL, W. 2003. Effects of ethanol on visual-vestibular intersections during vertical linear body acceleration. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. Vol. 27, no. 9, pp. 1520-1526.
- SCHNEIDER, R.; LIAO, K.; WALKER, M. F.; BRONSTEIN, A.; LEIGH, R. J. 2014. Behavior of the human translational vestibulo-ocular reflex during simultaneous head translation and rotation. *Journal Of Vestibular Research: Equilibrium* [online]. Vol. 24, no. 5-6, pp. 329-33 [cit. 2018-03-01]. DOI: 10.3233/VES-140522. ISSN 18786464.

- SMITHER, A. A.; KENNEDY, R. S. 2010. A portable device for the assessment of dynamic visual acuity. *Applied Ergonomics* [online]. Vol. 41, no. 2, pp. 266-273 [cit. 2017-10-05]. DOI: 10.1016/j.apergo.2009.07.008. ISSN 00036870.
- UEHARA, N.; TANIMOTO, H.; DOI, K.; KATSUNUMA, S.; KIMURA, H.; KOHMURA, E.; NIBU, K. 2011. Vestibular dysfunction and compensation after removal of acoustic neuroma. *Journal of Vestibular Research* [online]. Pp. 289-295 [cit. 2018-07-05]. DOI: 10.3233/VES-2011-0429.
- VAN OMBERGEN, A.; LUBECK, A. J.; VAN ROMPAEY, V. et al. 2016. The Effect of Optokinetic Stimulation on Perceptual and Postural Symptoms in Visual Vestibular Mismatch Patients. *PLoS ONE* [online]. Vol. 11, no. 4, pp. 18 [cit. 2017-10-30]. DOI: 10.1371/journal.pone.0154528. ISBN 10.1371/journal.pone.0154528. Dostupné z: <http://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0154528>
- WETTSTEIN, V. G.; WEBER, K. P.; BOCKISCH, C. J.; HEGEMANN, S. C. 2016. Compensatory saccades in head impulse testing influence the dynamic visual acuity of patients with unilateral peripheral vestibulopathy. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium* [online]. Vol. 26, no. 4, pp. 395-402 [cit. 2017-11-20]. DOI: 10.3233/VES-160591. ISSN 09574271.
- WU, H.; ZHANG, L.; HAN, D. et al. 2016. Summary and consensus in 7th International Conference on acoustic neuroma: An update for the management of sporadic acoustic neuromas. *World Journal of Otorhinolaryngology - Head and Neck Surgery* [online]. No. 2, pp. 234-239 [cit. 2018-03-03]. DOI: 10.1016/j.wjorl.2016.10.002. ISBN 10.1016/j.wjorl.2016.10.002. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2095881116300336>
- ZVĚŘINA, E. 2010. Neurinom akustiku - vestibulární schwannom - osobní pohled na nejmodernější postupy v jeho léčbě. *Časopis lékařů českých* [online]. Roč. 149, č. 6, s. 269-276 [cit. 2017-10-31].
- ZWERGAL, A.; RETTINGER, N.; FRENZEL, C.; DIETERICH, M.; BRANDT, T.; STRUPP, M. 2009. A bucket of static vestibular function. *Neurology* [online]. Vol. 72, pp.1689-1692 [cit. 2017-10-19]. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3181a55ecf. ISBN 10.1212/WNL.0b013e3181a55ecf. Dostupné z: <http://www.neurology.org/cgi/doi/10.1212/WNL.0b013e3181a55ecf>



**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Uložení polokruhovitých kanálků v lebce.....	11
Obrázek 2: Schéma vestibulárního systému .....	12
Obrázek 3: VOR – schéma .....	16
Obrázek 4: Geometrie t-VOR .....	18
Obrázek 5: Testování SVV pomocí „bucket method“ .....	26
Obrázek 6: Časová osa jednotlivých vyšetření a přehled sledovaných parametrů .....	41
Obrázek 7: Stupnice pro zaznamenávání náklonu SVV .....	42
Obrázek 8: Pozice testované osoby při vyšetření DVA.....	43
Obrázek 9: Graf počtu pacientů odpovídajících fyziologické normě SVV/ $\Delta$ DVA.....	46
Obrázek 10: Graf rozložení hodnot $\Delta$ DVA .....	46
Obrázek 11: Korelační diagram – míra poruchy DVA a velikost odchylky SVV v předoperačním období .....	47
Obrázek 12: Graf počtu pacientů splňujících/nespĺňujících fyziologickou normu pro SVV v jednotlivých fázích hospitalizace.....	48
Obrázek 13: Graf vývoje odchylky SVV ( $^{\circ}$ , korigované hodnoty) v jednotlivých fázích hospitalizace.....	49
Obrázek 14: Graf vývoje odchylky SVV ( $^{\circ}$ , nekorigované hodnoty) v jednotlivých fázích hospitalizace.....	50
Obrázek 15: Graf rozložení indexu stranové dráždivosti v kalorické zkoušce.....	50
Obrázek 16: Korelační diagram – index stranové dráždivosti v kalorické zkoušce a pooperační úprava SVV (rozdíl SVV3 a SVV1) .....	51

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Stupňování obtížnosti optovestibulární rehabilitace.....	32
Tabulka 2: Hlavní klasifikační systémy.....	34
Tabulka 3: Charakteristika souborů pacientů pro jednotlivé hypotézy .....	40
Tabulka 4: Základní statistické parametry SVV (korigované hodnoty).....	48

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha č. 1: Cvičební program dle Cawthorna a Cookseyho (letáček).....	67
Příloha č. 2: Podrobná charakteristika souborů pacientů pro jednotlivé hypotézy a výsledky vyšetření (tabulka) .....	68
Příloha č. 3: Jägerova tabulka – přední strana (obrázek).....	69
Příloha č. 4: Jägerova tabulka – zadní strana (obrázek) .....	70

## PŘÍLOHY

### Příloha č. 1: Cvičební program dle Cawthorna a Cookseyho

#### OČI

Pohyby provádějte nejprve pomalu, poté rychle:

- a) podívejte se nahoru-dolů, doleva-doprava
- b) sledujte pohybující se prst ve vzdálenosti 90 až 30 cm od obličeje

#### HLAVA

Pohyby provádějte nejprve pomalu, poté rychle. Nejprve mějte při cvičení oči otevřené, poté zavřené:

- a) proveďte předklon a záklon hlavy
- b) otočte hlavu doleva a doprava

#### TRUP

Nejprve mějte při cvičení oči otevřené, poté zavřené:

- a) proveďte předklon tak, abyste se dotkli podlahy
- b) proveďte předklon tak, abyste se dotkli podlahy a otočte se doleva, poté doprava
- c) nechte klesnout rameno a ukloňte hlavu doleva a doprava
- d) vyhod'te míč stranou a chyt'te ho, vyhod'te míč nad hlavu a chyt'te ho
- e) podejte si míč mezi nohama a nad hlavou
- f) vstaňte ze sedu do stoje a proveďte otočku a posad'te se
- g) proveďte otočku na místě, nejprve doleva, poté doprava
- h) při chůzi kolem partnera si spolu přihrávejte míč, při chůzi v přímém směru si přihrávejte s partnerem míč
- i) s dopomocí druhé osoby jděte pozadu a popředu, při tom otáčejte hlavu doleva a doprava, dívejte se do všech směrů, abyste se vyhnuli oční fixaci

#### POZICE VLEŽE

Nejprve mějte při cvičení oči otevřené, poté zavřené:

- a) otočte hlavu doleva a doprava
- b) přetočte se celým tělem na levý a na pravý bok
- c) z pozice lehu na zádech se posad'te
- d) z pozice lehu na boku se posad'te

Jakýkoli z těchto cviků může vyžadovat dohled druhé osoby pro zajištění bezpečnosti.

#### ŠKÁLA SUBJEKTIVNÍHO HODNOCENÍ ZÁVAŽNOSTI PŘÍZNAKŮ

0	žádné příznaky
1	mírné příznaky
2	středně závažné příznaky
3	závažné příznaky

(Freeman & Nairne, s. 376, 1995)

**Příloha č. 2: Podrobná charakteristika souborů pacientů pro jednotlivé hypotézy**

Pacient	Věk	Pohlaví	Strana léze	ITG (gentamicin)	Koosova klas. (grade)	Velikost tumoru (mm)	Syndrom
1	41	M	sin.	ne	3	26x16x13	kombinovaný
2	44	M	sin.	ne	4	20x18x15	kombinovaný
3	59	Ž	dx.	ne	4	17x9x8	kombinovaný
4	62	Ž	dx.	ne	3	-	periferní
5	64	M	sin.	ne	3	11x11x10	centrální
6	43	M	sin.	ne	3	17x12x10	periferní
7	41	M	dx.	ano	4	25x17x13	centrální
8	40	M	sin.	ne	4	20x17x12	centrální
9	61	Ž	sin.	ne	3	13x7x6	periferní
10	66	Ž	sin.	ne	2	15x7x4	periferní
11	57	M	sin.	ne	4	21x12x11	periferní
12	33	Ž	sin.	ne	3	15x11x8	centrální
13	37	Ž	sin.	ne	4	19x19x10	periferní
14	49	Ž	dx.	ne	2/3	10	periferní
15	59	Ž	dx.	ano	2	13x8x8	-
16	54	M	sin.	ano	4	-	-
17	36	Ž	dx.	ano	4	-	-
18	55	Ž	sin.	ne	4	27x25x25	centrální
19	37	M	sin.	ne	2	13x9x7	kombinovaný
20	54	Ž	dx.	ne	2	19x8x6	kombinovaný
21	54	M	sin.	ne	3	26x15x15	-
22	36	Ž	dx.	ne	4	21x16x16	centrální
23	52	M	dx.	ne	4	33x27x23	centrální
24	44	Ž	sin.	ano	4	21x20x16	centrální

<b>H1: pacient 1 – 24</b>
---------------------------

<b>H2: pacient 1 – 19</b>
---------------------------

<b>H3: pacient 1 - 14</b>
---------------------------

## Příloha č. 3: Jägerova tabulka – přední strana

## Číslo 1.

Slavici zpív. - Byl první máj . . . Vskutku nelze nalézt k oslavě čarovného prvního května písně nádhernější, než jakou jej vítá král opetených pěvců, prostý slavicek . . . Cím je mezi květinami, jeho královna, tím je slavik mezi ptáčí HÍ. Leč kdesi se v spanilém růžovém květu poji v opojný celek pro všechny smysly luzná barva, něžný tvar a přelibězná vůně, jest to u nešťhledného slavíka, jenž ve svém rezavě červenohnědém šatě se kdesi v akrytu křoví k semí tulí, samozřejmý rozkošný kloukot jeho zpěvu, jímž uchvátí máš srdce člověka . . . Tlukot, jímž co do libčnosti i rozmanitosti předčí všechny ostatní ptáky, honosí se takovou píností tónů a tak příjemným střídáním a okouzující harmonií, že toho ve zpěvu žádného jiného ptáka nezahláme. S nevýslovnou lahodou střídají se tóny mírně hvízdavé, s bouřnými, veselé se žalostnými, rozpíjající se s vřivými. A kdesi jeden poctivá tichounce změnila zesíluje a ke konci odumíraje, druhý nese se luzně jako hláhol štěný do vesela. Pauzy mezi jednotlivými ruliádami vyvíjí ještě dojem těch čarovných melodii a mírné tempo jich dovoluje, abychom náležitě se opojovali jejich krásou a pňavby. Žaseme nad rozmanitostí kouzelných těch tónů, nad jejich silou a bohatostí. I je téměř záračné, jak sila tak mohutná máš spočívati ve svazech hrdělka tak nepatrného ptáčka, jehož mnohým tón hláholi tak mocně, tak pronikavě, že jsme-li nablízku, až se nám hlava rozechvěje. - Krásně charakterizuje slavici zpív Karel Hynek Mácha, pěvec »Máje«, jenž píše v jednom svém listě: »Když jsem jednou po dlouhé těžké nemoci zas poprvé stanul v zahradě v první den májový, maje nad sebou klenbu růžových jabloňových ratolestí, tu zazněla z blízkého křoví píseň slavíka tak divukrásně, že mi duši posvátná hrůza prochvěla. A ve chvíli té se mi zdálo, jako by nejlhlubší lidské city, láska a touha, smutek i jásoť, vtělily se ve zpěv toho ptáčka a já bezděky sepal ruce k modlitbě v dík za hláhol, jenž se mi zdál zníti z HÍ nadpozemských a vřevati zas v mé choré srdce straccnou, horoucí lásku k životu . . .«

Z časopisu »Svět zvířat«

## Číslo 2.

Díla vědecká. - Díla vědecká nechovají v sobě jen mnoho krásného a podivuhodného, nýbrž i to co vede k moci a prospěchu. Věda nám objevila nejen nekonečné prostory, vyplněné nečetnými světy; nekonečné doby, vyplněné nečetnými životy; organimy až do nekonečna neviditelné, ale jemné, rozkošné, hrající všemi barvami; nýbrž ona učinila ještě více: jako velký archanděl milordenství sklonila se k člověku, aby mu sloužila. Ona pracovala a její řáci pracovali, aby rozšířili štěstí na zemi, aby učinili vydatnější lidakou práci, aby odstranili lidské utrpení. Tam, kde se druhý lidé pootošepili, polonazí namáhali před jícnem rozpálené peci, aby skuli železo do běla rozžhavené, dala tuto mechanickou činnost do rukou neviditelného plynu. Dala vstoupiti do svých služeb paprku slunečnímu, aby s dokonalou věrností maloval nám tváře milovaných přátel. Ukázala ubohému horníku; jak lze pracovati v bezpečí i uprostřed třaskavého plynu v šachtách. Učinila svými osamujícími prostředky pacienta necitelným, povolným a bezvědomým, když jemná ruka zručného operátora odtuneje kus koule jeho nepohnutého oka. A z těchto všech důvodů mám za to, že žádný z našich synů nevyvrhne, aniž by byl dokonalým nevědomcem v těchto naukách, které vzdělávají a současně povznášejí rozum i rozohňují obraznost, které vzdělávají a současně otužují, které nás mohou současně ryti i naplňovati nám ducha.

## Číslo 3.

Soumrak se blížil, nebo se barvilo, mraky začínaly krvácat . . . V lese bylo smutno, vlahý vzduch omýval tváře . . . A v tom tichu v sladké tíni teplého soumraku zpívali slavici jeden smutněji než druhý a všichni tak, že všechno kolem nabylo nábožného jakéhosi vzezení, rozleho se veliké ticho, naplněné pouze svatými jejich zpěvy. Utichli všichni ptáci ostatní a králem lesů zůstal slavik sám. Ihned se vzdalovaly, hned zblízka se rozléhaly jeho žaly a s nebe se lila boží zář. - A slavici, snad závodili spolu, jeden vzácnějšími tóny než druhý rozpouštěl své ruliády, stále žalostněji, stále litostivěji draly se jich plesy z prsou, v slzách se koupaly, v slzách zmiraly, až jen zašněné pí-pí-pí pronikalo lesem tak, jako by tam někdo slabounkého vraždil. - A chvíli bylo ticho zas, listí šeptalo v mlázi, v dóběť zasveholil drozd. Pojednou tam dole, až kdesi na dně, zdálo se, že někdo zlatým prutem zazvonil. Dva tóny tak uhodily o sebe, zase se tak sevřely v tlumený pláč a pojednou vyrazily plnou silou. A slavíkům jako by hrdla rozvázal, už jeden zvuk bil za druhým. Jako když stříbrným kladivkem zlato se kuje, následovala řada světých, veselejších tónů, tak čistých a jemných, jako když po prvé své lesy pozdravil, poprvé zas po tak dlouhé zimě hájem rozpustil svůj srdce-jemný zpěv.

»Slavici píseň« - V. Mřítík.

## Číslo 4.

Veselá mysl. - Ať veselá mysl u veliké míře zakládá se na vrozené povaze, přece lze ji, jako každého jiného zvyku, také cvikem nabýti a takměř vychovati. Mámeť na vůli pohlížeti na život se stránky radostné nebo žalostné, a velice na nás samých záleží, jsme-li šťastni nebo nešťastni. Neboť život nám dvě stránky podává - jednu jasnou, druhou zamušilou, a na nás jest, abychom volili. Naučíme-li vůli svou, aby v této volbě rozhodovala pro stránku jasnou, vypěstujeme si zvyk blaženosti; pakli učiníme opak, budeme dále nešťastni. A vůli tímto způsobem řídití můžeme; učme ji hledět k věcem jasnějším a nikoliv k temnějším; a majice oči otevřené pro tmavý mrak, nezavírejme jich pro stříbrný okraj jeho. Jasná záře oka rozlévá světlo, krásu a radost na život ve všech jeho zjevích. Padne na chladnost a zahřeje ji; padne na utrpení a podá mu útěchy; padne na nevědomost a osvíti ji; padne na zármutek a potěší ho. Záře oka zbystřuje rozum, a zvyšuje i krásu samu. Bez ní se ze slunce života netěšíme, květiny nazmar odkvétají, divů nebo ani země nevidíme, ani uznáváme, a stvořený svět celý není leč prázdna, neživotná bezduchá poušť. Jest jasná mysl nejen vydatným pramenem radosti, jest též velmi dobrým strážcem charakteru.

Sam. Smiles.

## Příloha č. 4: Jägerova tabulka – zadní strana

## Číslo 5.

Chladnoucí, stýdnoucí, tichá, skomíravá, smutná jeseň . . . Ale krásná . . . A v té jeseni bohaté sluncem a mladé ještě klamnou jarní přírodou v době zvelebené a požehnané dary naplněných stodol, sýpek, sklepů a komor. Habrůvka chystá se k nejslavnějším svátkům celého roku, koruně všeho vezdejšího života – k hodům. Hody! Jaký to čarovný zvuk pro veselé děti Moravy. V městě vzdálený synek, v přespolní službě sloužící dcerka, kdyby po celý rok ni jedním vzdechem nevzpomněli milé své dědiny, na hody jistě doběhnou, nebo ve vzpomínkách zatoulají se do rodné vsi. Není veselejších, není bezstarostnějších svátků nad tyto, není dnů sytějších a rozmařilejších, není chvil lehkomyslnějších a hýřivějších než-li jsou hody. Člověk, který po celý rok se nikdy řádně nenajedl a žaludek po celý rok šidil zemáky a kořalkou, na hody si dopřeje co hrdlo ráčí. Dětem až k hodům rodiče potízejí šaty, synek až k hodům si chystá nové čizmy, děvče, kdyby po celý rok na sebe kouska hadru nekoupilo, k hodům si jistě zaspoří na nový šátek, hedvábný šjertoch, nové rukávce, sukni a bůhvico ještě, čeho snad ani nepotřebuje. Byla-li komu zlatka po celý rok bohatstvím, na hody jsou všechny milióny světa plevou, v kapse páli kdejaký groš.

»Před hody« – A. a V. Mrštíkovi

## Číslo 6.

Pamatuj, že práce jest podmínkou života. – Čas jest zlatem; nemrhej ani minutou; každá necht ti přinese užítku. – Čiň všem tak, jak sobě přeješ, aby ti jiní činili. – Neodkládej na zítřek, co dnes vykonati můžeš. – Nežádej sobě, co není tvého. – Nepokládej nížádnou věc za tak nepatrnou, abys jí nevěnoval pozornost. – Nevydávej, co se více nevrátí zpět. – Neboť, nýbrž stav. – Učíš sobě největší pořádek pravidlem. – Mysli vždy na to, jak bys co nejvíce dobrého v životě vykonal. – Neupírej sobě ničehož, co ti může učiniti život příjemným, ale žij jednoduše a čestně. – Pracuj až do posledního okamžiku svého života.

## Číslo 7.

Žlutavým jasnem červenaly se dole kvetoucí šípky, v poli jasně se chvěly žluté ohnice, žito zkrvavělé vlnilo se rudými plaménky kohoutků. I myslivna a mlýn, babice černá a v polích ležící silnice nesly na sobě podivnou žlut. Dole na pasece se dosud pásl brav, beran klínal křeplavým zvoncem, do jeho zvuků štěkal pes a Josef se skrčenou nohou obcházel stádo a troubil na svou plechovou trumpetku. Ovce hledaly chlad a kupily se do stínu rozestavených dubů. V tom zase jiný podivný zvuk obrátil jeho pozornost k lesu. To malý ptáček „zvonek“ zazvonil na vršíčku boucí a odletěl zas sotva ze sebe vypravil pět slabounkých tónů.

V. Mrštík.

## Číslo 8.

Nemůže nížádné veselí býti bez nějaké bolesti. Svědomí jest poznání, umí-li člověk rozeznávat, jest-li hřích či není. Chce Bůh, aby každý znamenal, že neurodil se svět na hody, ale k pracování jako pták k létání. Dobré jest člověku, aby se vyvaroval temnosti, samoty a zvláště tesklivosti, neb tu ďábel velmi lidi k zoufalství zavádí. Spravedlivého člověka jest veškeren svět. Pýcha jest konec i počátek a královna všech hříchů. Nížádný zlý obyčej, třeba dávný, nemá držán býti. Lenost je nepřítel duše.

Jan Hus.