

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**

**2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

Barbora Batelková

**Využití mobilních aplikací ve vestibulární  
rehabilitaci**

Bakalářská práce

Praha 2022

Autor práce: Barbora Batelková

Vedoucí práce: Mgr. Klára Kučerová

Oponent práce: Mgr. Martin Bárta

Datum obhajoby: 23. 5. 2022

## **Bibliografický záznam**

BATELKOVÁ, Barbora. *Využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci*. Praha, 2022. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Klára Kučerová.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci. Hlavním cílem práce je rešerše dostupných mobilních aplikací pro vestibulární rehabilitaci, zhodnocení jejich relevantnosti a použití některé z nich u pacienta. Dalším cílem je uvedení přehledu odborné literatury zabývající se tématem mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci

V teoretické části jsou shrnuty poznatky týkající se tématu anatomie a fyziologie vestibulárního systému, kompenzace vestibulárních poruch a vestibulární rehabilitace. Dále pak jsou uvedeny informace o mHealth aplikacích a aplikacích v rehabilitaci. Následuje rešerše dostupné literatury týkající se tématu práce a rešerše mobilních aplikací dostupných na Google Play Store, které jsou nebo mohou být určeny pro využití ve vestibulární rehabilitaci.

V praktické části jsou uvedeny kazuistiky dvou pacientů s vestibulární poruchou, kterým byla aplikována terapie pomocí mobilní aplikace Tebokan po dobu 4 týdnů. U pacientů byly provedeny 3 měření – vstupní, průběžné a závěrečné. Využity byly standardizované testy pro stabilitu stoje (Clinical Test of Sensory Interaction and Balance, CTSIB) a chůze (Functional Gait Assessment, FGA) a vyšetření dynamické zrakové ostrosti (DVA test). Také byl využit standardizovaný dotazník k hodnocení závratí The European Evaluation of Vertigo scale (EEV) a vlastní dotazník k hodnocení aplikace Tebokan, ve kterém se táži pacientů na jejich spokojenost s terapií podle aplikace. Z výsledků z praktické části nelze jasně stanovit efekt terapie – výsledky objektivního měření nejsou jednoznačné a vzhledem k chronické povaze onemocnění pacientů je doba 4 týdnů krátká pro konstatování závěru. Podle odpovědí pacientů v dotazníku k hodnocení aplikace Tebokan lze usoudit, že je tato aplikace uživatelsky jednoduchá kladně hodnocená pro její motivační funkci.

## **Abstract**

The bachelor's thesis focuses on the use of mobile apps in vestibular rehabilitation. The main purpose of this thesis is to provide market research of mobile apps currently available at Google Play Store. Additional goal is to provide an overview of current literature relating to the use of the mobile apps in vestibular rehabilitation.

Theoretical section summarizes knowledge of the anatomy and physiology of the vestibular system, vestibular compensation mechanisms and vestibular rehabilitation practice. It also provides a brief information about mHealth apps and rehabilitation apps. Following topic is a retrieval of the literature scoping mobile apps in vestibular rehabilitation and a search of mobile applications available on the Google Play Store, that are or may be intended for use in vestibular rehabilitation.

Experimental section consists of two case reports of patients with vestibular hypofunction using mobile app for 4-week therapy. Patients underwent 3 measurements (before, during and after the therapy) including Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (CTSIB), Functional Gait Assessment (FGA), and Dynamic Visual Acuity Test (DVA). Also, a standardized questionnaire The European Evaluation of Vertigo scale was used and finally, patients were asked about satisfaction with the therapy using questionnaire. Comparing objective results, the effect of the therapy is not evident – the results vary among both patients and their measurements. Long-term and wide-range study is necessary to determine the effect of the therapy with mobile apps. According to answers from the questionnaire, the app appeared to be comfortably usable with the patients and motivating for practicing regularly.

## **Klíčová slova**

vestibulární rehabilitace, mobilní aplikace, mHealth aplikace, telerehabilitace, telemedicína, vestibulární kompenzace

## **Keywords**

vestibular rehabilitation, mobile apps, mHealth apps, telerehabilitation, telemedicine, vestibular compensation

## **Prohlášení**

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

V Praze 2. 5. 2022

Barbora Batelková

## **Poděkování**

Na tomto místě bych ráda poděkovala Mgr. Kláře Kučerové za trpělivost a věcné připomínky k tvorbě mé práce. Děkuji také pacientům za jejich ochotu a důslednost při autoterapii. Dále bych ráda poděkovala rodině za obrovskou podporu při studiu. Jmenovitě také děkuji Ing. Martinu Batelkovi a prof. RNDr Petru Kulhánkovi za cenné rady (nejen) při psaní mé práce.

## OBSAH

<b>SEZNAM ZKRATEK .....</b>	<b>7</b>
<b>ÚVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>CÍLE.....</b>	<b>10</b>
<b>1 TEORETICKÁ ČÁST .....</b>	<b>11</b>
1.1 ANATOMIE A FYZIOLOGIE VESTIBULÁRNÍHO SYSTÉMU .....	11
1.1.1 Periferní vestibulární systém .....	11
1.1.2 Centrální vestibulární systém .....	14
1.1.3 Základní reflexy vestibulárního systému .....	16
1.2 VESTIBULÁRNÍ PORUCHY .....	18
1.2.1 Periferní vestibulární syndrom .....	18
1.2.2 Centrální vestibulární syndrom .....	19
1.2.3 Vyšetření závratě .....	20
1.2.4 Vyšetření stability .....	20
1.2.5 Vyšetření funkčních schopností .....	22
1.2.6 Vyšetření vestibulo-okulárního reflexu a okulomotoriky .....	22
1.2.7 Subjektivní vizuální vertikála .....	24
1.3 VESTIBULÁRNÍ KOMPENZACE.....	24
1.3.1 Vestibulární adaptace .....	25
1.3.2 Substituce .....	25
1.3.3 Habituace.....	26
1.4 VESTIBULÁRNÍ REHABILITACE.....	27
1.4.1 Principy a cíle vestibulární rehabilitace .....	27
1.4.2 Vestibulární rehabilitace u vybraných vestibulárních poruch .....	29
1.5 MOBILNÍ APLIKACE.....	31
1.5.1 Definice mHealth .....	31
1.5.2 Hodnocení kvality mHealth aplikací.....	31
1.5.3 Mobilní aplikace v rehabilitaci .....	31
1.5.4 Mobilní aplikace ve vestibulární rehabilitaci – řešerše.....	32
<b>2 PRAKTICKÁ ČÁST.....</b>	<b>42</b>
2.1 METODIKA .....	42
2.2 KAZUISTIKA Č. 1 .....	42
2.2.1 Anamnéza .....	42
2.2.2 Vstupní vyšetření .....	43
2.2.3 Průběžné vyšetření .....	45
2.2.4 Závěrečné vyšetření.....	46
1.1 KAZUISTIKA Č. 2 .....	49
2.2.5 Anamnéza .....	49
2.2.6 Vstupní vyšetření .....	50
2.2.7 Průběžné vyšetření .....	52
2.2.8 Závěrečné vyšetření.....	53
2.3 VÝSLEDKY.....	55
2.3.1 Pacientka číslo 1 .....	55
2.3.2 Pacient číslo 2 .....	56
<b>3 DISKUZE.....</b>	<b>57</b>
3.1 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ POUŽITELNOST MHEALTH APLIKACÍ.....	57
3.1.1 Věk .....	57
3.1.2 Bezpečnost ochrany osobních dat .....	57
3.1.3 Odborný dohled a fyzický kontakt s fyzioterapeutem .....	58
3.1.4 Odbornost aplikací.....	59
3.2 NÁVRH MOBILNÍ APLIKACE PRO VESTIBULÁRNÍ REHABILITACI.....	59

---

3.3	DISKUZE K REŠERŠI .....	62
3.4	DISKUZE K PRAKTICKÉ ČÁSTI .....	63
<b>ZÁVĚR</b>	.....	<b>65</b>
<b>REFERENČNÍ SEZNAM</b>	.....	<b>66</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU</b>	.....	<b>76</b>
<b>SEZNAM TABULEK V TEXTU</b>	.....	<b>77</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH</b>	.....	<b>78</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	.....	<b>79</b>



## SEZNAM ZKRATEK

4G – mobilní telekomunikační technologie 4. generace (fourth generation)

BPPV – benigní paroxyzomální polohové vertigo

FGA – Funcional Gait Assessment

CNS – centrální nervový systém

COR – cerviko-okulární reflex

CTSIB – Clinical Test of Sensory Integration and Balance

CTSIB-M – Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance

DGI – Dynamic Gait Index

DVA – Dynamic Visual Acuity Test

DVD – Digital Video Disc

EEV – European Evaluation of Vertigo

GPS – Global Positioning System (globální polohový systém)

HIT – Head Impulse Test (Pulzní test)

HMD – Head Mounted Display

PVS – periferní vestibulární systém

MARS – Mobile Application Rating Scale

mhealth – mobilní zdravotnictví (mobile health)

SVV – subjektivní vizuální vertikála

TVL – tractus vestibulospinalis lateralis

TVM – tractus vestibulospinalis medialis

TUG – Timed Up and Go test

VA – vestibulární aparát

vHIT – Video Head Impulse Test

VOR – vestibulo-okulární reflex

VORx1 – cvičení, při kterém pacient v sedu hýbe hlavou a fixuje nehybný předmět

VORx2 – cvičení, při kterém pacient v sedu hýbe hlavou a fixuje pohybující se předmět

VRHB – vestibulární rehabilitace

VSR – vestibulo-spinální reflex

VS – vestibulární systém

## ÚVOD

V odborné i neoborné literatuře se v poslední době často vyskytuje pojem telemedicína, nebo konkrétněji telerehabilitace. Znamená uplatňování zdravotní péče na dálku, pomocí moderních technologií. Tento pojem zahrnuje vyšetření, kontrolu, prevenci, terapii, konzultaci na dálku. Neexistuje však jednotný návod na poskytování těchto služeb. Existuje mnoho forem telemedicíny, od jednoduché e-mailové komunikace, přes videohovor, až po komplexnější webové platformy či mobilní aplikace. Telerehabilitace přináší velikou výhodu pro pacienty s omezeným přístupem k terapeutovi, například z důvodu vzdáleného bydliště nebo imobility, a její rozvoj v dnešní době pandemie Covid-19 nabývá ještě většího významu. [1]

Jednou z forem telerehabilitace je využití zmíněných mobilních aplikací. Prvním důvodem, proč vidím potenciál v jejich využití v rehabilitaci je, že mobilní telefon umí většina lidí dobře ovládat a neustále ho nosí u sebe. Za druhé, v závislosti s jeho rozsáhlým používáním se technologicky zdokonaluje a jeho operační systém konkuruje operačním systémům výkonných počítačů. Funkce mobilních telefonů tak již není omezená pouze na komunikaci, ale s použitím mobilních aplikací nabyla širokého spektra využití. Jedním z mnoha oblastí využití je i zdravotnictví. Názvem mHealth (mobile health) je označena služba poskytující zdravotní péči pomocí mobilních (přenosných) zařízení. [2]

Jedním odvětvím rehabilitace, které může z využití mHealth benefitovat, je rehabilitace vestibulární, zabývající se poruchami rovnováhy. V léčbě pacientů s těmito poruchami je kromě farmakoterapie kladen důraz na pravidelné cílené cvičení a odbornou edukaci. Ve využití mobilních aplikací vidím potenciál právě v usnadnění terapie při cvičení a edukaci pacienta. Dle mého názoru by tak správným použitím kvalitně navržené a vyvinuté aplikace mohlo dojít ke zlepšení efektivity vestibulární rehabilitace.

## CÍLE

Cílem mé práce je přehledně zpracovat téma využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci. Pro tento účel si práci rozvrhnu do několika cílových bodů.

1. Shrnutí základních poznatků týkajících se vestibulární rehabilitace.
2. Přehled funkcí mobilních aplikací v rehabilitaci.
3. Rešerše dostupné literatury týkající se tématu mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci – průzkum obsahu a rozdělení do kategorií.
4. Rešerše aplikací využitelných ve vestibulární rehabilitaci, dostupných na internetovém obchodu Google Play Store. Následné bližší představení některých relevantních aplikací, které by bylo vhodné klinicky otestovat.
5. Představení dvou kazuistik klinického využití mobilní aplikace u pacientů s vestibulární poruchou.

# 1 TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1 Anatomie a fyziologie vestibulárního systému

Rovnováha je základem každé pohybové dovednosti. Díky ní můžeme udržet stabilitu při stoji, chůzi a veškerých dalších pohybech. Pomáhá nám totiž reagovat na měnící se těžiště těla tak, abychom udrželi žádoucí polohu při provedení určitého pohybu. Informace o poloze a pohybu těla vstupují do centrálního nervového systému (CNS) pomocí tři systémů: zrakového, somatosenzitivního a vestibulárního. Vyhodnocením informací z těchto systémů pak v CNS vznikne impulz pro motorickou odpověď. Tou může být změna postavení hlavy, pohyby očí či koordinace svalů zajišťujících posturu. [3][4]

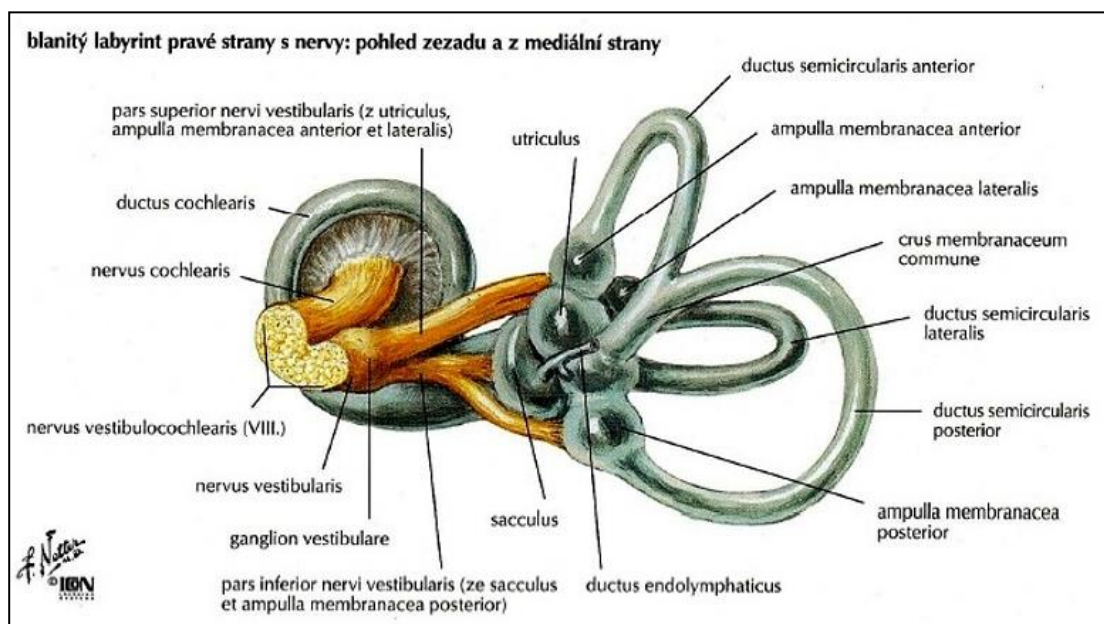
Somatosenzorický systém se skládá z kožních receptorů a proprioceptorů. Kožní receptory registrují dotyk (Meissnerova a Paciniho tělíška), tlak (Merkelovy disky a Ruffiniho tělíška) a teplo či bolest (volná nervová zakončení). Proprioceptory zajišťují pohybovitost a polohovost, tedy vnímání segmentů těla vůči sobě a okolí. Patří mezi ně svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíška a receptory kloubního pouzdra. [5]

Vestibulární systém (VS) poskytuje informace o poloze a pohybu hlavy. Registruje postavení hlavy v gravitačním poli a také změnu rychlosti v přímočarém i kruhovém pohybu. Dělí se na centrální a periferní část. Periferní je tvořena vestibulárním aparátem (VA) a vestibulárním nervem (nervus vestibularis). A mezi základní struktury centrální části patří vestibulární jádra v mozkovém kmeni, mozeček, thalamus a kůra. [3][5]

### 1.1.1 Periferní vestibulární systém

Vestibulární aparát je součástí labyrintu vnitřního ucha uloženého v pyramidě spánkové kosti. Labyrint se skládá z kostěné a blanité (membranózní) části. Kostěný labyrint má část sluchovou (kochlea) a část vestibulární (vestibulum a polokruhové kanálky) a je vyplněn tekutinou zvanou perilymfa. Uvnitř se nachází blanitý labyrint (viz. obrázek 1), vyplněný endolymfou. Ten je (kromě sluchového aparátu) tvořen vestibulárním aparátem. Vestibulární aparát je tvořen polokruhovými chodbičkami (umístěnými

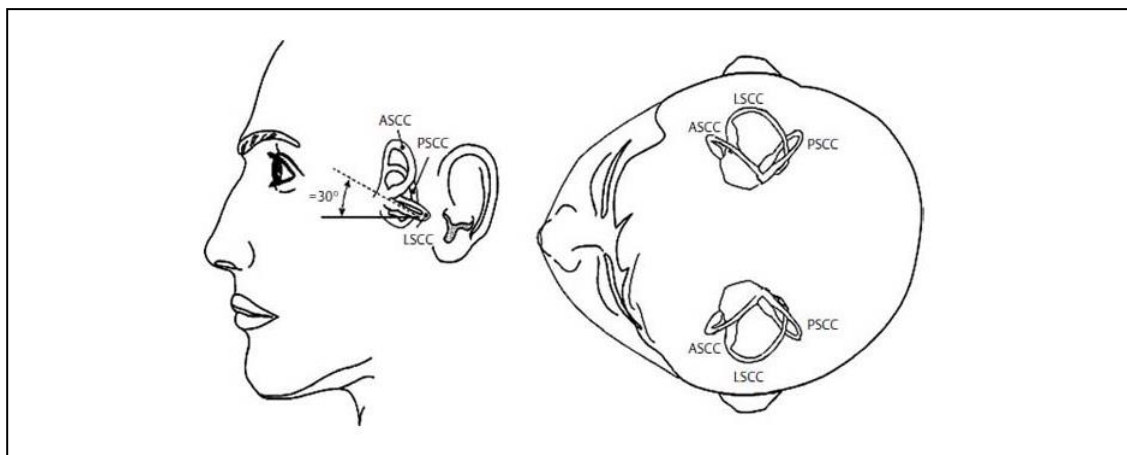
v polokruhových kanálcích) a otolitovými váčky sakulem a utrikulem (umístěnými ve vestibulu). [1]



Obrázek 1: Blaný labyrint

Zdroj: Netterův anatomický atlas člověka [83]

Polokruhové kanálky jsou tři: přední (canalis semilunaris anterior), zadní (canalis semilunaris posterior) a laterální (též horizontální, canalis semilunaris lateralis). Každý kanálek má na ampulách (rozšíření při spojeních chodbičky s vestibulem) vláskové buňky, uložené v gelatózní hmotě zvané kupula kolmo na osu kanálku. Ty dokáží pomocí cílů registrovat deformaci kupuly při pohybu endolymfy a podle směru deformace vyslat excitační, nebo inhibiční nervový signál. Díky tomuto jevu dokáží kanálky registrovat úhlové zrychlení při pohybu hlavou v jejich rovině. Jelikož jsou kanálky uloženy v navzájem kolmých rovinách, je zajištěno vnímání pohybu hlavy v třírozměrném prostoru. Pro představu jejich vzájemného uspořádání v prostoru uvádím obrázek 2. Úhlové zrychlení při pohybu v horizontální rovině, tedy při rotaci hlavy, registrují nejvíce laterální kanálky obou stran těla. Úhlové zrychlení při pohybu v rovině sagitální, tedy při flexi a extenzi hlavy, registrují přední a zadní kanálky. Sumací nervových signálů ze všech tří kanálků a porovnáním se signály druhostranného aparátu vznikne komplexní vjem otáčivého pohybu hlavy. [5][1][6]

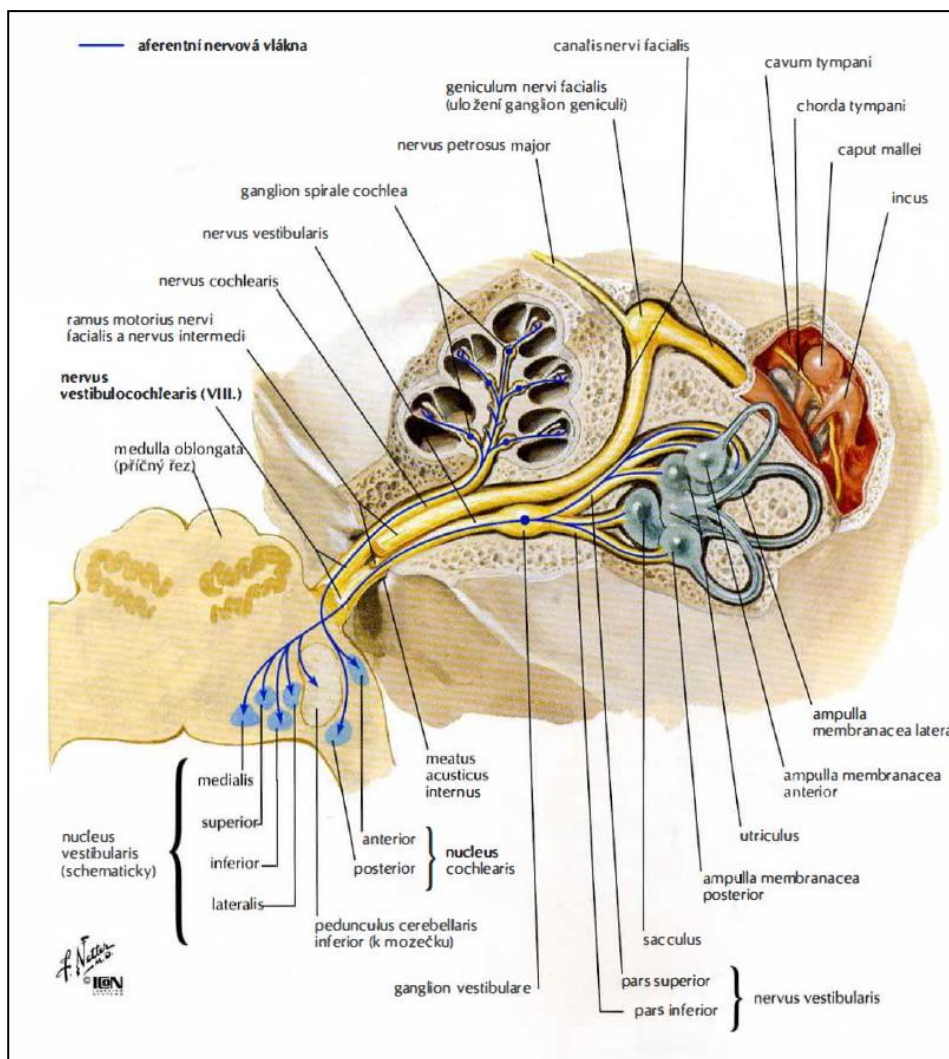


Obrázek 2: Uspořádání polokruhových kanálků v prostoru

Zdroj: Internet [84]

Váčkům (sakulu a utrikulu) se také říká otolitové orgány. Jsou v nich vyvýšeniny zvané makuly, které jsou pokryty otolitovou membránou s vláskovými buňkami a s krystalky uhličitanu vápenatého – otolity – na povrchu. Otolity se při působící síle oproti endolymfě pohybují s vyšším zrychlením. Tento jev dokáží registrovat cilie vláskových buněk na otolitové membráně. Makuly utrikulu jsou přibližně v horizontální rovině, paralelně s laterálním kanálkem, cilie tak dokáží registrovat zrychlení či zpomalení při lineárním pohybu v horizontále a také polohu vůči gravitaci. Makuly sakulu jsou naopak umístěny ve vertikále a registrují tak zrychlení ve vertikále. Funkcí otolitových orgánů je tedy registrace lineárního pohybu hlavy a její polohy vůči gravitaci. [5]

Poslední strukturou periferního vestibulárního systému je nervus vestibularis. Je to čistě sensorický nerv, přijímá informace z vláskových buněk. Jeho dvě větve (horní a dolní) se slučují v ganglion vestibulare a dále pak nerv pokračuje ve společném nervovém svazku s nervus cochlearis až do mozkového kmene – průběh je schématicky zobrazen na obrázku 3. Axony vestibulárního nervu se přepojují ve vestibulárních jádrech prodloužené míchy. [5]



Obrázek 3: Schéma vestibulárního nervu.

Zdroj: Netter 2012 [83]

### 1.1.2 Centrální vestibulární systém

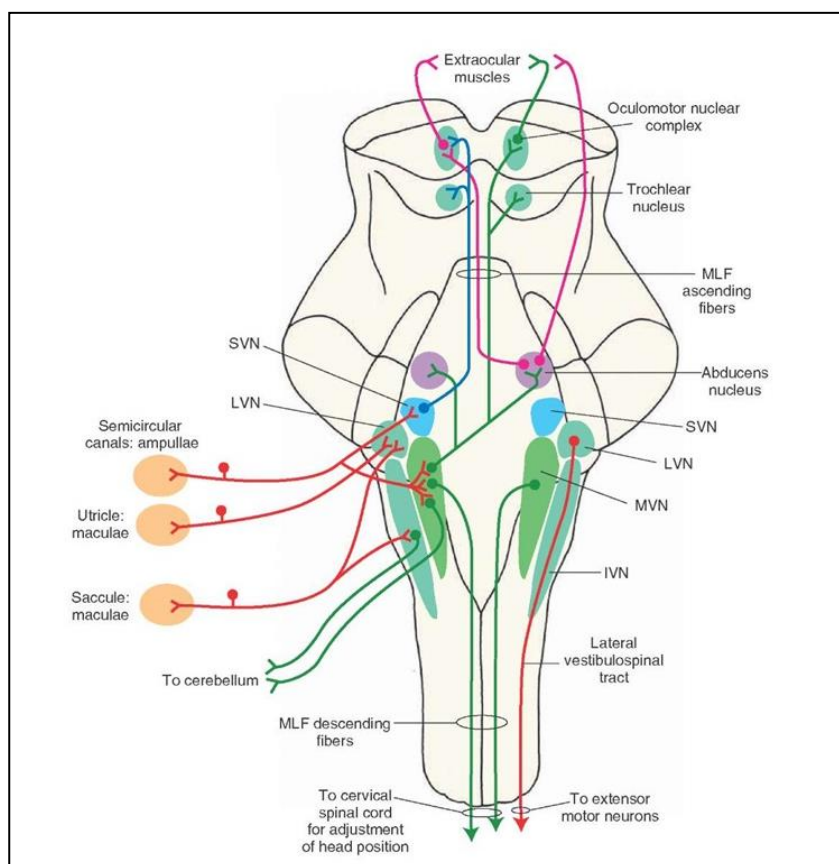
Centrální vestibulární systém zahrnuje vestibulární jádra, mozeček, thalamus a vestibulární kůru.

Vestibulární jádra přepojují signály z periferní části vestibulárního systému do vyšších i nižších struktur CNS: Ascendentně (vzestupně) zejména do mozečku, jader thalamu a vestibulárních oblastí mozkové kůry. Descendentně (sestupně) do míchy a také do ganglií sympatiku (zajišťuje tak i vegetativní reakce při změně impulzů z PVS, například reguluje krevní tlak). [5][7]

Jádra jsou čtyři: horní, mediální, laterální, dolní. Tato jádra jsou navzájem propojena, přesto mají specifickou projekci. Horní a mediální jádro zajišťují vestibulo-okulární reflex (VOR), laterální spolu s mediálním vestibulo-spinální reflex (VSR). Dolní



jádro je propojeno s ostatními jádry a mozečkem. Zjednodušeně lze říci, že laterální jádro vede vzruchy (přes tractus vestibulospinalis lateralis, TVL) k extenzorům (šije, zad, dolní končetiny), zajišťuje tak posturální reakce, a mediální vede (přes tractus vestibulospinalis lateralis, TVM) k okohybným a krčním svalům, čímž zajišťuje koordinaci pohybu hlavy a očí. Dráhy vedoucí z vestibulárních jader jsou znázorněny na obrázku 4. [5][7]



Obrázek 4: Vestibulární dráhy v CNS

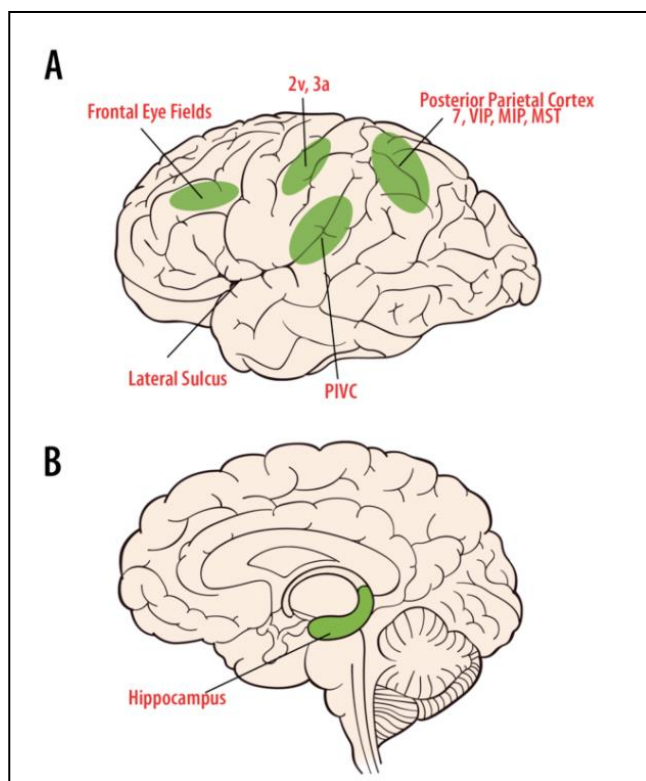
Zdroj: internet [85]

SVN – horní jádro, LVN – laterální jádro, MVN – mediální jádro, IVN – dolní jádro;  
MLF – fasciculus longitudinalis medialis

Mozeček je důležitá struktura pro kontrolu a koordinaci pohybu, jeho nejstarší část (*vestibulocerebellum*) je funkčně spojena s rovnovážným ústrojím. Nervové vzruchy do vestibulocerebella přicházejí přímo z ganlion vestibulare nebo nepřímo z vestibulárních jader. Výsledný nervový výstup pak odchází zejména do laterálního jádra a z něj (jako TVM) do míchy či ascendentně ke kmenovým jádrům. Funkce mozečku v rovnovážném systému pak spočívá v kontrole souhybů hlavy a očí, regulaci svalového tonu a v zajištění přesně prováděných pohybů. [5][7]

Thalamus, konkrétně vestibulární thalamus, je odpovědný za integraci a zpracování vestibulárních a dalších sensorických vjemů a jejich následné přepojení do

mozkové kůry (zejména do vestibulární oblasti v temporoparietálním přechodu, primární somatosenzitivní kůry (arey 2v, 3a), inzuly, ale také do frontálního okohybného pole). Vestibulární oblasti mozkové kůry jsou znázorněny na obrázku 5. [5][8]



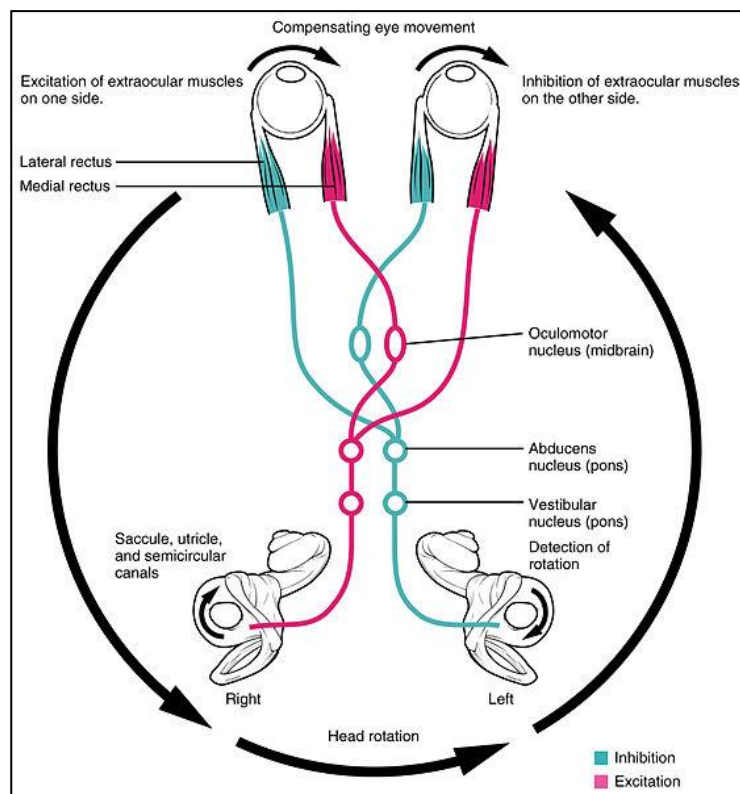
Obrázek 5: Vestibulární korové oblasti.

Zdroj: internet [86]

### 1.1.3 Základní reflexy vestibulárního systému

Základními funkčními jednotkami vestibulárního systému jsou dva reflexy.

První je vestibulo-okulární reflex, který zajišťuje stabilizaci obrazu na sítnici při pohybu hlavy neboli tzv. dynamickou zrakovou ostrost. Díky němu tak dokážeme ostře vidět (nepohybující i pohybující se) objekt i při pohybu hlavou. Reaguje totiž na stimulaci vláskových buněk v polokruhových kanálcích a váčcích tak, že okohybné svaly provádí kompenzační pohyb – opačný než hlava (mechanismus reflexu je zobrazen na obrázku 6). [5]



Obrázek 6: Mechanismus vestibulo-okulárního reflexu  
Zdroj: internet [87]

Funkci VOR lze vyjádřit pomocí gainu. Jedná se o „poměr rychlosti kompenzačního pohybu oka k úhlové rychlosti pohybu hlavy“.<sup>[10]</sup> Hodnota této veličiny při vestibulární poruše klesá a je asymetrická v porovnání s druhou stranou. [5][10]

Spolu s vestibulo-okulárním reflexem se okulomotorice podílí centrálně řízené pohyby, konkrétně plynulé oční sledovací pohyby, konjugované oční pohyby, sakády a optokinetický nystagmus. Okulomotoriku také může ovlivnit cerviko-okulární reflex (COR), ten zajišťuje kompenzační pohyb očí za využití vstupů z proprioceptorů horní krční páteře. Za normální situace nemá velký význam, avšak při vestibulární poruše nahrazuje funkci VOR. [5]

Druhým reflexem je vestibulo-spinální reflex. Zajišťuje stabilitu těla v závislosti na měnících se informacích z vestibulárního a zrakového systému, proprioceptorů a mozečku. Hlavní motorickou drahou je TVL, ta zajišťuje aktivaci ipsilaterálních zádoových svalů a zároveň inhibici svalů kontralaterálních při změně pohybu těla (registrované pomocí sakulu a utrikulu). Zároveň dochází k aktivaci krčního svalstva pro koordinaci pohybu hlavy při rotačním pohybu (registrovaným pomocí polokruhových kanálků) – děje se tak přes TVM. [9]

Vestibulární aparáty obou stran těla podněcují tonické výchylky i oční pohyby kontralaterálně a působí tak navzájem proti sobě v rovnováze. Jakmile však dojde k omezení funkce jednoho VA, bude převahovat tonus z druhého, zdravého VA a projeví se to tonickou deviací na stranu léze. Například při postižení levého VA budou tonické výchylky doleva. [3]

## 1.2 Vestibulární poruchy

Klinický obraz vestibulárních poruch se může lišit v závislosti na závažnosti postižení a topografie léze. Obecně lze ale říci, že časté obtíže pacientů s vestibulární poruchou jsou: závrať během pohybu, nevolnost, snížená zraková ostrost během pohybu hlavy a instabilita (neboli nestabilita) během chůze. Objektivně lze u pacientů s vestibulární poruchou vyšetřit nystagmus, vestibulární ataxii (ta se vyskytuje zejména při chůzi) a tonické úchyly končetin a trupu. [4][48]

Ve většině případů se nejedná o život ohrožující stav, avšak příznaky mají výrazný vliv na kvalitu života. U lidí s vestibulární poruchou je také vyšší incidence pádů. [14][40]

Poruchy rovnováhy však nemusí být vestibulárního původu. Pro správně zvolenou léčbu je nutná diferenciatně diagnostická rozvaha. Mezi nevestibulární příčiny poruch rovnováhy patří například ortostatická hypotenze, psychogenní porucha rovnováhy, cervikogenní závrať nebo také častá závrať intoxikační. K poruchám rovnováhy dochází i u řady neurologických onemocnění, včetně mozečkových a extrapyramidových lézí a periferních neuropatií. [4]

Poruchy vestibulární etiologie se dělí do dvou klinických jednotek. Podle postižené oblasti rozlišujeme periferní a centrální vestibulární syndrom.

### 1.2.1 Periferní vestibulární syndrom

„Periferním vestibulárním syndromem se nazývá stav, při kterém dochází k porušení nebo vyřazení funkce periferní části vestibulárního systému“<sup>[5]</sup>. Hall a kol. (2016) definuje periferní vestibulární hypofunkci podle trvání na akutní (2 týdny od začátku příznaků), subakutní (2 týdny až 3 měsíce od začátku příznaků) a chronickou (více než 3 měsíce od začátku příznaků). Rozlišujeme také jednostranné (unilaterální) a oboustranné (bilaterální) léze. [5][11]

### **1.2.1.1 Unilaterální léze**

Akutní a subakutní jednostranná vestibulární hypofunkce se projevuje zejména statickými příznaky: vertigem (často doprovázeným nauzeou a zvracením), tonickými úchylkami a horizontálně-rotačním nystagmem. Příčinou může být vestibulární neuritida, trauma, Ménièreova choroba, iatrogenní poškození (např. při chirurgickém zákroku nebo jako vedlejší ototoxický účinek některých léků) a jiné léze periferního vestibulárního systému. Vertigo a nystagmus obvykle ustupují do 2 týdnů. [5][11]

Chronickou fází jednostranné vestibulární hypofunkce, pokud došlo k řádné kompenzaci akutních příznaků, lze nazvat stadiem dynamické dysbalance nebo také kompenzovaným periferním vestibulárním syndromem. U takových pacientů pak přetrvávají dynamické příznaky, tedy objevující se při pohybu. Zejména nestabilita a pocit závratí při pohybech hlavy. [5][11]

### **1.2.1.2 Bilaterální léze**

Oboustranná léze PVS je nejčastěji idiopatická, příčinou však může být i autoimunitní postižení, stav po meningoencefalitidě, vestibulotoxické postižení (např. po některých antibiotických lécích) či oboustranná Ménièreova choroba. [5]

Při oboustranné vestibulární hypofunkci jsou dominantní příznaky oscilopsie a nejistota vázaná na pohyb. [5]

### **1.2.1.3 Benigní paroxysmální polohové vertigo**

Benigní paroxysmální polohové vertigo (BPPV) je specifické onemocnění periferního vestibulárního systému. Jedná se o poruchu vestibulárního aparátu, pro kterou je typická polohově vázaná závrať, objevující se v krátkých atakách. Příčinou je uvolnění otolitů z váčků (sakulu a utrikulu) a jejich migrace do endolymfy polokruhového kanálku, nejčastěji laterálního. Uvolněné otolity způsobují pohyb endolymfy po již ukončeném pohybu hlavy a dráždí tak cilie vláskových buněk v polokruhovém kanálku a vytváří tak vjem neexistujícího rotačního pohybu. [5][13]

## **1.2.2 Centrální vestibulární syndrom**

Mezi centrální vestibulární syndrom patří různé poruchy vyskytující se u řady onemocnění centrálního původu. Postiženy mohou být vestibulární či okulomotorická jádra, střední mozek, thalamus, mozeček a vestibulární kortex. Nejčastěji bývají

přítomny poruchy okulomotoriky (různé druhy nystagmu a poruchy centrálně řízených očních pohybů) a stability, které mohou být doprovázeny dalšími neurologickými příznaky. [5]

### **1.2.3 Vyšetření závratě**

Závrať je subjektivní, nezměřitelný pocit neexistujícího pohybu, a to pohybu těla vůči okolí nebo naopak pohybu okolí vůči tělu. Pro pocit rotačního pohybu (rotační závrať) existuje pojem vertigo, vyskytuje se zejména u periferních vestibulárních poruch. Na druhou stranu existuje také typ závratí, kterou lze popsat jako pocit nejistoty a „plavání“ v prostoru. V anglickém jazyce má název „dizziness“ a vyskytuje se spíše u poruch z centrální vestibulární, nebo nevestibulární etiologie. [5][14]

Pojem oscilopsie je pojem rozpořbovaného okolí, zejména při pohybech hlavou (typicky během chůze). Je častým projevem oboustranné vestibulární léze. Lze ji subjektivně hodnotit pomocí vizuální analogové škály. [11][15]

Pro diferenciální diagnostiku závratí je nutná pečlivě odebraná anamnéza s podrobným popisem charakteru závratí. Existují také dotazníky, které hodnotí buď symptomatologii závratí (The Vertigo Symptom Scale, European Evaluation of Vertigo – EEV – aj.), kvalitu života (Dizziness Handicap Inventory, Vertigo Handicap Questionnaire aj.), nebo obojí (Vertigo Dizziness Imbalance questionnaire). [5]

### **1.2.4 Vyšetření stability**

Instabilita patří mezi časté obtíže pacienta s vestibulární poruchou. Jedná se o neschopnost udržet rovnováhu, což je nežádoucí vzhledem k riziku pádů. Jednou z příčin instability může být patologie VSR, dochází pak k tonickým výchylkám trupu a končetin na stranu léze. Směr výchylek ale může být i jiný, v příloze 1 přikládám tabulku zobrazující charakter výchylek a pádů a jejich příčiny. [4][5]

Unterbergova-Fukudova zkouška hodnotí vestibulární výchylky při pochodování na místě s předpaženými rukama a zavřenými očima po dobu 30 sekund. Sleduje se odchýlení (rotace či posun) pacientova těla od výchozí polohy. Při hypofunkčním VA dochází k odchýlení na stranu léze. Za signifikantní odchylku je považován úhel rotace 30° a více. [4][5][52]

Pro hodnocení stability stoje je používán Rombergův test. Ten vyšetřuje stoj nejprve s otevřenými očima, poté 30 s se zavřenými očima. Pozitivita se udává při ztrátě rovnováhy a může značit poruchu aferentace, například z vizuálního nebo vestibulárního systému. Pro větší senzitivitu existuje několik variant tohoto testu, např. v tandemovém stoji (Sharpened Romberg Test<sup>[16]</sup>, také Tandem Romberg<sup>[17]</sup>). Kolář a kol.<sup>[4]</sup> uvádějí pojmy Romberg II a III, které jsou používány pro vyšetření se zavřenými očima v prostém stoji (Romberg II) a spatném stoji (Romberg III). Čada<sup>[5]</sup> v této souvislosti pracuje s pojmy stoj I, II a III. Stoj I znamená vyšetření stoje v základním postavení, stoj II při stoji spatném a stoj III se zavřenými očima. Zmiňuje také vyšetření tandemového stoje, které je vysoce senzitivní pro vestibulární poruchy. [4][5][16][17]

Variantou Rombergova testu je stoj na jedné noze (Single Leg Stance Test). Hodnotí se stabilita a tendence k pádům. Test však může být ovlivněn sníženou silou svalů dolních končetin či sníženou propriocepcí na akrech, zejména u starších lidí. [17]

Pro vyhodnocení funkčnosti jednotlivých sensorických vstupů podílejících se na udržení rovnováhy (vizuální, proprioceptivní a vestibulární systém) je kromě Rombergova testu používán také Clinical Test of Sensory Integration and Balance (CTSIB). Vyhodnocuje 6 modifikací stoje – stoj na pevné podložce a stoj na měkké podložce, oba stoje ve třech různých variantách: s otevřenými očima, zavřenými očima a s vizuální kopulí, která omezuje periferní vidění a zároveň zkresluje vizuální vjem. V praxi je častěji používaná modifikovaná verze (Modified Clinical Test of Sensory Integration and Balance, CTSIB-M), která pracuje se čtyřmi modifikacemi stoje, a to s již zmíněnými bez variant s vizuální kopulí. U každé modifikace se měří doba, kdy je pacient schopen udržet rovnováhu, maximálně však 30 sekund. Na každou modifikaci jsou tři pokusy a časy se průměrují. Celkové skóre je součtem průměrných časů ze všech modifikací, maximální skóre CTSIB je tedy 180 bodů (1 bod = 1 sekunda), u CTSIB-M 120 bodů. [18][19]

Pro objektivizaci stability lze kromě standardizovaných testů využít stabilometrii. Jedná se o přístrojové vyšetření, které měří posturální výchylky stojícího pacienta. Výhoda stabilometrie spočívá v kvantifikaci poruchy rovnováhy a lze ji tak použít pro sledování progresu onemocnění či efektu terapie v čase. [5]

### **1.2.5 Vyšetření funkčních schopností**

Pro hodnocení míry postižení v důsledku vestibulární poruchy je nutné vyšetřit funkční limitace v běžných denních činnostech. Existují standardizované testy hodnotící rovnováhu jedince ve statických nebo dynamických činnostech. [17]

Bergova balanční škála (Berg Balance Scale) je funkční test hodnotící rovnováhu ve 14 různých úkolech. Využíván je zejména pro hodnocení rizika pádu a je také vhodným testem pro sledování efektu terapie v čase. V příloze 2 jsou vypsány jednotlivé úkoly a jejich skórování. Každý úkol je hodnocen body 0–4, přičemž 4 body znamenají vykonání úkolu v plném rozsahu a bezpečně. [17]

Timed Up and Go (TUG) test hodnotí čas, během kterého pacient vstane ze židle, obejde kužel vzdálený 3 metry a vrátí se zpět do sedu. Tento test je velice jednoduchý a slouží zejména k hodnocení rizika pádu. [17]

Dynamic Gait Index (DGI) vyšetřuje pacientovu schopnost udržet stabilitu chůze při složitějších úkonech. Vyšetřuje se 8 situací a hodnotí se body 0–3 podle míry stability chůze a potřeby asistence (viz příloha 3). Cooková a kol.<sup>[20]</sup> vyvinuli modifikovanou verzi, která kromě míry asistence a stability chůze hodnotí i její rychlost. [17][20]

Obdobou DGI je Functional Gait Assessment (FGA). Tento test je vyvinut pro hodnocení stability u vestibulárních poruch. Vyšetřuje se 10 situací – 7 z nich vychází z DGI a 3 jsou nové, přidané pro senzitivnější vyšetření funkce vestibulárního systému. Jsou to chůze pozpátku, tandemová chůze, chůze se zavřenýma očima. V příloze 4 je zobrazen formulář pro hodnocení. [17][21]

### **1.2.6 Vyšetření vestibulo-okulárního reflexu a okulomotoriky**

Vyšetření funkce VOR je součástí vyšetření okulomotoriky. Jednostranné postižení VOR se projevuje nystagmem, oboustranné oscilopsií vázanou na pohyb hlavou. [5]

#### **1.2.6.1 Nystagmus**

Nystagmus jsou reflexní oční pohyby kmitající střídavě k opačným stranám. Vestibulární nystagmy jsou statickým projevem patologie VS a podle etiologie je dělíme na centrální a periferní. Ty se liší svým charakterem. U periferního nystagmu se, na rozdíl od centrálního, oči pohybují rytmicky a bifázicky, tedy s pomalou fází do jednoho směru a rychlou do směru opačného. Pomalá fáze je dána patologií VOR, rychlá fáze je



kompenzačním pohybem, tzv. sakádou, centrální etiologie. Intenzita periferního nystagmu, na rozdíl od centrálního, koreluje s intenzitou vertiga. Periferní vestibulární nystagmus má typicky horizontálně rotační směr a je patrnější při pohledu k nepostiženému labyrintu. Rychlá složka nystagmu směřuje ke zdravému labyrintu. Naopak nystagmus centrální může mít i směr vertikální nebo kombinovaný. [5]

Periferní nystagmus bývá inhibován při fixaci zraku, proto je klinicky nejlépe vyšetřen pomocí Frenzelových brýlí, které vizuálně snímají zakryté oči, a odstraňují tak zrakovou fixaci. Spontánní nystagmus pozorujeme při pohledu přímém, pohledový pak při pohledu šikmém, do stran a nahoru, přičemž sledujeme směr, intenzitu a charakter nystagmu. [5]

Pro přesnější registraci očních pohybů jsou využívány přístrojové metody elektronystagmografie (ENG) a videookulografie (VOG). ENG snímá oční pohyb pomocí elektrod umístěných na kůži po stranách orbity a VOG snímá oční pohyb pomocí digitálního zpracování obrazu snímaného ze speciálních brýlí – ty mají v sobě kameru (registrující pohyb očí), případně i gyroskop (měřící polohu hlavy vůči gravitaci) a akcelerometr (měřící lineární zrychlení při pohybu hlavy). [22]

#### **1.2.6.2 Pulzní test**

Pokud se u pacienta neobjevuje spontánní nystagmus a máme podezření na poruchu VS, je na místě vyšetření dynamické dysbalance VOR. Provádí se zejména Pulzním testem (neboli Head impulse test, HIT). Vyšetřující provede rychlé pohyby hlavou pacienta a sleduje, zdali při tomto rychlém pohybu pacient udrží fixovat pevný bod před sebou. Pokud ne, objeví tzv. refixační sakáda a test je pozitivní. Pozitivita testu značí poruchu určitého polokruhového kanálku (záleží na rovině, ve které byl pohyb proveden) a s jistotou lze říci, že se jedná o periferní lézi. Stejně jako u nystagmu je možné oční pohyby při HIT zaznamenat přístrojovou metodou, např. videookulografií, kdy lze kromě refixační sakády zaznamenat i např. mikrosakády. Pulzní test s využitím videa se nazývá Video Head Impulse Test (vHIT). [5][15][51]

#### **1.2.6.3 Zkouška dynamické zrakové ostrosti**

Dynamickou dysbalancí VOR bývá také narušená dynamická zraková ostrost. Pacienti tak mají potíže s ostrostit zrakem během pohybu hlavou. Vyšetřujeme ji zkouškou dynamické zrakové ostrosti (Dynamic Visual Acuity Test, DVA). Porovnává se dynamická oproti

statické ostrosti. Pacient sedí v určité vzdálenosti od optotypu a čte písmena v řadě. Hodnotí se nejnížší řádek, který pacient přečte bez chyb. Následně terapeut rotuje s pacientovou hlavou a ten se znovu snaží bez chyb přečíst co nejnížší řádek optotypu. U jedince se zdravým vestibulárním aparátem by měla být hodnota přečteného řádku stejná ve statické i dynamické situaci. U jedinců s poruchou VA dynamická zraková ostrost klesá, a tudíž bez chyb přečtou vyšší řádky. [5][16]

### **1.2.7 Subjektivní vizuální vertikála**

Pro hodnocení funkce otolitových orgánů se vyšetřuje percepce subjektivní vizuální vertikály (SVV). Vyšetření probíhá v opticky izotropním prostředí a pacient má za úkol pomocí ukazatele určit přesnou vertikálu. Pacient s vestibulární lézí má porušené vnímání vertikály a ukazatel umístí nakloněný zhruba 10 stupňů k hypofunkčnímu labyrintu. [22][45]

## **1.3 Vestibulární kompenzace**

Lacour (2006, 2015) dělí příznaky vestibulárních poruch na statické, objevující se v klidu, a dynamické, objevující se při pohybu těla či hlavy. Tyto dvě skupiny se liší nejen dobou, kdy nastávají, ale i mechanismem, při kterém dochází ke kompenzaci (tedy k obnově poškozené funkce). Mechanismy kompenzace jsou centrálního původu, znamená to, že při poškozené vestibulární funkci dochází k nervové reorganizaci v oblasti CNS vlivem procesu neuroplasticity (schopnosti tvorby nových neuronálních spojů). [11][26][27]

Statické příznaky dominují na počátku onemocnění a zcela vymizí během několika měsíců. Patří mezi ně například spontánní nystagmus, šikmá deviace bulbů, změna subjektivní percepce zrakové vertikály, výchylky hlavy a těla, vertigo a vegetativní symptomatika. Pokud nedojde k samovolné reparaci poškozeného vestibulárního aparátu, příznaky přetrvávají a je nutný proces kompenzace. Ten je u statických symptomů vysvětlován vestibulocentrickou teorií. Teorie pracuje s předpokladem, že neuroplastické děje probíhají v oblasti vestibulárních jader. Dochází tam k obnově balancované elektrické aktivity – neuron vestibulárního jádra poškozené strany začne

vykazovat spontánní elektrickou aktivitu srovnatelnou s aktivitou neuronu kontralaterálního, zdravého jádra. [26][30]

Dynamické příznaky, například poruchy stability při pohybu a poruchy dynamických funkcí VOR (pokles gainu VOR), trvají oproti těm statickým delší dobu a jsou hůře napravitelné. Na rozdíl od statických symptomů je dle některých studií proces jejich kompenzace komplexnější – je využíváno více oblastí CNS a více kompenzačních strategií. [26][27]

Existují tři základní mechanismy podílející se na vestibulární kompenzaci – adaptace, substituce a habituace.

### **1.3.1 Vestibulární adaptace**

Adaptační mechanismus se týká regulace neuronální aktivity vestibulo-okulárního reflexu. Při unilaterální poruše klesá hodnota gainu VOR, a to zejména při vyšší rychlosti pohybu hlavy. Znamená to, že nedochází ke správnému kompenzačnímu pohybu oka a vzniká porucha dynamické zrakové ostrosti a nystagmus. K úpravě funkce, kdy se gain VOR normalizuje, dochází zhruba od 1 do 3 měsíců<sup>[10]</sup>. Avšak dochází tak pouze pro pomalé pohyby hlavou. Při rychlejších pohybech klinické příznaky přetrvávají, avšak je prokázáno, že vhodnými cviky lze symptomy potlačit. [5][10][10][24]

### **1.3.2 Substituce**

Substituční mechanismy mají za úkol nahradit porušenou vestibulární funkci. [23][30]

Herdman<sup>[23]</sup> uvádí dvě skupiny substitučních mechanismů:

- 1) Substituční mechanismy pro zrakovou stabilitu – potenciace COR; modifikace sakád (např. refixační sakáda, která nastává po rychlých pohybech hlavy na stranu léze, nebo skrytá (covert) sakáda, která se objevuje již před dokončením pohybu); centrální přeprogramování očních pohybů.
  - 2) Substituční mechanismy pro posturální stabilitu – zraková a somatosenzorická substituce (viz níže senzoričká substituce); centrální přeprogramování pohybu.
- [23][27]

Deveze a kol.<sup>[30]</sup> dělí substituci na senzoričkou, behaviorální a kognitivní.

### **1.3.2.1 Behaviorální a kognitivní substitute**

Behaviorální a kognitivní substitute zahrnují strategie, které nahrazují ztrátu vestibulární funkce. Behaviorální strategie jsou spíše automatické, zatímco kognitivní jsou prováděné vědomě.

Stejně jako sensorická substitute mají tyto velkou variabilitu mezi jedinci. Někteří využívají strategii vyhýbání se pohybům způsobujících obtíže, někteří místo izolovaného pohybu hlavy využívají pohybu trupu s fixovanou hlavou nebo během pohybu hlavy zavírají oči či mrkají. Dále také může nastat zvýšení gainu COR, modifikace sakád a jiné strategie. [27][30]

### **1.3.2.2 Sensorická substitute**

Sensorická substitute znamená využití zrakových a somatosenzorických systémů pro zlepšení posturální stability. Poměr využití těchto dvou systémů je velice individuální. Někteří pacienti se více spoléhají na proprioceptory, zatímco jiní na zrak.[27]

Existuje pojem vizuální vertigo, jimž se označuje stav, který pociťuje jedinec s vestibulární lézí, který se příliš spoléhá na zrakové vjemy. Děje se tak při sensorickém konfliktu, například při rychlé jízdě po silnici nebo v davu lidí, kdy je vizuální systém „přehlcen“ vjemy. V takovýchto situacích lidé, kteří se spoléhají na zrak a nedokáží situaci kompenzovat použitím propriocepce, pociťují závrať a nevolno. Těmto situacím se pak vyhýbají a proces kompenzace je zdlouhavější, nebo spíše nenastává a příznaky přetrvávají. U pacientů s vestibulárním vertigem je pak jedním z cílů vestibulární rehabilitace intenzivní a organizované vystavování situacím, které symptomy vyvolávají. Využívá se kompenzačního mechanismu habituace. [25][25][42]

### **1.3.3 Habituace**

Jedná se o děj na neurofyzilogickém podkladě, kdy takzvaným „přivykáním“ si na opakovaný stimul mizí zejména projevy typické pro akutní fázi periferní léze, jako je nystagmus a závrať. [11]

## 1.4 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace (VRHB) zahrnuje zejména léčbu pacientů s vestibulárními lézemi, avšak moderní studie prokazují i efekt u poruch rovnováhy jiné etiologie. [29]

Pro správně provedenou rehabilitaci je nutné podrobné vyšetření. To zahrnuje neurologické a otorinolaryngologické vyšetření, kineziologický rozbor a vyšetření funkčních schopností. Dále také speciální vyšetření, například stabilometrie a elektrofyzilogické vyšetření labyrintu. [10]

Terapii je nutné zacílit na konkrétní postižení. Pro různé funkční postižení volíme různé rehabilitační strategie. Efekt terapie je závislý také na míře postižení a na individuálních aspektech pacienta (například na jeho kognitivních schopnostech, motivaci a sociálním zázemí). [28]

### 1.4.1 Principy a cíle vestibulární rehabilitace

Principy rehabilitace vycházejí ze znalostí mechanismů kompenzace vestibulární poruchy. [10]

Hlavním cílem vestibulární rehabilitace je dle Horak<sup>[24]</sup> podpora kompenzace CNS při periferní vestibulární dysfunkci. Whitney a kol.<sup>[17]</sup> uvádějí cvičební přístupy, které mají za cíl redukci závratě a posturální instability, zlepšení zrakové ostrosti a podporu funkčních schopností. Hall a kolektiv autorů<sup>[11][12]</sup> pohlíží na VRHB jako na kombinaci čtyř cvičebních komponent, cílících na různé funkční limitace: 1) cvičení zrakové ostrosti (***gaze exercises***), 2) habituační cvičení (***habituation exercises***) včetně optokinetické stimulace, 3) cvičení rovnováhy a chůze (***balance and gait training***), 4) cvičení pro celkovou kondici (***general conditioning***), jako např. dlouhodobá chůze a aerobické cvičení.

#### 1.4.1.1 Cvičení zrakové ostrosti

Tato cvičení zahrnují pohyby hlavou při zaostření na stacionární či pohyblivý objekt. Pohyby by měly být prováděny v co nejvyšší frekvenci, při které ještě pacient dokáže zaostřit předmět. Tyto cviky využívají mechanismu vestibulární adaptace. Další variantou je podpora náhradních strategií substitučními mechanismy. Například nácvik aktivního zaostřování mezi dvěma předměty, přičemž pohyb očí předchází pohybu hlavou.

Potenciálně tak dochází k facilitaci (neboli usnadnění) přeprogramování automatických očních pohybů. [11]

Podle Herdman (1998) je využití substitučních strategií pro kompenzaci funkce účinné pouze pro nízké frekvence pohybů, proto pro znovuzískání optimální funkce doporučuje zvyšování gainu VOR adaptačními mechanismy. [23]

#### **1.4.1.2 Habituační cvičení**

Habituační cvičení je systematické vystavování stimulům, které vyvolávají závrať. Při opakovaném vystavování těchto stimulů dochází k postupné redukci symptomů. [11]

Jednou možností habituačního cvičení je promítání optokinetických stimulů. Jedná se o pohyblivé vizuální vjemy, kterými je pacient (například s vizuální závratí) cíleně vystavován. Takovéto cvičení je vhodné zejména u pacientů pociťujících vizuální vertigo. Kombinací s dalším vestibulárním cvičením může mít také vliv na zvýšení gainu VOR. [17][42]

#### **1.4.1.3 Cvičení rovnováhy a chůze**

Cvičení rovnováhy zahrnuje statické i dynamické podmínky, které zvyšují nároky na rovnovážný systém. Cílí na facilitaci senzorické substituce, tedy na využití vizuálních a/nebo somatosenzorických vjemů pro kompenzaci vestibulární poruchy. Jedná se o cviky pro stabilitu stoje a chůze v různých modifikacích. Za prvé, změnou propioceptivního vstupu – pěnové podložky nebo jiné labilní plochy. Za druhé, vyloučením zrakové kontroly – zavřením očí nebo vyrušením jinou aktivitou, (např. házením míčku nebo pohybem paží). Za třetí, zúžením opěrné baze – například ve spatném či tandemovém stoji. Tyto modifikace se mohou různě kombinovat, v závislosti na individuálních schopnostech pacienta. [30][11]

#### **1.4.1.4 Kondiční cvičení**

Kondiční cvičení ve vestibulární rehabilitaci má za úkol podporu jakékoli fyzické aktivity, jež přináší obecné přínosy pro zdraví jedince (např. prevence vzniku civilizačních onemocnění a psychických poruch). U vestibulárních pacientů bývá fyzická aktivita omezená z důvodu limitujících obtíží, jako je nestabilita a závrať. Je tedy třeba vybrat takovou aktivitu, která je bezpečná a zároveň motivující, například chůze na výdrž nebo stacionární rotoped. [11]

### **1.4.2 Vestibulární rehabilitace u vybraných vestibulárních poruch**

Hall a kol.<sup>[11]</sup> vypracovali v roce 2016 vědecky podložená doporučení, neboli *guidelines*, pro periferní vestibulární hypofunkci. Tato doporučení byla aktualizována koncem roku 2021<sup>[12][12]</sup>. Další studie také dokazují, že cílenou vestibulární rehabilitaci lze aplikovat i na další poruchy rovnováhy, včetně centrálního vestibulárního syndromu<sup>[29]</sup>.

#### **1.4.2.1 Periferní vestibulární syndrom**

V akutní a subakutní fázi unilaterální vestibulární hypofunkce jsou doporučeny cviky na zrakovou ostrost v domácím prostředí minimálně třikrát denně, celkem 12 minut denně. Pro chronickou fázi je doporučeno totéž cvičení třikrát až pětkrát denně, celkem 20 minut za den. Jedná se o cviky, při nichž pacient hýbe hlavou a sleduje nehybný či pohybující se předmět. [11][12]

Vestibulární cvičení v akutní a subakutní fázi unilaterální léze napomáhá urychlit a podpořit řádnou kompenzaci stavu. Dle Hall a kol.<sup>[11]</sup> by se mělo začít, dokud stále trvají symptomy akutní fáze. Čákrta a kol.<sup>[10]</sup> doporučují rehabilitovat od druhého dne a kromě asistované vertikalizace doporučují cviky tlumící spontánní nystagmus, tedy cviky s fixací pevného a pohyblivého cíle. Pohyby (hlavy či sledovaného objektu) při tomto cvičení by měly být pomalé. [5][10][11]

Po kompenzaci příznaků akutní unilaterální léze nastává chronická fáze, tzv. kompenzovaný periferní vestibulární syndrom. Dle Čákrta a kol.<sup>[10]</sup> dominuje problém asymetrie VOR. Upřednostňují tak rehabilitační postupy, které zvyšují gain VOR. Pro tento účel zmiňují cvičení pro zlepšení stability retinálního obrazu, při kterém pacient hýbe hlavou a čte text na nehybném objektu. Cílem je dosáhnout co nejvyšší rychlosti plynulého pohybu hlavou tak, aby pacient viděl text jasně a nerozostřeně. [5][10]

Při bilaterální vestibulární hypofunkci převažují symptomy jako je oscilopsie a nejistota při stoji a chůzi zejména při vyloučení zrakové kontroly. Vestibulární rehabilitace u těchto pacientů má za úkol mimo jiné sensorickou substituci při stoji a chůzi. Lze také využít přístrojové metody poskytující biologickou zpětnou vazbu (biofeedback). Ty mají za úkol snímat informace z okolí a předávat je pacientovi. Ten pak na základě těchto informací reaguje, například zlepšením posturální stability. Mezi takovéto přístroje patří vizuální zpětná vazba (pomocí stabilometrické plošiny je snímán

pacientův pohyb na monitor počítače) a elektrotaktilní stimulace jazyka (přístroj BrainPort Balance Device umístěný intraorálně snímá pohyb hlavy v gravitaci a vysílá signály na elektrodovou desku umístěnou na jazyku). [5][17][31]

Hall a kol.<sup>[12]</sup> doporučují u pacientů s unilaterální vestibulární hypofunkcí odbornou konzultaci jednou týdně, u akutní a subakutní fáze po dobu 2 až 3 týdnů, u chronické po dobu 4 až 6 týdnů. Pro bilaterální hypofunkci taktéž platí konzultace jednou týdně, ale po dobu 8 až 12 týdnů.

#### **1.4.2.2 Benigní paroxysmální polohové vertigo**

BPPV lze diagnostikovat na základě pečlivě provedené anamnézy a pozitivně polohového testu. Pro diagnostiku BPPV zadního polokruhového kanálku, které zahrnuje 80–90 % případů BPPV, se používá *Side-lying test* a *Dix-Halpikeho test*. Jejich pozitivita se udává při nystagmické reakci, která nastává během 3–10 sekund po ukončení polohování a následně po 60 sekundách vymizí. Terapie spočívá v repositionálních manévrech (pro zadní kanálek Epleyho a Sémontův manévr), jejichž cílem je odstranění otolitů z postiženého kanálku. Tyto manévry by se měly opakovat do té doby, než vymizí příznaky. [5][13]

#### **1.4.2.3 Centrální vestibulární syndrom**

Pro centrální vestibulární syndrom je na základě klinického obrazu doporučen nácvik plynulých sledovacích pohybů, sakád a fixačních pohybů oka, dále také nácvik stability pro prevenci pádů. Je ovšem nutné znát etiologii a vyloučit závažné příčiny, jako například cévní mozková příhoda, nádor mozku či neuroinfekt. [5][10]



## 1.5 Mobilní aplikace

### 1.5.1 Definice mHealth

Technologie mHealth, též mobile health, je dle světové zdravotnické organizace definována jako poskytování léčby a veřejného zdravotnictví pomocí přenosných zařízení, jako jsou mobilní telefony, monitorovací zařízení, osobní digitální asistenti a jiná bezdrátová zařízení. [2]

U mobilního telefonu lze kromě klasického volání a psaní SMS využít i jeho komplexnějších funkcí, například globální polohový systém (GPS), 4G (fourth generations) telekomunikaci, kameru či mikrofon. Pro využití ve vestibulární rehabilitaci je dobré zmínit i zabudovaná pohybová čidla (tzv. interní senzory) – akcelerometr (měřící lineární zrychlení), gyroskop (měřící rotační zrychlení) a magnetometr (měřící polohu vůči magnetickému poli země). [38]

### 1.5.2 Hodnocení kvality mHealth aplikací

V současné době existuje přes 300 tisíc mHealth aplikací pro mobilní telefony, avšak většina z nich nebyla vědecky zkoumána a jejich kvalita není na trhu dostatečně regulována. Je tedy obtížné vybrat takovou, která by byla vhodná pro využití v klinické praxi. [32]

Z tohoto důvodu vznikla standardizovaná škála pro hodnocení mHealth aplikací: Mobile Application Rating Scale (MARS), která hodnotí jejich kvalitu. Skládá se z pěti oblastí: zábavnost, estetika, funkcionalita, kvalita informací, subjektivní kvalita. Vzorové otázky jsou zobrazeny v příloze 5. [34]

Mobile Health App Database (MHAD) je databáze mHealth aplikací, informující o jejich kvalitě. V současné době obsahuje 1190 aplikací hodnocených škálou MARS, rozdělených do devíti kategorií. Žádná z kategorií však neobsahuje aplikace specializované na vestibulární rehabilitaci. [32][33]

### 1.5.3 Mobilní aplikace v rehabilitaci

Dle Ramey a kol.<sup>[36]</sup> mohou mHealth aplikace nabízet kombinace různých funkcí:

1. poskytování vědecky podložených informací;

2. podpora compliance k léčebnému plánu (tzn. pacientův soulad s terapií, dodržování pravidel atd.);
3. zápis symptomů a biometrických údajů a jejich sledování v čase;
4. usnadnění komunikace mezi pacientem a terapeutem;
5. podpora „comprehensive self-management“, což lze přeložit jako podpora sebeobsluhy či obecného fungování v životě s handicapem. [35][36]

Nussbaum a kol.<sup>[39]</sup> vytvořili přehledový článek týkající se mobilních aplikací v rehabilitaci. Celkový počet aplikací zahrnutých do studie byl 102. Kromě jiného u těchto aplikací zkoumali jejich účel a funkcionality. Nejčastější funkcionalitou bylo upozorňování, například na medikaci nebo na nadcházející kontrolu. Další časté funkce byly zaznamenávání symptomů a nastavení cílů terapie. Méně časté funkce byly například: zabezpečená komunikace s terapeutem, zaznamenávání fotografií pro zhodnocení terapeutem a terapie formou hry (anglicky gamification). Žádná z aplikací neumožňovala spojení dat s elektronickým systémem zdravotnictví, což autor považuje za důležitou funkci pro poskytování personalizované zdravotní péče. [39]

Galea<sup>[4]</sup> ve své studii uvádí výhodu telerehabilitace pro pacienty s motorickými deficity, s vyššími kortikálními lézemi, s depresemi po iktu a také pro pacienty po artroplastikách kyčelního a kolenního kloubu.

#### **1.5.4 Mobilní aplikace ve vestibulární rehabilitaci – rešerše**

První částí mé rešerše byl průzkum dostupné literatury o tématu využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci. Při hledání byla používána databáze Pubmed, také byly využity vyhledávače Google Scholar a UKAŽ. Zadávaný rešeršní dotaz, použitý v Pubmedu, zněl:

„(mhealth OR app OR smartphone) AND (dizziness OR vertigo OR imbalance OR vestibular)“.

Pro vyhledávání v UKAŽ a Google Scholar byl dotaz upraven na:

„allintitle: (mhealth OR smartphone) AND (dizziness OR vertigo OR imbalance OR vestibular)“.

Z počtu 185 článků nalezených v Pubmedu, 16 v UKAŽ a 2 v Google scholar bylo na základě jejich obsahu vybráno 16 relevantních. Základní informace o nich uvádím v tabulce 1.

	<b>Název článku</b>	<b>Rok vydání</b>	<b>Autor</b>	<b>Citace</b>
1	Assessing the Unterberger test: introduction of a novel smartphone application	2014	WHITTAKER, M, A MATHEW, R KANANI a R G KANEGAONKAR	[52]
2	The Assessment Of The Usability Of The Vestibular Rehabilitation Application	2016	HASSETT, Patricia	[53]
3	A standardized review of smartphone applications to promote balance for older adults	2018	REYES, Angelica, Pei QIN a Cary A. BROWN	[34]
4	A Smartphone-based gaming system for vestibular rehabilitation: A usability study	2018	NEHRUJEE, Aravind, Lenny VASANTHAN, Anjali LEPCHA a Sivakumar BALASUBRAMANIAN	[40]
5	Towards Using the Instrumented Timed Up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults	2019	GERHARDY, Thomas, Katharina GORDT, Carl-Philipp JANSEN a Michael SCHWENK	[54]
6	Does a smartphone application make it easier to evaluate the dizziness handicap inventory?	2019	UZ, Uzdán, Didem UZ a Onur CELIK	[55]
7	Usefulness of Mobile Devices in the Diagnosis and Rehabilitation of Patients with Dizziness and Balance Disorders: A State of the Art Review	2020	GAWRONSKA, Anna, Anna PAJOR, Ewa ZAMYSLOWSKA-SZMYTKE, Oskar ROSIAK a Magdalena JOZEFOWICZ-KORCZYNSKA	[38]
8	Introducing the DizzyQuest: an app-based diary for vestibular disorders	2020	MARTIN, E. C., C. LEUE, P. DELESPAUL, et al	[56]
9	The DizzyQuest: to have or not to have... a vertigo attack?	2020	DE JOODE, L. E. G. H., E. C. MARTIN, J. J. A. STULTIENS, et al	[57]

10	Computerized clinical decision system and mobile application with expert support to optimize management of vertigo in primary care: study protocol for a pragmatic cluster-randomized controlled trial	2020	FILIPPOPOULOS, Filipp M., Doreen HUPPERT, Thomas BRANDT, Margit HERMANN, Mareike FRANZ, Steffen FLEISCHER a Eva GRILL	[58]
11	Subjective Visual Vertical Evaluation by a Smartphone-based Test-Taking the Phone Out of the Bucket	2021	WENGIER, Anat, Omer J. UNGAR, Ophir HANDZEL, Oren CAVEL a Yahav ORON	[47]
12	The Role of the Smartphone in the Diagnosis of Vestibular Hypofunction: A Clinical Strategy for Teleconsultation during the COVID-19 Pandemic and Beyond	2021	BARRETO, Renato Gonzaga, Darío Andrés YACOVINO, Marcello CHERCHI, Saulo Nardy NADER, Lázaro Juliano TEIXEIRA, Delice Alves da SILVA a Daniel Hector VERDECCHIA	[48]
13	Proof of Concept for an “eyePhone” App to Measure Video Head Impulses	2021	PARKER, T. Maxwell, Nathan FARRELL, Jorge OTERO-MILLAN, Amir KHERADMAND, Ayodele MCCLENNY a David E. NEWMAN-TOKER	[51]
14	Eye and Head Movement Recordings Using Smartphones for Telemedicine Applications: Measurements of Accuracy and Precision	2022	PARKER, T. Maxwell, Shervin BADIHIAN, Ahmed HASSOON, Ali S. SABER TEHRANI, Nathan FARRELL, David E. NEWMAN-TOKER a Jorge OTERO-MILLAN	[59]
15	Smartphone apps for the diagnosis and management of vertigo: a systematic review of the literature and mobile applications	2022	NKULIZA D, ARWYN-JONES J, MILINIS K, et al	[50]
16	Efficacy of the subjective visual vertical test performed using a mobile application to detect vestibular pathology	2022	RIERA-TUR, Laura, Andres CABALLERO-GARCIA, Antonio J. MARTIN-MATEOS a Alfonso M. LECHUGA-SANCHO	[45]

Tabulka 1: Přehled článků týkajících se tématu mobilních aplikací ve VRHB

Z 16 uvedených článků se šest zabývalo využitím mobilní aplikace jako nástroje pro objektivní měření nějakého parametru, určeného pro terapeuta. Konkrétně se jednalo o měření očních pohybů ve vHIT<sup>[51][59]</sup>, měření subjektivní vizuální vertikály<sup>[45][47]</sup>, měření úhlu výchylky při Untenbergově testu<sup>[52]</sup> a měření času jednotlivých složek TUG testu<sup>[54]</sup>. Tyto aplikace jsou vhodné jako pomůcka odborníka k vyšetření nebo k vědeckým výzkumům.

Tři články hodnotily závrať pomocí mobilní aplikace. V jednom případě byla aplikace využita jako dotazník DHI v elektronické formě<sup>[55]</sup>, tedy stejně jako u šesti předchozích jako pomůcka k vyšetření. V ostatních dvou se jednalo o elektronický deník závratí, určený pro pacienta<sup>[56][57]</sup>. Výhoda takového deníku spočívá mimo jiné, že usnadňuje administraci dotazníků závratě, které jsou často obsáhlé.

Jeden článek zkoumal využití virtuální reality (promítané mobilním telefonem nasazeným na speciální brýle) pro vestibulární rehabilitaci prostřednictvím her. Tento článek měl velmi propracovanou metodiku, kterou zkoumal využití herních prvků pro vestibulární terapii. U 15 zdravých jedinců a 15 pacientů s vestibulární dysfunkcí otestovali použitelnost aplikace. Výsledky vyšly příznivě, avšak pro znalost efektu terapie jsou nutné další, dlouhodobé studie. [40]

Dva články hodnotily aplikaci s více funkcemi. Jedna tato aplikace však nebyla použita izolovaně, ale v rámci komplexní péče – tato aplikace byla orientovaná pro pacienta a zahrnovala edukaci, videodokumentaci očních pohybů a deník závratě – její název bohužel nebyl uveden<sup>[58]</sup>. Druhý článek hodnotil použitelnost aplikace Vestibular Rehabilitation Application<sup>[53]</sup>, jež obsahovala domácí cvičení zrakové ostrosti, optokinetickou stimulaci a zaznamenávání symptomů. Autoři nevyužili její plnou verzi – ta kromě zmíněného umožnila připojení k senzoru poskytující biofeedback a také komunikaci s odborníkem. Závěrem bylo potvrzení hypotézy, že použitelnost klesá s věkem nad 65. Také byla vyvrácena hypotéza, že míra použitelnosti aplikace koreluje se subjektivní mírou závratě.

Zbylé 4 články poskytly přehled vědecky podložených informací (review), týkající se mimo jiné mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci, nebo rehabilitaci poruch rovnováhy. Konkrétně se zabývali 1) využitím aplikací pro zlepšení rovnováhy u starších lidí<sup>[34]</sup>, 2) využitím mobilních přístrojů (vč. telefonů) v diagnostice a rehabilitaci poruch rovnováhy<sup>[38]</sup>, 3) využitím mobilního telefonu pro telekonzultace ve VRHB<sup>[48]</sup>, 4) přehledem mobilních aplikací, dostupných na Apple a Google Play Store, určených pro hodnocení závratí<sup>[50]</sup>. Všechny tyto články vyzdvihovaly benefity poskytování telerehabilitace, avšak také se všechny shodly na názoru, že studií na toto téma není mnoho. [34][38][48][50]

Druhou částí rešerše byl průzkum trhu s aplikacemi na internetovém obchodu Google Play (tedy určenými pro operační systém Android). Cílem bylo najít takové

aplikace, které by splňovaly požadavky pro VRHB a teoreticky by byly vhodné pro další výzkum. Použitá hesla při vyhledávání v Google Play byla: „vestibulární“, „vestibular“, „závrať“, „vertigo“, „dizziness“, „BPPV“, „positional vertigo“, „balance rehabilitation“, „accelerometer“. Při vyhledávání jsem vyhodnotila jako relevantních celkem 20 aplikací, z nichž 8 bylo v kategorii Lékařství, 11 v kategorii Zdraví a fitness a 1 v kategorii Nástroje. Pro posouzení relevance jsem hodnotila tyto parametry: klíčová slova, obsah, jazyk (čeština a angličtina), kategorie (lékařství, zdraví a fitness). Následně jsem je rozdělila do vlastních kategorií podle cílové oblasti na 1) terapeutické, 2) diagnostické a 3) cílené na léčbu BPPV 4) ostatní. V tabulce 2 je zobrazen přehled aplikací a základní informace o nich.

Název aplikace	Kategorie	Kategorie dle GPlay	Dostupnost	Čeština	Stručný popis	Citace
<b>Tebokan</b>	Terapie	Lékařství	dostupné zdarma	ANO	Cvičení pomocí videí, edukace, záznam závratě.	[60]
<b>VertiGo Exercise (AR)</b>	Terapie	Zdraví a fitness	nutná registrace	NE	Cvičení podle virtuálního trenéra, upozornění na medikaci, edukace o nutriční.	[61]
<b>Vertigenius</b>	Terapie	Lékařství	nutná registrace	NE	Cvičení pomocí videí, edukace, záznam symptomů.	[62]
<b>Vestibio</b>	Terapie	Lékařství	dostupné zdarma	NE	Cvičení podle metronomu, záznam závratě, graf.	[63]
<b>Vertex</b>	BPPV	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Vyš. a autoter. BPPV pomocí animací; edukace; akcelerometr pro polohování hlavy.	[64]
<b>BPPV Treatment</b>	BPPV	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Vyšetření a autoterapie BPPV pomocí obrázků, edukace.	[65]
<b>Vertigone</b>	BPPV	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Vyšetření a autoterapie BPPV pomocí animací.	[66]

<b>Healing Vertigo</b>	BPPV	Zdraví a fitness	placené	NE	Vyšetření a autoterapie BPPV pomocí videí a animací, edukace.	[67]
<b>BPPV Relief</b>	BPPV	Lékařství	placené	NE	Vyšetření a autoterapie BPPV pomocí animací, edukace s obrázky a animacemi.	[68]
<b>Positional Vertigo App</b>	BPPV	Zdraví a fitness	placené	NE	Vyšetření a autoterapie BPPV pomocí animací, edukace.	[69]
<b>PT Balance Test</b>	Diagnostika	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Vyšetření některých balančních testů, měření časů, porovnání s normami.	[70]
<b>TUG App</b>	Diagnostika	Lékařství	dostupné zdarma	NE	Vyšetření TUG, měření času a porovnání s normami.	[71]
<b>Subjective Vertical Test VR</b>	Diagnostika	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Vyšetření subjektivní vizuální vertikály pomocí virtuální reality.	[72]
<b>e-DHI (Dizziness Handicap Inventory)</b>	Diagnostika	Lékařství	dostupné zdarma, nelze však otevřít	NE	Standardizovaný dotazník na závrať.	[73]
<b>dZee – Vertigo Analysis</b>	Diagnostika	Lékařství	dostupné zdarma	NE	Zaznamenání charakteru a trvání závratě, vytvoření anamnézy, návrh možných příčin závratí. Možnost sdílení dat s klinikem.	[74]
<b>DizzyCam</b>	Diagnostika	Zdraví a fitness	nutná registrace	NE	Záznam charakteru závratě, jednoduché vestib. a audiologické testy. Sdílení dat s klinikem.	[75]
<b>Dizziness Diary</b>	Diagnostika	Zdraví a fitness	dostupné zdarma (po přihlášení přes gmail)	NE	Denník subjektivní míry závratě, graf.	[76]
<b>Balance Test</b>	Diagnostika	Zdraví a fitness	dostupné zdarma	NE	Měření zrychlení v ose X a Y.	[77]

<b>Accelerometer Meter</b>	Ostatní	Nástroje	dostupné zdarma	NE	Měření zrychlení v ose X, Y a Z využitím akcelerometru. Grafy, zvukové a vizuální prvky.	[78]
<b>NeuroEquilibrium</b>	Ostatní	Lékařství	nutná registrace	NE	Diagnostika, terapie pomocí videí, deník závratí, připomenutí medikace.	[79]

Tabulka 2: Přehled aplikací pro VRHB dostupných na Google Play

Následující kapitoly podrobněji popisují takové aplikace (celkem 10), které byly volně dostupné a bylo je možné funkčně otestovat.

#### **1.5.4.1.1 Tebokan**

Aplikace Tebokan od německé společnosti Johner Medical GmbH je z prozkoumaných jediná aplikace, která je v českém jazyce. Cílovou skupinou uživatelů jsou dospělí pacienti, kteří mají diagnostikované:

- 1) benigní polohové vertigo,
- 2) akutního vestibulárního syndrom, nebo
- 3) chronické vertigo.

Uživatel zadá jednu ze tří diagnóz, určenou odborníkem, a následně je mu sestaven terapeutický plán zahrnující cvičení proti závratí, která dle zdroje<sup>[80]</sup> byla vědecky testována v Německém centru pro závrať a rovnováhu v Mnichově. Terapie BPPV zahrnuje polohové cvičení zhruba po 15 minutách dvakrát denně do doby, kdy vymizí obtíže. Pro akutní vestibulární syndrom a chronickou závrať je terapie rozvržená na 15–25minutové sekvence cviků prováděné třikrát denně po dobu minimálně tří měsíců (u chronické závratě dlouhodobě). Jedna sekvence zahrnuje kombinaci cviků např. na stabilizaci pohledu, stabilitu stoje a stabilitu chůze. Aplikace, na základě zodpovězení otázky na pocit stability během cvičení, upravuje obtížnost cviků a umožňuje tak určitou formu individuálního přístupu k pacientovi. [60][80]

Dle popisu na Google Play Store aplikace nabízí:

- zadání diagnózy,
- návod k provádění cvičení v podobě textů, obrázků, videonahrávek a zvukové podpory až pro 23 různých cviků,
- plán cvičení v závislosti na diagnóze a individuálním pokroku při cvičení,



- záznam a zobrazení pokroku při cvičení v závislosti na jeho provádění a průběhu léčby,
- záznam a zobrazení průběhu vývoje závratí,
- funkci exportu zobrazených dat v podobě souboru PDF,
- informace o klinickém obrazu závratí a její léčbě,
- připomenutí cvičení v podobě oznámení [60]

#### **1.5.4.1.2 Vestibio**

Vestibio je jednoduchá aplikace sloužící k usnadnění cvičení zrakové ostrosti pomocí metronomu. Pacient při každé cvičební jednotce, kterou mu určil fyzioterapeut, do aplikace zadá délku jednoho opakování, počet opakování, délku pauzy mezi opakováními a také frekvenci, se kterou bude cvik provádět. Následně při spuštění časovače začne provádět cvičení a pohyby (hlavou či očmi) uzpůsobí rytmu metronomu, který vydává zvukovou signalizaci. Frekvenci může pacient během cvičení měnit podle potřeby. Po skončení cvičební jednotky zadá míru závratě (na škále 1–10). Aplikace ukládá zadávaná data při každé cvičební jednotce a generuje dva typy grafů (viz příloha 6). [63]

#### **1.5.4.1.3 Vertex: Vertigo Exercises with Angle Tracking**

Aplikace vertex je určena pro pacienty s BPPV. Obsahuje informace o tomto onemocnění, videoukázky pro polohové testy a pro autoterapii polohových manévrů. Od ostatních „BPPV aplikací“ se liší využitím akcelerometru. Ten je využit pro správné nastavení pozice hlavy. Pacient drží telefon před sebou ve stejné rovině, v jaké má hlavu, a na základě toho telefon vydává instrukce k upravení polohy. Je však zřejmé, že jde pouze o orientační polohu, jelikož pacient nemusí držet telefon ve správné rovině. Využití akcelerometru je tedy spíše jen zpestřujícím prvkem autoterapie. [64]

#### **1.5.4.1.4 PT Balance Test a TUG App**

PT Balance Test je jednoduchá aplikace určená pro fyzioterapeuty k vyšetření rovnováhy. Obsahuje časovač, který je přizpůsoben několika testům rovnováhy, konkrétně stoj na jedné noze, tandemový stoj, TUG, mCTSIB. Výsledné časy aplikace porovná s normativními daty (podle zadaného věku a pohlaví) a stručně oznámí výsledné hodnocení testu. Výsledky však neuchovává. [70]

TUG App je určena speciálně pro funkční test Timed Up nad Go. Také obsahuje časovač a výsledky porovnává s normativními daty. Na rozdíl od PT Balance test uchovává naměřená data a lze tak porovnávat výsledky v čase. [71]

#### **1.5.4.1.5 Balance Test a Accelerometer Meter**

Dalším nástrojem pro měření rovnováhy je Balance test, který měří výchylky v ose X a Y v čase. Telefon je umístěn na balanční desku, na které stojí pacient, a zaznamenává tak jeho výchylky. Tento test je však určen spíše pro mírnější poruchy rovnováhy, nebo pro sportovní trénink. Limitován je také na použití s rovnou balanční deskou. Nasbíraná data jsou ukládána do souboru a terapeut či trenér pak může hodnoty importovat do tabulky pro další analýzu. [77]

Alternativou této aplikace může být Accelerometer Meter, který kromě výše zmíněného dokáže ihned generovat graf a terapeut tak vidí aktuální výchylky, a to v ose X, Y i Z. Zároveň obsahuje zpeřující prvky – při vychýlení telefonu z horizontální roviny vydává tón o určité výšce a hlasitosti, v závislosti na velikosti a směru výchylky – toho by se teoreticky dalo využít pro nácvik stability na balanční ploše, nebo pro nácvik ideálního postavení hlavy (s telefonem umístěným v horizontále na hlavě) jako jakási forma biologické zpětné vazby. [78]

#### **1.5.4.1.6 Subjective Visual Vertical Test VR**

Aplikace Subjective Visual Vertical Test umožňuje vyšetření subjektivní zrakové vertikály pomocí virtuální reality. Je však nutné použití brýlí pro virtuální realitu (tzv. VR-brýle, např. jednoduché Google Cardboard vyrobené z kartonu), na které se telefon nasadí. Existuje také aplikace Visual Vertical, která nevyžaduje VR-brýle, nýbrž prostý kbelík. Ta je dostupná pouze pro operační systém iOS7, nikoli pro Android. [72][81]

#### **1.5.4.1.7 dZee – Vertigo Analysis**

Aplikace dZee slouží k hodnocení závratí a umožňuje vytvoření anamnézy pacienta. Ten do aplikace zadá informace o jeho zdravotního stavu, včetně základní osobní anamnézy a podrobnějšího popisu závratě (charakteristika, trvání atd.). Pokud pacient pociťuje varovné příznaky (dysartrie, dysfagie, ataxie, pokles tváře, slabost, rozostřené vidění), aplikace pacientovi doporučí okamžitou návštěvu lékaře. Pokud žádný z varovných příznaků nemá, aplikace vytvoří krátkou zprávu, kterou pacient může zaslat doktorovi.

Aplikace také na základě zodpovězených otázek navrhne možnou příčinu závratě (BPPV, ortostatická hypotenze, fobické vertigo, vertebrobazilární insuficience, Ménièreova choroba, akutní labyrintitida, vestibulární neuritida a jiné; základní informace o těchto onemocněních jsou v aplikaci uvedené). [74]

## 2 PRAKTICKÁ ČÁST

### 2.1 Metodika

U pacientů bylo provedeno vstupní klinické vyšetření zahrnující standardizované testy DVA (použitý optotyp viz příloha 8), CTSIB a FGA (formulář viz příloha 4) a standardizovaný dotazník EEV (formulář viz příloha 7). Následně byl zhodnocen zdravotní stav a navržena terapie cvičením podle aplikace Tebokan. Cvičení probíhalo třikrát denně v domácím prostředí po dobu 4 týdnů.

Aplikace obsahovala nácvik stability stoje a chůze v různých modifikacích a cvičení dynamické zrakové ostrosti v sedě s fixací palce předpažené horní končetiny. Obtížnost cvičebních jednotek byla automaticky vygenerována na základě zadaných údajů o pohlaví, věku a diagnóze (výběr ze tří možností: akutní vestibulární syndrom, chronické vertigo, BPPV). Také na základě pacientových pocitů stability bezprostředně po cvičení aplikace upravovala obtížnost pro následné cvičební jednotky.

Žádná jiná terapie neprobíhala. Po dvou týdnech od vstupního vyšetření bylo provedeno průběžné měření některých parametrů (DVA, CTSIB, FGA). Po dalších dvou týdnech bylo provedeno závěrečné měření (DVA, CTSIB, FGA, EEV), vyplněn dotazník ohledně používání aplikace a zhodnocen výsledek terapie.

Pacienti podepsali informovaný souhlas, jehož vzor přikládám v příloze 9.

### 2.2 Kazuistika č. 1

#### 2.2.1 Anamnéza

Základní údaje:	žena, ročník 1964.
Diagnóza:	stav po vestibulární neuritidě r. 2019.
Osobní anamnéza:	v dětství časté záněty středního ucha, v této souvislosti udává opoždění motorického vývoje v raném dětství; od mala horší sluch; zhruba před 15 lety podstoupila hysterektomii a před 10 lety operaci žlučníku.
Sociálně-pracovní anamnéza:	zaměstnáním dámská krejčová (vzhledem k nynějšímu onemocnění pouze na částečný úvazek); žije sama v domě; má 2 již dospělé děti.

Farmakologická anamnéza:	na závratě užívala Betahistin a Cinarsin – bez efektu.
Pohybová anamnéza:	dříve nesportovala, občas cvičila doma. Nyní klidový režim, provádí běžné denní činnosti.
Nynější onemocnění:	před třemi lety prodělala 2x infekci středního ucha (nepamatuje si stranu) během dvou měsíců. Již po první infekci výrazná nestabilita při pohybu doprovázená pády. Dalších 6 měsíců udává závrať, nevolnost, pocit opilosti. Před 2 lety podstoupila operaci plastiky bubínků obou uší. Nyní mírné zlepšení stavu oproti počátku, ale omezující v běžných činnostech. Závrať popisuje jako zhoupnutí, je doprovázená nauzeou. Vyvolávající okolnosti: rychlé otočení hlavy, chůze v neznámém prostředí, mezi více lidmi, také v dopravních prostředcích.

### 2.2.2 Vstupní vyšetření

Provedeno dne 21. 3. 2022.

Plynulé sledovací oční pohyby v normě, diplopie není, Hautantova zkouška negativní, vyš. nystagmu: pomocí Frenzelových brýlí nebyl zaznamenán, Head Impulse test pozitivní vpravo, Unterbergova-Fukudova zkouška: pozitivní 30° vpravo.

#### Evropská škála pro hodnocení závratí (EEV):

Otázka	Popis odpovědi	Skóre
Iluze pohybu	Pocit tahu doprava nebo doleva, zhoupnutí, opilost nebo kymáčení.	3
Trvání závratí	Méně než minuta.	2
Intolerance pohybu	Mírná, lehká nesnášenlivost pohybu.	3
Vegetativní příznaky	Nevolnost při záchvatech závratí.	3
Nejistota stoje	Nejistota, ale bez pádů, omezuje denní aktivity.	3
Celkem		14 b

Tabulka 3: Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky z dotazníku EEV

#### DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		36 (tzn. všechny)	8.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	28	7.
	pasivní	19	5. (plus 4 písmena z 6.)

Tabulka 4: Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu

CTSIB:

Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	1 s	1 s	2 s	1,3 s	
3	Dóm, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	mírné výchylky
4	Otevřené oči, podložka	30 s	X	X	30 s	
5	Zavřené oči, podložka	2 s	3 s	2 s	2,3 s	
6	Dóm, podložka	9 s	2 s	5 s	5,3 s	
	<b>Celkové skóre</b>				<b>100 b</b>	

Tabulka 5: Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu

FGA:

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	6,3 s; mírné výchylky (15–25 cm)	2
2	Chůze se změnou rychlosti	Mírné výchylky, neostré změny rychlosti.	2
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, výrazné výchylky (25–38 cm).	1
4	Chůze s vertikálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, mírné výchylky (15–25 cm).	1
5	Chůze s rychlou otočkou	Méně než 2 s, bez ztráty rovnováhy.	3
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 22 cm vysokou překážku.	3
7	Tandemová chůze	Rovně ujde 4 kroky.	1
8	Chůze se zavřenými očima	9,8 s; zpomalení, výrazné výchylky (25–38 cm).	1
9	Chůze pozpátku	Mírné výchylky (15–25 cm).	2
10	Chůze po schodech	Mírná odchylka, používá zábradlí.	2
	<b>Celkem</b>		<b>18 b</b>

Tabulka 6: Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu

Závěr: příznaky nekompenzovaného periferního vestibulárního syndromu, pravé strany.

Cíl terapie: snížení intenzity závratě, zvýšení stability stoje a chůze zejména při pohybech hlavou a snížení rizika pádu.

Rehabilitační plán: vestibulární cvičení pomocí aplikace Teboka (15–20 minut třikrát denně), průběžné kontroly. Do aplikace jsme zadali tyto parametry:

Pohlaví: žena,

věková skupina: 50–59,

diagnóza: akutní vestibulární syndrom (název dle aplikace, spíše se jedná o cvičební program).

### 2.2.3 Průběžné vyšetření

Provedeno dne 4. 4. 2022.

DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		36 (tzn. všechny)	8.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	34	7. (plus 6 písmen z 8.)
	pasivní	21	6.

Tabulka 7: Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu

CTSIB:

Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	7 s	7 s	4 s	6 s	zlepšení
3	Dóm, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	výrazné výchyly, zhoršení
4	Otevřené oči, podložka	30 s	X	X	30 s	
5	Zavřené oči, podložka	4 s	4 s	3 s	3,7 s	zlepšení
6	Dóm, podložka	4 s	2 s	3 s	2,3 s	mírné zhoršení
	<b>Celkové skóre</b>				<b>102 b</b>	

Tabulka 8: Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu

*Poznámka: zelenou barvou je vyznačeno zlepšení oproti vstupnímu vyšetření, červenou barvou zhoršení.*

FGA:

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	6,1 s; malé výchyly (do 15 cm)	2
2	Chůze se změnou rychlosti	Mírné výchyly, neostré změny rychlosti.	2
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, výrazné výchyly (25–38 cm).	1
4	Chůze s vertikálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, mírné výchyly (15–25 cm).	1
5	Chůze s rychlou otočkou	Méně než 2 s, bez ztráty rovnováhy.	3
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 11 cm vysokou překážku.	2
7	Tandemová chůze	Rovně ujde 6 kroků.	1
8	Chůze se zavřenými očima	6,8 s, výrazné výchyly (25–38 cm).	2
9	Chůze pozpátku	Mírné výchyly (15–25 cm).	2
10	Chůze po schodech	Mírná odchylka, používá zábradlí.	2
	<b>Celkem</b>		<b>18 b</b>

Tabulka 9: Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu

Závěr z průběžného vyšetření: došlo ke zlepšení dynamické zrakové ostrosti. Stabilita stoje (CTSIB) byla také mírně zlepšena, zejména v situacích 2 a 5, tedy ve stoje se

zavřenýma očima. Celkové skóre vyšetření stability chůze (FGA) se nezměnilo, je však patrné mírné zrychlení chůze se zavřenýma očima.

### 2.2.4 Závěrečné vyšetření

Provedeno dne 19. 4. 2022.

EEV: stejné výsledky jako při první návštěvě.

DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		36 (tzn. všechny)	8.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	25	6. (4 písmena ze 7.)
	pasivní	20	5. (4 písmena z 6.)

Tabulka 10: Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu.

CTSIB:

Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	3 s	3 s	2 s	2,6 s	zhoršení
3	Dóm, rovný povrch	11 s	10 s	3 s	8 s	zhoršení
4	Otevřené oči, podložka	4 s	3 s	5 s	4 s	výrazné zhoršení
5	Zavřené oči, podložka	1 s	4 s	4 s	3 s	
6	Dóm, podložka	4 s	4 s	4 s	4 s	
	<b>Celkové skóre</b>				<b>51,6 b</b>	

Tabulka 11: Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu

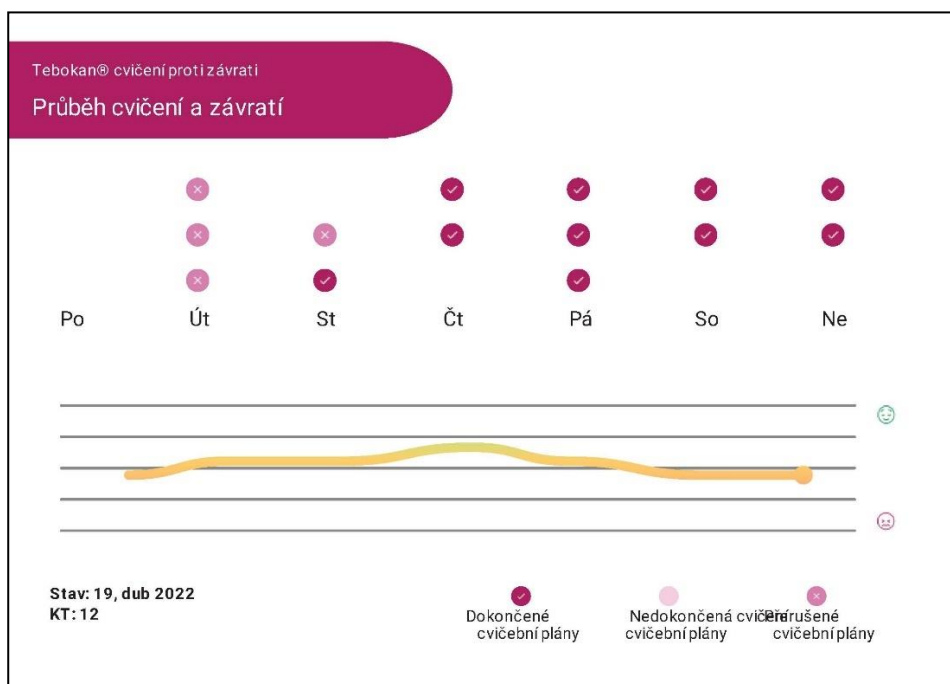
*Poznámka: zelenou barvou je vyznačeno zlepšení oproti vstupnímu vyšetření, červenou barvou zhoršení.*



FGA:

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	6,2 s; <b>mírné výchylky</b> (15–25 cm)	1
2	Chůze se změnou rychlosti	Mírné výchylky, neostré změny rychlosti.	2
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, výrazné výchylky (25–38 cm).	1
4	Chůze s vertikálními pohyby hlavou	Výrazné snížení rychlosti, mírné výchylky (15–25 cm).	1
5	Chůze s rychlou otočkou	Méně než 3 s, mírná nestabilita.	2
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 11 cm vysokou překážku.	2
7	Tandemová chůze	Rovně ujde 4 kroky.	1
8	Chůze se zavřenýma očima	7 s; výrazné výchylky (25–38 cm).	1
9	Chůze pozpátku	Výrazné výchylky (25–38 cm).	1
10	Chůze po schodech	Mírná odchylka, používá zábradlí.	2
	Celkem		<b>14 b</b>

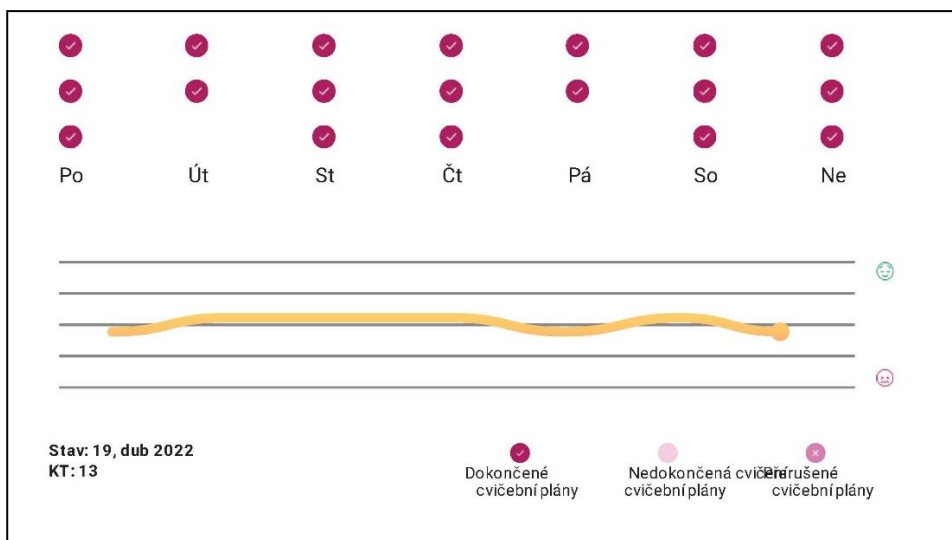
Tabulka 12: Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu

Získaná data z aplikace:

Obrázek 7: Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí první týden

Zdroj: aplikace Tebokan

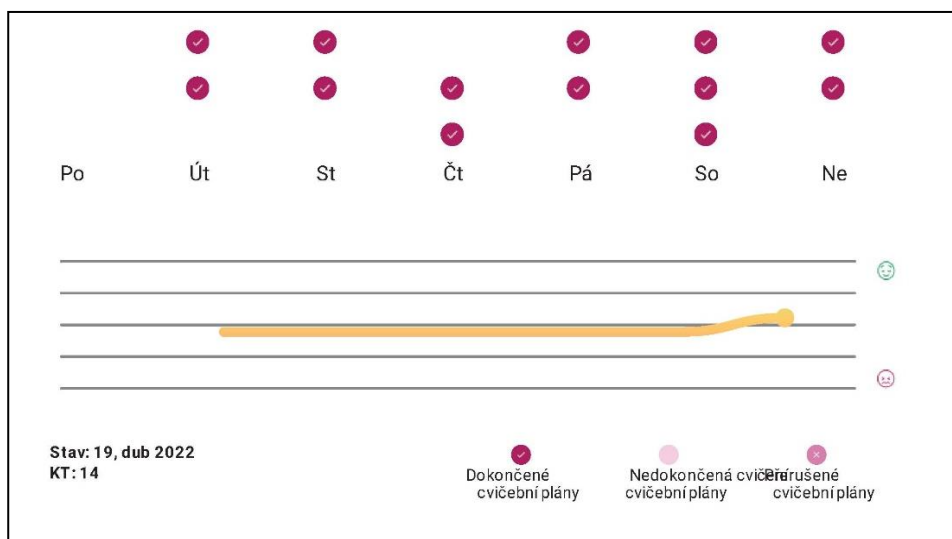
Poznámka: 12. kalendářní týden; oranžový graf zobrazuje subjektivní míru závratí během týdne.



Obrázek 8: Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí druhý týden

Zdroj: aplikace Tebokan

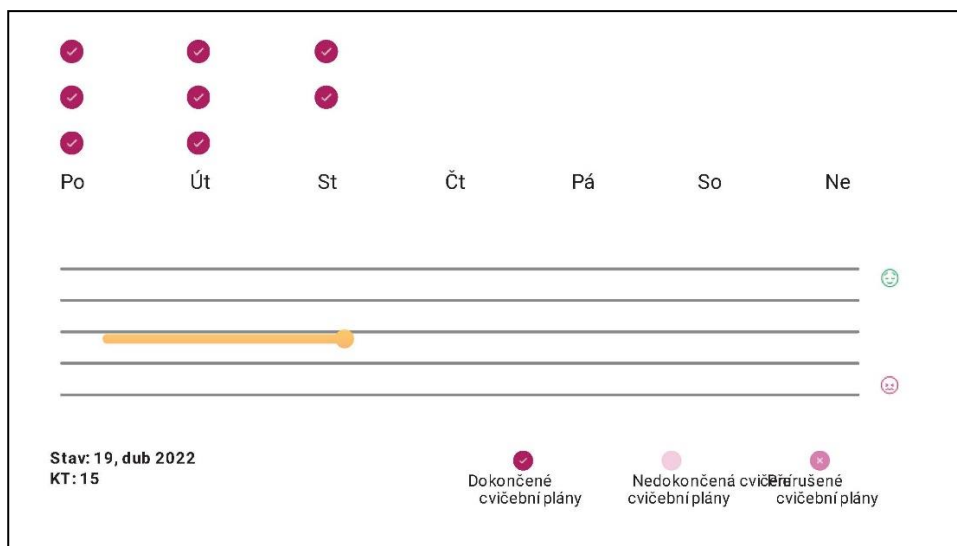
Poznámka: 13. kalendářní týden.



Obrázek 9: Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí třetí týden

Zdroj: aplikace Tebokan

Poznámka: 14. kalendářní týden; v pondělí 4.4.2022 proběhlo kontrolní měření.



Obrázek 10: Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí čtvrtý týden

Zdroj: aplikace Teboka

Poznámka: 15. kalendářní týden.

Dotazník pro hodnocení mobilní aplikace Teboka:

Jak se Vám s aplikací pracovalo? Byly nějaké potíže při ovládní?

„Vše bez problému. Jen mi to ze začátku několikrát nezapočítalo celé cvičení, i když jsem ho dokončila.“

Byly instrukce ke cvičení srozumitelné?

„Ano. Jen jsem nevěděla, jak mám odpovídat na otázku, zda se cítím stabilní. To už jste mi vysvětlili“

Bylo pro Vás používání aplikace zábavné, nebo Vás naopak obtěžovalo?

„Bylo to motivační, vyhovuje mi.“

Cítíte zlepšení svého stavu?

„Ne, je to stejné.“

Který(-é) cvik(y) Vám dělal(y) největší potíže?

„Stoj se zavřenýma očima, chůze s horizontálními pohyby hlavou. Kdykoli se začínalo ve stoji, tak mi to nedělalo dobře, a pak v dalších, lehčích cvicích jsem byla nestabilní. Obecně mi cviky přišly dost těžké.“

## 1.1 Kazuistika č. 2

### 2.2.5 Anamnéza

Základní údaje:	muž, ročník 1953.
Diagnóza:	Bellova obrna od 11/2020.
Osobní anamnéza:	léčen pro arteriální hypertenzi; st. p. prostatektomii 12/2020; 1/2021 těžký průběh Covid-19.

Sociálně-pracovní anamnéza:	starobní důchod, žije sám v malém domě se zahradou.
Farmakologická anamnéza:	antihypertenziva, antikoagulancia, statiny, nyní nově Betaserc a Tanacan.
Pohybová anamnéza:	jezdí na kole, když je hezké počasí. Dříve jezdil na in-line bruslích, nyní vzhledem k nynějšímu onemocnění raději nejedí.
Nynější onemocnění:	<p>od listopadu 2020, náhlý pokles pravé poloviny tváře (dva dny předtím delší jízda na kole), při pití vytékání tekutin z úst, hyperakuzie vpravo, diplakuzie. Akutně ošetřen na FNKV, poté v péči FN Motol.</p> <p>12/2020 laparoskopická prostatektomie pro karcinom prostaty, nyní biochemie v pořádku</p> <p>1/2021 těžký průběh Covid-19 – 14 dní hospitalizován na ARO.</p> <p>6/2021 Dva pády během 2 týdnů – na kole a na kol. bruslích. Udává nejistotu v prostoru zejména při jízdě na úzké stezce.</p> <p>Dle ENG z 8/2021 porucha dráždivosti labyrintu vpravo.</p> <p>Nyní občasné zalehnutí či bodání v pravém uchu. Bez tinnitu, bez závratí. Největší potíží má občasné slzení pravého oka a přivírání očního víčka. Nestabilitu pociťuje při jízdě na kole v úzkém prostoru a při chůzi.</p>

### **2.2.6 Vstupní vyšetření**

Provedeno dne 23. 3. 2022.

Plynulé sledovací oční pohyby v normě, diplopie není, Hautantova zkouška negativní, vyš. nystagmu: pomocí Frenzelových brýlí nebyl zaznamenán, Head Impulse test pozitivní bilaterálně, více vpravo; Unterbergova-Fukudova zkouška: pozitivní 45° vpravo.

Evropská škála pro hodnocení závratí (EEV):

Otázka	Popis odpovědi	Skóre
Iluze pohybu	Kymácení.	3
Trvání závratí	Méně než minuta.	2
Intolerance pohybu	Není.	1
Vegetativní příznaky	Nemá.	1
Nejistota stoje	Bez projevů instability.	1
Celkem		8 b

Tabulka 13: Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky z dotazníku EEV

DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		21	6.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	15	5.
	pasivní	10	4.

Tabulka 14: Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu

CTSIB:

Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	výrazné výchylky
3	Dóm, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	mírné výchylky
4	Otevřené oči, podložka	30 s	X	X	30 s	mírné výchylky
5	Zavřené oči, podložka	3 s	7 s	30 s	13,3 s	nestabilita (i při 3. pokusu)
6	Dóm, podložka	30 s	X	X	30 s	výrazné výchylky
	<b>Celkové skóre</b>				<b>163,3 b</b>	

Tabulka 15: Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu

FGA:

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	4,5 s; bez výchylek	3
2	Chůze se změnou rychlosti	Ostré změny rychlosti, bez výchylek.	3
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
4	Chůze s vertikálním pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
5	Chůze s rychlou otočkou	Rychlá otočka, bez ztráty rovnováhy	3
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 22 cm vysokou překážku.	3
7	Tandemová chůze	Rovně ujde více než 10 kroků.	3

8	Chůze se zavřenýma očima	zpomalení, výrazné výchylky (25–38 cm).	1
9	Chůze pozpátku	Mírné výchylky (15–25 cm).	2
10	Chůze po schodech	Bez obtíží, bez zábradlí.	3
	Celkem		<b>25 b</b>

Tabulka 16: Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu

Závěr ze vstupního vyšetření: příznaky kompenzovaného periferního vestibulárního syndromu.

Cíl terapie: zvýšení stability chůze, zvýšení dynamické zrakové ostrosti.

Rehabilitační plán: vestibulární cvičení pomocí aplikace Tebokan (15–20 minut třikrát denně), průběžné kontroly. Do aplikace jsme zadali tyto parametry:

Pohlaví: muž,

věková skupina: 60–69,

diagnóza: chronické vertigo (název je dle aplikace, spíše se jedná o cvičební program).

### 2.2.7 Průběžné vyšetření

Provedeno dne 6. 4. 2022.

DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		28	7.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	25	6. (plus 4 pí. ze 7.)
	pasivní	19	5. (plus 4 pí. z 6.)

Tabulka 17: Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu

CTSIB:

Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	30 s	X	X	30 S	malé výchylky
3	Dóm, rovný povrch	30 s	X	X	30 s	
4	Otevřené oči, podložka	30 s	X	X	30 s	výchylky
5	Zavřené oči, podložka	30 s	X	X	30 s	
6	Dóm, podložka	5 s	30 S	X	17,5 s	
	Celkové skóre				167,5 b	celkové zlepšení

Tabulka 18: Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu

Poznámka: zelenou barvou je vyznačeno zlepšení oproti vstupnímu vyšetření, červenou barvou zhoršení.

FGA:

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	5 s; bez výchylek	3

2	Chůze se změnou rychlosti	Ostré změny rychlosti, bez výchylek.	3
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
4	Chůze s vertikálními pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
5	Chůze s rychlou otočkou	Rychlá otočka, bez ztráty rovnováhy,	3
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 22 cm vysokou překážku.	3
7	Tandemová chůze	Rovně ujde <b>8</b> kroků.	<b>2</b>
8	Chůze se zavřenými očima	<b>7,5 s</b> , mírné výchylky (15–25 cm).	<b>2</b>
9	Chůze pozpátku	Mírné výchylky (15–25 cm).	2
10	Chůze po schodech	Bez obtíží, bez zábradlí	3
	Celkem		<b>25 b</b>

Tabulka 19: Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu

Závěr z průběžného vyšetření: Došlo ke zlepšení dynamické, ale i statické zrakové ostrosti (výsledky mohou být ovlivněny chybou měření). Dále je mírně vyšší skóre stability stoje v testu CTSIB – v situaci číslo 2 a 5 došlo ke zlepšení a naopak v situaci č. 6 došlo k mírnému zhoršení. Skóre FGA nebylo změněno.

### 2.2.8 Závěrečné vyšetření

Provedeno dne 21. 4. 2022.

EEV: stejné výsledky jako při první návštěvě.

DVA test:

		Počet přečtených písmen	číslo řádku
Statická zraková ostrost		28	7.
Dynamická zraková ostrost	aktivní	18	5. (plus 3 pí. z 6.)
	pasivní	15	5.

Tabulka 20: Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu

Poznámka: zelenou barvou je vyznačeno zlepšení oproti vstupnímu vyšetření, červenou barvou zhoršení.

CTSIB:

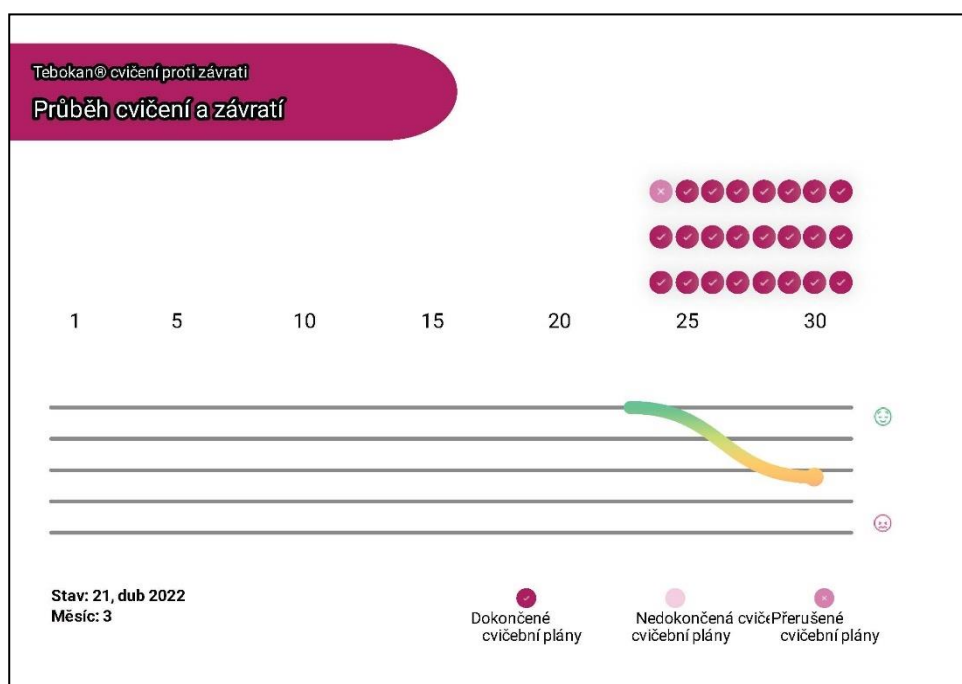
Č.	Situace	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	Poznámka
1	Otevřené oči, rovný povrch	30 s			30 s	
2	Zavřené oči, rovný povrch	30 s			30 s	mírné výchylky
3	Dóm, rovný povrch	30 s			30 s	
4	Otevřené oči, podložka	30 s			30 s	
5	Zavřené oči, podložka	30 s			<b>30 s</b>	výrazné výchylky
6	Dóm, podložka	30 s			<b>30 s</b>	výrazné výchylky
	<b>Celkové skóre</b>				<b>180 b</b>	

Tabulka 21: Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu

**FGA:**

Č.	Situace	Vyhodnocení	Skóre
1	Chůze normálním tempem	4,6 s; malé výchylky (do 15 cm)	3
2	Chůze se změnou rychlosti	Ostré změny rychlosti, bez výchylek.	3
3	Chůze s horizontálními pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
4	Chůze s vertikálním pohyby hlavou	Mírné zpomalení, mírné výchylky (15–25 cm).	2
5	Chůze s rychlou otočkou	Méně než 3 s, mírná nestabilita	2
6	Chůze přes překážku	Plynule překročí 22 cm vysokou překážku.	3
7	Tandemová chůze	Rovně ujde 8 kroků.	2
8	Chůze se zavřenýma očima	6,1 s, mírné výchylky (15–25 cm).	3
9	Chůze pozpátku	Plynulá, malé výchylky (do 15 cm).	3
10	Chůze po schodech	Bez obtíží, bez zábradlí	3
	Celkem		<b>26 b</b>

Tabulka 22: Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu

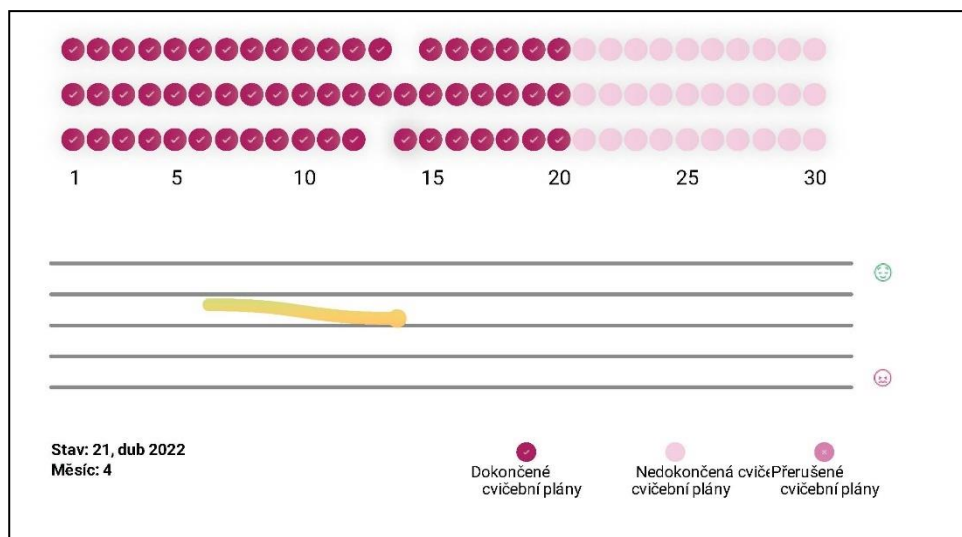
**Data z aplikace:**

Obrázek 11: Data z aplikace u pac. č. 2 – průběh cvičení a závratí první měsíc.

Zdroj: aplikace Teboka

Poznámka: měsíc březen; oranžový graf zobrazuje subjektivní míru závratí během měsíce.





Obrázek 12: Data z aplikace u pac. č. 2 – průběh cvičení a závratí druhý měsíc.

Zdroj: aplikace Tebokan

Poznámka: měsíc duben

Dotazník pro hodnocení mobilní aplikace Tebokan:

Jak se Vám s aplikací pracovalo? Byly nějaké potíže při ovládní?  
„Vše bez problémů.“

Byly instrukce ke cvičení srozumitelné?  
„Ano, ale občas neohlásily konec cvičení. Když mám zavřené oči, tak nevím, kdy je konec.“

Bylo pro Vás používání aplikace zábavné, nebo Vás naopak obtěžovalo?  
„Bylo to zdouhavé, zejména při přehrávání instrukcí. Aplikace mě ale donutila k pravidelnému cvičení.“

Cítíte zlepšení svého stavu?  
„Ne.“

Který(-é) cvik(y) Vám dělal(y) největší potíže?  
„Provazochodec (tandemová chůze). Jinak většina bez problémů.“

## 2.3 Výsledky

### 2.3.1 Pacientka číslo 1

Oproti prvnímu vyšetření se výsledky pac. č. 1 ze závěrečného vyšetření zhoršily, zejména ve stabilitě stoje. Číselné hodnoty výsledků jednotlivých testů uvádím v tabulce 23. Tučným písmem byly zvýrazněny signifikantní změny v průběhu čtyřtýdenní terapie, a to konkrétně u testu CTSIB. Dle dotazníků (EEV a dotazník k hodnocení aplikace Tebokan) pacientka udává stejný stav jako na začátku. Cviky byly

subjektivně značně obtížné. Používání aplikace však hodnotí kladně, vyhovuje jí. Z údajů o průběhu cvičení získaných v aplikaci bylo možno spočítat neuskutečněné cvičební jednotky – z celkových 81 cvičebních jednotek (nepočítaje dny, ve kterých proběhlo měření) vynechala 27 jednotek, z toho jich 15 bylo v posledních pěti dnech.

Vyšetření:	DVA Test			Stoj	Chůze	Závrať
	SVA	DVAakt	DVApas	CTSIB	FGA	EEV
1) Vstupní	36	28	19	100	18	14
2) Průběžné	36	34	21	102	18	
3) Závěrečné	36	25	20	50,2	16	14

Tabulka 23: Číselné hodnoty jednotlivých testů u pac. č. 1

Poznámka: barevně jsou vyznačeny změny oproti prvnímu vyšetření (zelená – zlepšení; červená – zhoršení),

výraznější změny jsou napsány tučným písmem.

SVA – statická zraková ostrost; DVAakt – aktivní dynamická zraková ostrost; DVApas – pasivní dynamická zraková ostrost.

### 2.3.2 Pacient číslo 2

Téměř ve všech parametrech došlo ke zlepšení oproti prvnímu vyšetření. Číselné hodnoty jednotlivých testů uvádím v tabulce 24. Nejvýraznější změna je zejména v testu CTSIB (zvýrazněné tučným písmem). Dle dotazníků (EEV a dotazník k hodnocení aplikace Teboka) není subjektivní změna zdravotního stavu. Pacient byl s aplikací částečně spokojen, zejména díky její motivační funkci. Podle dat z aplikace pacient z celkových 84 cvičebních jednotek vynechal pouze 2.

Vyšetření	DVA Test			Stoj	Chůze	Závrať
	SVA	DVAakt	DVApas	CTSIB	FGA	EEV
1) Vstupní	21	15	10	163,3	25	8
2) Průběžné	28	25	19	167,5	25	
3) Závěrečné	28	18	15	180	26	8

Tabulka 24: Číselné hodnoty jednotlivých testů u pac. č. 2

Poznámka: barevně jsou vyznačeny změny oproti prvnímu vyšetření (zelená – zlepšení), výraznější změny jsou napsány tučným písmem.

SVA – statická zraková ostrost; DVAakt – aktivní dynamická zraková ostrost; DVApas – pasivní dynamická zraková ostrost.

## 3 DISKUZE

### 3.1 Faktory ovlivňující použitelnost mHealth aplikací

#### 3.1.1 Věk

Technologie dnešních softwarů se rychle posouvá dopředu, na trhu se neustále objevují nové mobilní telefony s vylepšenými funkcemi, stejně tak se vyvíjí nové mobilní aplikace. Mladí lidé se dokáží na použití nových technologií snadno adaptovat a také je často i aktivně vyhledávají. Naopak starší lidé mohou mít potíže při používání nových technologií, důvodem mohou být zhoršené kognitivní funkce, ale také například odlišný názor na používání technologií – pacienti, často starší, možná i moudřejší, nemusí obecně souhlasit s přínosem technologií pro lidstvo – co je pravdou, je otázka na rozsáhlou filosofickou diskuzi. Je však prokázáno, že se vzrůstajícím věkem klesá použitelnost aplikací ve VRHB<sup>[53]</sup> a na to je dobré při výběru vhodné terapie myslet. Na druhou stranu ale nemusí být vhodné pacienty paušalizovat podle věku. Vždy by měl proběhnout vzájemný dialog, při kterém by terapeut navrhl možnosti terapie (například klasické cviky s instrukcemi na papíře, terapii s využitím aplikace nebo terapii kombinovanou) a společně by s pacientem vybrali takovou variantu, která bude účinná a se kterou bude pacient spokojen. Jak se ukázalo v mé praktické části, i lidé, kteří mají 58 a 69 let, mohou mobilní aplikaci používat bez problému a s terapií být spokojeni.

#### 3.1.2 Bezpečnost ochrany osobních dat

Barreto a kol.<sup>[48]</sup> ve svém článku uvedli aplikace Facebook Messenger a Whatsapp jako jedny z vhodnějších pro zajištění zabezpečené telekomunikace. Tento výrok mne zarazil, jelikož obě aplikace jsou vlastněny společností Facebook, která mnoho dat, včetně těch osobních, shromažďuje a využívá pro své komerční účely. Dle Obecného nařízení o ochraně osobních údajů (GDPR) podle Evropské unie je nutné umožnit uživatelům shromážděná data trvale odstranit, a to v případě Facebooku lze pouze smazáním vytvořeného účtu. Dle Botha a kol.<sup>[82]</sup> zatím nedochází ke zneužívání dat získaných z aplikace WhatsApp a je tedy považována za bezpečnou, u Facebook Messengeru je bezpečnost nižší, vzhledem k nemožnosti nastavení šifrování komunikace<sup>[82]</sup>. Ovšem

komunikační aplikace představují trvalé riziko pro zneužití dat, nejen pro komerci, ale například pro krádeže. Je tedy potřeba se zamyslet, které informace je možno přes různé aplikace zasílat a které zasílat raději kódovaně, nebo vůbec. Také je třeba umět s aplikacemi pracovat a pokud to jde, nastavit v nich šifrování zasílaných informací.

### **3.1.3 Odborný dohled a fyzický kontakt s fyzioterapeutem**

Během pandemie byly omezené možnosti osobního kontaktu s fyzioterapeutem. Moderní technologie je velmi vyspělá a poskytuje mnoho možností telerehabilitace, tedy rehabilitace na dálku. Pro vhodnou terapii je však nutné zachovat kontakt s odborníkem. Aplikace, které slouží k autoterapii bez předchozí konzultace, nejsou pro pacienty vhodné, jelikož valná většina aplikací není vědecky podložená.

Pro umožnění kontaktu s fyzioterapeutem, v dnešní době rizika přenosu infekce, je využívána možnost telekonzultace, která umožní odborníkovi komunikaci s pacientem a ta je důležitá například pro diagnostiku a stanovení společného cíle.

Pro úspěch fyzioterapie je však důležitý i fyzický kontakt. Nejdůležitějšími nástroji fyzioterapeuta jsou jeho ruce. Ty slouží nejen pro diagnostiku, ale i pro terapii a kontrolu správně provedených cviků. Telerehabilitace dokáže diagnostiku, terapii a kontrolu usnadnit, ale fyzický kontakt mezi pacientem a terapeutem plně nahradit nelze.

V mé domněnce, že není dobré omezovat osobní kontakt pacienta s terapeutem, mě utvrdil článek Pavlou a kol.<sup>[42]</sup> z roku 2010. Ve své práci porovnávali compliance vestibulárních pacientů cvičících pod odborným dozorem (1. skupina) a bez něj (2. skupina). Obě skupiny cvičily pomocí vizuálních stimulů vysílaných prostřednictvím DVD (Digital Video Disc). Výsledky vyšly příznivěji pro skupinu cvičící pod dozorem, u které dokončilo studii 90 % probandů. Naopak u pacientů cvičících bez dozoru dokončilo studii pouze 45 % probandů, což značí ztrátu jejich motivace. (Nutno podotknout, že u pacientů, kteří studii dokončili, došlo ke zlepšení zdravotního stavu bez výrazných rozdílů mezi oběma skupinami.) Odborný dozor má podle Pavlou<sup>[42]</sup> kromě jiného také vliv na motivaci. Zvyšuje sebevědomí, poskytuje jistotu a zdůrazňuje pozitivní účinky vestibulárních cvičení<sup>[42]</sup>. A to, troufám si tvrdit, nedokáží ani nejmodernější technologie, nýbrž empatický fyzioterapeut.

### **3.1.4 Odbornost aplikací**

Existuje mnoho mobilních aplikací podporujících pohyb. Mnoho jich je zaměřeno na téma fitness (dle Dle Ramey a kol. tvoří 36 % dostupných mHealth aplikací<sup>[36]</sup>) – zahrnují například videa se cviky, které cílí na zlepšení kondice, posílení určitých svalů, nebo jednoduše pro lepší postavu. Tyto aplikace ale nejsou navrženy fyzioterapeuty a necílí na konkrétní obtíže pacienta. Dle Ramey a kol. existují tisíce dostupných aplikací poskytující mHealth, avšak pouhé jedno procento je založeno na vědeckém výzkumu<sup>[36]</sup>. Nutno podotknout, že vývoj aplikací je řízen převážně komerčními účely. Komerčně vyvíjené aplikace musí být levně vyvinuty a rychle distribuovány uživatelům. Klinické testování je nákladné finančně i časově, proto nelze očekávat, že by se jimi většina komerčně vyvíjených aplikací zaobírala. Efekt takto vyvíjených aplikací na zdravotní stav uživatele může být mizivý.

Dle mnoha zdrojů je výzkum v oblasti telerehabilitace nejen vestibulárních poruch nedostatečný<sup>[32][43][48]</sup>. Také Hall a kol.<sup>[12]</sup> ve svých aktualizovaných guidelines nabádají k výzkumu efektivity vzdáleně monitorované VRHB a vlivu na pacientovu motivaci<sup>[12]</sup>.

Pro správné využití mobilních aplikací pro léčbu konkrétních onemocnění je potřeba rozsáhlejších studií a také nastavení standardizovaných přístupů. Například Nkuliza a kol.<sup>[50]</sup> zdůrazňují nutnost nastavení regulace trhu pro zajištění kvality nabízených mHealth aplikací – za prvé zahrnutím klinických pracovníků do vývoje, a za druhé nastavením akreditací pro jejich publikování na trh. Ve své práci Nkuliza a kol.<sup>[50]</sup> také publikovali rešerši existujících mobilních aplikací pro závrativé stavy a ze 32 nalezených aplikací (z Apple Store a Google Play Store) vyhodnotili pomocí MARS skóre pouze 8 z nich jako dostatečně kvalitní.

## **3.2 Návrh mobilní aplikace pro vestibulární rehabilitaci**

Pro vývoj ideální aplikace sloužící k vestibulární rehabilitaci zmíním v následujících odstavcích návrh některých funkcionalit, které by měla mobilní aplikace určená pro VRHB zahrnout.

Konvenční vestibulární rehabilitace zahrnuje časté opakování cviků, což pro mnohé může být nezáživné a snižovat tak jejich compliance<sup>[40]</sup>. Nehrujee a kol. zmiňují používání zpestřujících prvků pro větší efektivitu terapie, konkrétně využití virtuální

reality<sup>[40]</sup>. Virtuální realita je počítačově generovaná simulace prostředí, se kterým mohou uživatelé interagovat pomocí jejich pohybů<sup>[12]</sup>. Má více forem a jednou z nich je tzv. headset (neboli Head Mounted Display, HMD), což jsou speciální brýle se dvěma obrazovkami (pro každé oko jedna), sluchátky a množstvím pohybových senzorů<sup>[41]</sup>. Pro pacienty toto zařízení nemusí být finančně dostupné, naštěstí ale existuje dostupnější alternativa s využitím mobilního telefonu, tzv. VR-brýle. Jedná se o jednodušší formu virtuální reality, která využívá vyspělých funkcí dnešních mobilních telefonů (mimo jiné i kvalitní displej a zabudované pohybové senzory)<sup>[41]</sup>. Mobilní telefon se nasadí na speciální brýle (např. Google Cardboard) a pomocí mobilní aplikace přehrává uživateli virtuální realitu. Nehrujee a kol. vidí ve využití VR-brýlí potenciál pro vestibulární rehabilitaci díky dostupnosti, bezpečnosti a přenosnosti<sup>[40]</sup>.

Kromě využití zpestřujících prvků by mobilní telefon mohl posloužit pro promítání optokinetických stimulů pomocí výše zmíněné virtuální reality, jak zmiňuje Pavlou<sup>[42]</sup>. Ta udává výhodu virtuální reality v nácviku posturálních reakcí u pacientů s vizuálním vertigem, nezavrhuje však ani promítání optokinetických stimulů i na relativně malý obraz<sup>[42]</sup>. Teoreticky by tak tyto vizuální vjemy mohly být promítány jen na kvalitním displeji telefonu, který by tak sloužil například jako fixační bod pro nácvik zvýšení gainu VOR.

Díky vyspělému operačnímu systému dnešních telefonů dokáží mobilní aplikace zaznamenávat informace z interních senzorů (např. zmíněných pohybových – akcelerometr atd.) a zároveň výsledky zpracovávat, což je vhodné pro monitorování pohybu pacienta nejen během rehabilitace. Navíc moderní mobilní telefony mají i vysoký výkon a jejich výpočetní kapacitu lze využít pro distribuované zpracování dat, což může značně ušetřit prostředky, které by jinak musela vynakládat vědecká pracoviště. Mellone a kol.<sup>[44]</sup> prezentovali možnost využití mobilního telefonu k prevenci a detekci pádů. Mobilní telefon byl připevněn pomocí pásku na spodní část zad, monitoroval probandův pohyb během dne a při podezřelém signálu připomínajícím pád spustil alarm<sup>[44]</sup>. V tomto výzkumu však telefon sloužil pouze jako senzor a proband nevyužíval jeho běžných funkcí.

Funkce monitorování pohybu interními senzory lze také využít jako levnější a jednodušší verze přístrojových vyšetřovacích metod, zejména stabilometrie (neboli posturografie). Ta se využívá pro kvantifikaci posturálních výchylek u stojícího

pacienta<sup>[1]</sup>. Mobilní telefon umožňuje zaznamenat výchyly i v dynamických situacích, např. při chůzi. Avšak stejně jako u zmíněné prevence pádů<sup>[44]</sup> by mobilní aplikace byla omezená na snímání dat pouze z jedné části těla. Proto se nabízí možnost využití přídatných přístrojů jako externí pohybové senzory, které by byly umístěné na různých částech těla, a informace o pohybu by vysílaly do mobilního telefonu. Ten by sloužil jako přenosný počítač pro zpracování a vyhodnocení signálů. Pro monitorování pohybu pomocí jednoho či více senzorů používá Gawronska a kol. název mobilní posturografie<sup>[38]</sup>. Ta by kromě vyšetření mohla teoreticky sloužit také pro poskytování biologické zpětné vazby při nácviu rovnováhy.

Kromě monitorování pohybu těla lze i pomocí pohybových senzorů a kamery mobilního telefonu snímat pohyby očí. Parker a kol. představili aplikaci EyePhone, která dokáže pomocí rozšířené reality vytvořit 3D obraz obličeje a zaznamenávat pohyby očí a hlavy<sup>[51]</sup>. Ta má potenciál ve využití v klinické praxi jako dostupnější alternativa videookulografie.

Existují i další možnosti využití interních senzorů telefonu pro vestibulární rehabilitaci. Například existují studie zabývající se využitím mobilní aplikace pro určení subjektivní vizuální vertikály<sup>[45][46][47]</sup>. Ať už s využitím prostého kbelíku, VR-brýlí, nebo bez pomůcky.

Během pandemie Covid-19 se mnoho klinických pracovníků uchýlilo k poskytování konzultací na dálku prostřednictvím telekonzultace. Barreto a kol.<sup>[48]</sup> zmiňují některé aplikace určené pro komunikaci, které jsou pro svoji bezpečnost oficiálně uznávány pro používání ve zdravotnictví. Například Zoom for Healthcare, Microsoft Teams, WhatsApp, Facebook Messenger, Viber a další<sup>[48]</sup>. Ty by mohly umožňovat zabezpečenou komunikaci se zdravotníkem a případné virtuální vyšetření či terapii. Harrel a kol.<sup>[49]</sup> se ve své studii tázali 159 fyzioterapeutů, jaké techniky dokázali efektivně provést pomocí telerehabilitace. Z vyšetřovacích technik většina dokázala vyšetřit: rozsah pohybu krční páteře (86 %), symptomy vyvolané při VORx1 (tj. pohyb hlavou a zároveň fixace nehybného objektu) (83 %), pomalé sledovací oční pohyby (77 %), Rombergův test (74 %), sakády (74 %) a další<sup>[49]</sup>. Z cvičebních technik využili: habituační cvičení (94 %), cviky na stabilitu stoje na pevném povrchu (93 %), nácviu VORx1 (93 %), chůzi s pohyby hlavou do stran (76 %), střídání zrakové fixace mezi dvěma předměty (74 %) a jiné<sup>[49]</sup>.

Ideální aplikace by dle mého názoru měla být uživatelsky jednoduchá, ale zároveň by měla poskytovat komplexní službu zahrnující více funkcí – například kombinaci deníku symptomů, plánu cvičení včetně videoukázek, edukace a umožnění komunikace s odborníkem.

### 3.3 Diskuze k rešerši

Jádrem mé práce byla rešerše dostupné literatury o mobilních aplikacích ve VRHB a rešerše dostupných mobilních aplikací na Google Play Store.

Dvanáct nalezených článků se zabývalo hodnocením konkrétní aplikace pro VRHB. Těchto článků, vzhledem k velkému množství existujících mHealth aplikací, nebylo mnoho a jejich témata byla variabilní. Zároveň se většinou jednalo o prvotní malé studie, které jednotlivé aplikace spíše představily a navrhly další, rozsáhlejší výzkum. Nelze tedy předpokládat jejich vysokou reliabilitu, tedy spolehlivost. Mnoho z aplikací však dle mého názoru má potenciál a bylo by dobré provést rozsáhlejší studie pro jejich využití v praxi.

Aplikace dostupné na Google Play Store jsem uvedla v tabulce 2 a některé detailněji popsala v textu. Detailněji popsané aplikace představují zástupce existujících aplikací, které byly zdarma dostupné a bylo tak možné je zběžně otestovat. Dle mého názoru jsou aplikace jednoduché a jejich přínos pro VRHB není podložen. Diagnostické aplikace jsou jednoduché a mohou sloužit pouze jako pomůcka pro terapeuta při vyšetřování, například pro vyšetření konkrétního standardizovaného testu. Uvedené terapeutické aplikace nejsou klinicky otestované a nemohou plnohodnotně nahradit terapii, v určitých případech však mohou doplnit terapii pro její zpestření a motivační prvky. Z vyhledaných aplikací pouze jediná (Neuroequilibrium) poskytovala komplexnější péči o pacienty vestibulární poruchou, zahrnující diagnostiku, terapii, edukaci a sdílení dat s fyzioterapeutem. Bohužel se k této aplikaci nepodařilo získat přístup, a tak nebylo možné ji patřičně otestovat. Aplikace Accelerometer meter je z uvedených jediná, která na Google Play Store není v kategorii Lékařství ani Zdraví a fitness. Důvodem, proč jsem tuto aplikaci uvedla je, že i pro takto jednoduchou aplikaci vidím potenciál pro využití ve VRHB – a to pro vyšetření balančních schopností a poskytování zpětné vazby při terapii.



### 3.4 Diskuze k praktické části

Z výsledků objektivního vyšetření obou pacientů není efekt terapie zcela jasný. Testy FGA a DVA mají nízké bodové rozpětí a jejich závěrečné výsledky se u obou pacientů změnilo oproti vstupnímu jen minimálně, nelze tak podle nich hodnotit efekt terapie za takto relativně krátkou dobu 4 týdnů. Naopak test, u kterého je patrnější rozdíl mezi vstupním a závěrečným vyšetřením, je test CTSIB.

U pacienta č. 2 došlo ke zlepšení skóre z CTSIB o téměř 17 bodů, přičemž ke zlepšení došlo zejména v situacích 5 a 6. Jelikož u tohoto pacienta došlo i k mírnému zrychlení chůze se zavřenými očima (v testu FGA), přikládám efektu vestibulárního cvičení jistou váhu.

U pacientky č. 1 bylo v závěrečném CTSIB testu patrné zhoršení oproti vstupnímu téměř o 50 bodů, a to nejvíce v situacích 3 a 4. Je tedy s otázkou, co ovlivnilo změnu těchto výsledků. Pro vysvětlení horších výsledků u pacientky č. 1 mám několik teorií. Za prvé, testy závěrečného vyšetření byly provedeny v jiném pořadí. Konkrétně testu CTSIB předcházelo vyšetření dynamické zrakové ostrosti, které je pro pacientku subjektivně nepříjemné a mohlo tak zhoršit její stabilitu. Za druhé, při poslední návštěvě pacientka uvedla, že několik dnů přestala cvičit z důvodu pracovního vytížení v domácnosti. Výsledky tak mohly být ovlivněné únavou, nebo také vynecháním cvičení.

Pro praktickou část jsme vybírali takovou aplikaci, která slouží k terapii a zároveň je uživatelsky jednoduchá na používání. Tyto podmínky aplikace Teboka splnila a je výhodou, že je v českém jazyce. Ze závěrečného dotazníku pro hodnocení mobilní aplikace Teboka lze obecně usoudit, že byli pacienti s aplikací spokojeni pro její motivační funkci a jednoduché ovládání. Uvedli, že díky ní cvičili pravidelně. Subjektivně však nedošlo ke změně jejich zdravotního stavu.

Během průzkumu jsme u aplikace objevili několik nedostatků, které by bylo třeba opravit. V následujícím odstavci zmíním tyto nedostatky a na jejich základě poskytnu zpětnou vazbu pro vývojáře jako podnět pro zkvalitnění aplikace.

Nedostatky jsem shrnula do několika bodů:

1. Při přehrávání cvičební jednotky se vyskytují některé technické chyby. Při přehrávání prvního cviku jsme zaznamenali nesoulad informací mezi zvukovou stopou a promítaným videem (v instruktáži pán cvičil s otáčením hlavy doleva

a doprava, zatímco hlasové instrukce pak zněly „pohybujte hlavou nahoru a dolu“). Dále u většiny cvičení nebyl ohlášen konec, časomíra sice promítána byla, avšak při cvičení se zavřenými očmi pacient nepoznal, kdy má skončit.

2. Nebyla možnost zpětně se podívat na odcvičené cviky z předchozích cvičebních jednotek, což je zejména pro fyzioterapeuta nevýhodné pro zhodnocení terapie.

3. Pro klinické využití by bylo vhodné umožnit sdílení dat uživatele s fyzioterapeutem, aby si mohl zobrazit cvičební plán a ideálně ho upravit podle vlastního úsudku. Neznáme totiž ani algoritmus, který určuje, jaké cviky má dotyčný provádět a v jaké obtížnosti.

Dle mého názoru jsou zmíněná negativa pro vývojáře jednoduše řešitelná a myslím si, že tato aplikace má potenciál v zajištění kvalitní péče o pacienty s vestibulárními poruchami.

## ZÁVĚR

Vestibulární rehabilitace je založená na znalostech kompenzace vestibulární poruchy. Je prokázané, že individuální vestibulární cvičení cílené na konkrétní symptomy a funkční limitace pacienta má oproti nespecifickým cvičením či farmakologické léčbě větší efekt<sup>[12][24]</sup>. Zároveň je s výhodou odborný dohled nad cvičením pacienta, což může být pro některé pacienty limitující vzhledem k finanční a časové náročnosti při dojíždění na specializovaná pracoviště<sup>[42]</sup>.

Dnešní technologie mobilních aplikací má široké možnosti využití také ve zdravotnické sféře. Jejich potenciál pro využití ve vestibulární rehabilitaci je v poskytování odborné konzultace na dálku, usnadnění individuálně přizpůsobeného cvičení, případně jako pomůcka pro vyšetření terapeutem.

Praktická část zahrnovala dvě kazuistiky pacientů, kterým byla zadána terapie pomocí aplikace Teboka. Ta zahrnovala vestibulární cvičení třikrát denně po dobu 4 týdnů. Efekt terapie není zcela znám, výsledky z vyšetření jsou nejednotné a vzhledem k chronické povaze onemocnění obou pacientů nelze za takto krátkou dobu očekávat výborné výsledky terapie. Avšak z dotazníku ohledně užívání aplikace Teboka vyplynulo, že byli pacienti s aplikací spokojeni pro její jednoduchost a motivační funkci.

Relevantních článků i aplikací na Google Play zabývajících se vestibulární rehabilitací není vzhledem k velkému množství nabízených mHealth aplikací mnoho. Obecně není zaručená jejich kvalita a do budoucna je nutné plošné nastavení regulace vývoje a používání těchto aplikací, a to například na vládní nebo mezinárodní úrovni. Zmíněné konkrétní aplikace, ať už použité ve vědeckých článcích či dostupné na Google Play, představují přehled, ze kterého může klinický pracovník ve vestibulární rehabilitaci čerpat, pokud má záměr využít některé aplikace pro výzkum, vyšetření či terapii. Neexistují pravidla pro používání těchto aplikací, a proto by měl každý odborník sám usoudit, zda určitá aplikace může přinést do vestibulární rehabilitace benefit či nikoliv.

Budoucí výzkum v oblasti využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci by se měl zaměřit na návrh a vývoj takové aplikace, která by poskytovala komplexní péči o pacienta, včetně edukace, terapie a sdílení dat s odborníkem či ideálně celým zdravotnickým systémem. Zároveň je třeba více klinických studií již existujících aplikací pro vestibulární rehabilitaci, aby je bylo možné doporučit pro využití v klinické praxi.

## REFERENČNÍ SEZNAM

- [1] GALEA, Marinella DeFre. Telemedicine in Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 2019, **30**(2), 473–483 [cit. 2022-04-06]. ISSN 10479651. Doi: 10.1016/j.pmr.2018.12.002
- [2] WHO. *MHealth New horizons for health through mobile technologies: Based on the findings of the second global survey on eHealth* [online]. 3. Geneva: © World Health Organization, 2011 [cit. 2022-03-31]. ISBN 9789241564250. Dostupné z: [https://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf](https://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf)
- [3] MARTINKOVIČ, Lukáš, Rudolf ČERNÝ a Jaroslav JEŘÁBEK. Anatomie a fyziologie vestibulárního systému. *Umění fyzioterapie: Rovnováha*. Příbor, 2020, (10), 13–19. ISSN 2464-6784
- [4] KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, c2009. ISBN 9788072626571
- [5] ČADA, Zdeněk, Rudolf ČERNÝ a Ondřej ČAKRT. *Závratě*. Havlíčkův Brod: Tobiáš, 2017. Medicína hlavy a krku. ISBN 978-80-7311-165-6
- [6] ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3: Třetí, upravené a doplněné vydání*. Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3
- [7] HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. 4. vydání. Praha: Triton, 2017. ISBN 9788075534200
- [8] ANGELAKI, Dora a David DICKMAN. The vestibular system. *Noba textbook series: Psychology* [online]. DEF publishers, 2021 [cit. 2021-4-28]. Dostupné z: <http://noba.to/ey5sb6fg>
- [9] KHAN, Sarah a Richard CHANG. Anatomy of the vestibular system: A review. *NeuroRehabilitation* [online]. 2013, **32**(3), 437–443 [cit. 2021-5-4]. ISSN 10538135. Doi:10.3233/NRE-130866
- [10] ČAKRT, Ondřej a Jaroslav JEŘÁBEK. Vestibulární rehabilitace. *Neurologie pro praxi*. Solen, 2017, **18**(3), 170–173. Doi: 10.36290/neu.2017.081
- [11] HALL, Courtney, Susan HERDMAN, Susan WHITNEY, et al. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Evidence-Based Clinical Practice Guideline: FROM THE AMERICAN PHYSICAL THERAPY ASSOCIATION NEUROLOGY SECTION. *Journal of neurologic physical therapy*. 2016, **40**(2), 124–155. Doi:10.1097/NPT.000000000000120.

- [12] HALL, Courtney, Susan HERDMAN, Susan WHITNEY, et al. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. 2021, **Publish Ahead of Print** [cit. 2022-03-11]. ISSN 1557-0576. Doi:10.1097/NPT.0000000000000382
- [13] VYHNÁLEK, Martin, Richard BRZEZNY a Jaroslav JEŘÁBEK. Benigní paroxysmální polohové vertigo – nejčastější závratě v lékařské ordinaci. *Neurologie pro praxi*. 2007, **8**(6), 348–350. Dostupné také z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/>.
- [14] HANSSON, Eva Ekvall. Vestibular rehabilitation – For whom and how? A systematic review. *Advances in Physiotherapy* [online]. 2007, **9**(3), 106–116 [cit. 2021-11-16]. Doi:10.1080/14038190701526564
- [15] JEŘÁBEK, Jaroslav. Diagnostika a terapie závrativých stavů. *Neurol. pro praxi*. 2007, **8**(4), 231–234. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/>
- [16] FORBES, Jessica a Heather CRONOVICH. Romberg test. *StatPearls* [online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2021, 20.9.2021, **2021**(1) [cit. 2021-10-30]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563187/>
- [17] WHITNEY, Susan, Alia ALGHWIRI a Ahmad ALGHADIR. An overview of vestibular rehabilitation. *Handbook of Clinical Neurology* [online]. Elsevier Health Sciences, 2016, **137**, 187–205 [cit. 2021-11-15]. ISBN 0444634371. ISSN 0072-9752. Doi: 10.1016/B978-0-444-63437-5.00013-32016
- [18] COHEN, Henry, Cathleen BLATCHLY a Laurie GOMBASH. A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical therapy*. 1993, **73**(6), 346–354. Doi: 10.1093/ptj/73.6.346.
- [19] HORN, Linda, Teresa RICE, Jennifer STOSKUS, Karen LAMBERT, Elizabeth DANNENBAUM a Matthew SCHERER. Measurement Characteristics and Clinical Utility of the Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB) and Modified CTSIB in Individuals With Vestibular Dysfunction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015, **96**(9), 1747–1748. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.04.003>
- [20] SHUMWAY-COOK, Anne, Catherine TAYLOR, Patricia Noritake MATSUDA, Michael STUDER a Brady WHETTEN. Expanding the Scoring System for the Dynamic Gait Index. *Physical therapy* [online]. CARY: American Physical Therapy Association, 2013, **93**(11), 1493–1506 [cit. 2021-11-06]. ISSN 0031-9023. Doi: 10.2522/ptj.20130035
- [21] WRISLEY, Diane, Gregory MARCHETTI, Diane KUHARSKY a Susan WHITNEY. Reliability, Internal Consistency, and Validity of Data Obtained With the

- Functional Gait Assessment. *Physical therapy* [online]. United States: American Physical Therapy Association, 2004, **84**(10), 906–918 [cit. 2021-11-06]. ISSN 0031-9023. Doi: 10.1093/ptj/84.10.906
- [22] ČERNÝ, Rudolf, Ondřej ČAKRT a Jaroslav JEŘÁBEK. Laboratory methods for investigating the vestibular apparatus. *Neurologie pro praxi* [online]. 2017, **18**(3), 163–169 [cit. 2022-04-12]. ISSN 12131814. Doi:10.36290/neu.2017.080
- [23] HERDMAN, Susan. Role of vestibular adaptation in vestibular rehabilitation. *Otolaryngology-head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* [online]. 1998, **119**(1), 49–54 [cit. 2021-5–16]. ISSN 01945998. Doi:10.1016/S0194-5998(98)70195-0
- [24] HORAK, Fay, Christine JONES-RYCEWICZ, Owen BLACK a Anna SHUMWAY-COOK. Effects of vestibular rehabilitation on dizziness and imbalance. *Otolaryngology-head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery* [online]. 1992, **106**(2), 175–80 [cit. 2021-5-16]. ISSN 01945998. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177%2F019459989210600220>
- [25] BRONSTEIN, Adolfo. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry* [online]. 1995, **59**(5), 472–476 [cit. 2022-04-06]. ISSN 0022-3050. Doi: 10.1136/jnnp.59.5.472
- [26] LACOUR, Michel. Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation. *Current Medical Research and Opinion* [online]. 2006, **22**(9), 1651–1659 [cit. 2022-02-15]. ISSN 0300-7995. Doi: 10.1185/030079906X115694
- [27] LACOUR, Michel a Laurence BERNARD-DEMANZE. Interaction between Vestibular Compensation Mechanisms and Vestibular Rehabilitation Therapy: 10 Recommendations for Optimal Functional Recovery. *Frontiers in Neurology* [online]. 2015, **5** [cit. 2022-02-15]. ISSN 1664-2295. Doi:10.3389/fneur.2014.00285
- [28] ČAKRT, Ondřej, Michal TRUC, Pavel KOLÁŘ a Jaroslav JEŘÁBEK. Vestibulární rehabilitace – principy rehabilitace pacientů s poruchou vestibulárního systému. *Neurologie pro praxi*. 2007, **8**(6), 354-356. Dostupné také z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/>
- [29] DUNLAP, Pamela, Janene HOLMBERG a Susan WHITNEY. Vestibular rehabilitation: advances in peripheral and central vestibular disorders. *Current opinion in neurology* [online]. PHILADELPHIA: LIPPINCOTT WILLIAMS & WILKINS,

- 2019, **32**(1), 137–144 [cit. 2021-11-20]. ISSN 1350-7540. Doi: 10.1097/WCO.0000000000000632
- [30] DEVEZE, Arnaud, Laurence BERNARD-DEMANZE, Frederic XAVIER et al. Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology* [online]. 2014, **44**(1), 49–57 [cit. 2022-04-13]. ISSN 09877053. Doi: 10.1016/j.neucli.2013.10.138
- [31] ČAKRT, Ondřej. *Využití biologické zpětné vazby v rehabilitaci pacientů s poruchou posturální stability*. Praha: Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta, 2013. Dizertační práce. Univerzita Karlova, 2. LF. Vedoucí práce Doc. MUDr. Jaroslav Jeřábek.
- [32] STACH, Michael, Robin KRAFT, Thomas PROBST, et al. Mobile Health App Database – A Repository for Quality Ratings of mHealth Apps. In: *2020 IEEE 33rd International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS)* [online]. IEEE, 2020, 2020, 427–432 [cit. 2022-04-18]. ISBN 978-1-7281-9429-5. Doi: 10.1109/CBMS49503.2020.00087.
- [33] MHAD | Startseite. *MHAD / Startseite* [online]. Copyright © 2022 Universität Ulm [cit. 18.04.2022]. Dostupné z: <http://www.mhad.science/#>
- [34] REYES, Angelica, Pei QIN a Cary BROWN. A standardized review of smartphone applications to promote balance for older adults. *Disability and rehabilitation* [online]. England: Taylor & Francis, 2018, **40**(6), 690-696 [cit. 2022-04-04]. ISSN 0963-8288. Doi: 10.1080/09638288.2016.1250124
- [35] LORIG, Kate a Halsted HOLMAN. Self-management education: History, definition, outcomes, and mechanisms. *Annals of behavioral medicine* [online]. New York: Springer-Verlag, 2003, **26**(1), 1–7 [cit. 2022-03-31]. ISSN 0883-6612. Doi: 10.1207/S15324796ABM2601\_01
- [36] RAMEY, Lindsay, Candice OSBORNE, Donald KASITINON a Shannon JUENGST. Apps and Mobile Health Technology in Rehabilitation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* [online]. 2019, **30**(2), 485–497 [cit. 2022-04-06]. ISSN 10479651. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2018.12.001>
- [37] WHO. *MHealth: use of appropriate digital technologies for public health* [online]. Geneva: World Health Organization, 2018, (10665/272993) [cit. 2022-03-30]. Dostupné z: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274134>
- [38] GAWRONSKA, Anna, Anna PAJOR, Ewa ZAMYSLOWSKA-SZMYTKE, Oskar ROSIAK a Magdalena JOZEFOWICZ-KORCZYNSKA. Usefulness of Mobile Devices in the

- Diagnosis and Rehabilitation of Patients with Dizziness and Balance Disorders: A State of the Art Review. *Clinical Interventions in Aging* [online]. 2020, **15**, 2397-2406 [cit. 2022-04-06]. ISSN 1178-1998. Doi: 10.2147/CIA.S289861
- [39] NUSSBAUM, Ryan, Christopher KELLY, Eleanor QUINBY et al. Systematic Review of Mobile Health Applications in Rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 2019, **100**(1), 115-127 [cit. 2022-04-06]. ISSN 00039993. Doi: 10.1016/j.apmr.2018.07.439
- [40] NEHRUJEE, Aravind, Lenny VASANTHAN, Anjali LEPCHA a Sivakumar BALASUBRAMANIAN. A Smartphone-based gaming system for vestibular rehabilitation: A usability study. *Journal of vestibular research* [online]. [Amsterdam]: IOS Press, 2019, **29**(2–3), 147–160 [cit. 2022-03-31]. ISSN 0957-4271. Doi:10.3233/VES-190660
- [41] Nejlepší brýle pro virtuální realitu dle testu a recenzí 2022. *Arecenze* [online]. Brno: Procontent, 2022, duben [cit. 2022-04-06].  
Dostupné z: <https://www.arecenze.cz/bryle-pro-virtualni-realitu/>
- [42] PAVLOU, Marousa. The Use of Optokinetic Stimulation in Vestibular Rehabilitation. *Journal of neurologic physical therapy* [online]. PHILADELPHIA: Neurology Section, APTA, 2010, **34**(2), 105–110 [cit. 2022-03-31]. ISSN 1557-0576. Doi: 10.1097/NPT.0b013e3181dde6bf
- [43] DOMINGUES, Renan Barros, Carlos Eduardo MANTESE, Emanuelle da Silva AQUINO et al. Telemedicine in neurology: current evidence. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria* [online]. 2020, **78**(12), 818–826 [cit. 2022-04-06]. ISSN 1678-4227. Doi: 10.1590/0004-282x20200131
- [44] MELLONE, Sabato, Carlo TACCONI, Lars SCHWICKERT et al. Smartphone-based solutions for fall detection and prevention: the FARSEEING approach. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie* [online]. 2012, **45**(8), 722-727 [cit. 2022-04-08]. ISSN 0948-6704. Doi: 10.1007/s00391-012-0404-5
- [45] RIERA-TUR, Laura, Andres CABALLERO-GARCIA, Antonio MARTIN-MATEOS a Alfonso LECHUGA-SANCHO. Efficacy of the subjective visual vertical test performed using a mobile application to detect vestibular pathology. *Journal of Vestibular Research* [online]. 2022, **32**(1), 21–27 [cit. 2022-04-07]. ISSN 09574271. Doi: 10.3233/VES-201526
- [46] NEGRILLO-CÁRDENAS, José, Antonio RUEDA-RUIZ, Carlos OGAYAR-ANGUITA et al. A System for the Measurement of the Subjective Visual Vertical using a Virtual



- Reality Device. *Journal of Medical Systems* [online]. 2018, **42**(7) [cit. 2022-04-08]. ISSN 0148-5598. Doi: 10.1007/s10916-018-0981-y
- [47] WENGIER, Anat, Omer UNGAR, Ophir HANDZEL et al. Subjective Visual Vertical Evaluation by a Smartphone-based Test—Taking the Phone Out of the Bucket. *Otology & Neurotology* [online]. 2021, **42**(3), 455-460 [cit. 2022-04-08]. ISSN 1531-7129. Doi: 10.1097/MAO.0000000000002944
- [48] BARRETO, Renato Gonzaga, Darío Andrés YACOVINO, Marcello CHERCHI et al. The Role of the Smartphone in the Diagnosis of Vestibular Hypofunction: A Clinical Strategy for Teleconsultation during the COVID-19 Pandemic and Beyond. *International Archives of Otorhinolaryngology* [online]. 2021, **25**(04), e602-e609 [cit. 2022-04-07]. ISSN 1809-9777. Doi: 10.1055/s-0041-1736340
- [49] HARRELL, Regan, Michael SCHUBERT, Sara OXBOROUGH a Susan WHITNEY. Vestibular Rehabilitation Telehealth During the SAEA-CoV-2 (COVID-19) Pandemic. *Frontiers in Neurology* [online]. 2022, **12** [cit. 2022-04-09]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2021.781482
- [50] NKULIZA Delphine, ARWYN-JONES James, MILINIS Kristijonas, et al. Smartphone apps for the diagnosis and management of vertigo: a systematic review of the literature and mobile applications. *Authorea Preprints*; 2022. Doi: 10.22541/au.164725099.99326244/v1.
- [51] PARKER, Maxwell, Nathan FARRELL, Jorge OTERO-MILLAN et al. Proof of Concept for an “eyePhone” App to Measure Video Head Impulses. *Digital Biomarkers* [online]. 2021, **5**(1), 1–8 [cit. 2022-04-07]. ISSN 2504-110X. Doi:10.1159/000511287
- [52] WHITTAKER, Max, Ravi KANANI a Rahul KANEGAONKAR et al. Assessing the Unterberger test: introduction of a novel smartphone application. *The Journal of Laryngology & Otology* [online]. 2014, **128**(11), 958–960 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0022-2151. Doi: 10.1017/S0022215114002539
- [53] HASSETT, Patricia. *The Assessment Of The Usability Of The Vestibular Rehabilitation Application*. 2016. Dizertační práce. Royal College of Surgeons Ireland. Vedoucí práce Dara Meldrum. Doi: 10.25419/rcsi.10810394.v1
- [54] GERHARDY, Thomas, Katharina GORDT, Carl-Philipp JANSEN a Michael SCHWENK. Towards Using the Instrumented Timed Up-and-Go Test for Screening of Sensory System Performance for Balance Control in Older Adults. *Sensors* [online]. 2019, **19**(3) [cit. 2022-04-07]. ISSN 1424-8220. Doi: 10.3390/s19030622

- [55] UZ, Uzdan, Didem UZ a Onur CELIK. Does a smartphone application make it easier to evaluate the dizziness handicap inventory?. *Neurological Sciences and Neurophysiology* [online]. 2019, **36**(3), 148–151 [cit. 2022-04-07]. ISSN 2636865X. Doi: 10.5152/NSN.2019.11865
- [56] MARTIN, Eric, Carsten LEUE, Philippe DELESPAUL, et al. Introducing the DizzyQuest: an app-based diary for vestibular disorders. *Journal of Neurology* [online]. 2020, **267**(S1), 3-14 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0340-5354. Doi: 10.1007/s00415-020-10092-2
- [57] DE JOODE, Luuke, Eric MARTIN, Joost STULTIENS, et al. The DizzyQuest: to have or not to have... a vertigo attack?. *Journal of Neurology* [online]. 2020, **267**(S1), 15-23 [cit. 2022-04-22]. ISSN 0340-5354. Doi: 10.1007/s00415-020-10043-x
- [58] FILIPPOULOS, Filipp, Doreen HUPPERT, Thomas BRANDT et al. Computerized clinical decision system and mobile application with expert support to optimize management of vertigo in primary care: study protocol for a pragmatic cluster-randomized controlled trial. *Journal of Neurology* [online]. 2020, **267**(S1), 45–50 [cit. 2022-04-07]. ISSN 0340-5354. Doi: 10.1007/s00415-020-10078-0
- [59] PARKER, Maxwell, Shervin BADIHAN, Ahmed HASSOON et al. Eye and Head Movement Recordings Using Smartphones for Telemedicine Applications: Measurements of Accuracy and Precision. *Frontiers in Neurology* [online]. 2022, **13** [cit. 2022-04-07]. ISSN 1664-2295. Doi: 10.3389/fneur.2022.789581
- [60] Teboka®. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.infoteam.schwindelAppCZ>
- [61] *VertiGo Exercise (AR)*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.Abbott.VertiGoExcercise>
- [62] *Vertigenius*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tcs.vertigenius>
- [63] *Vestibio*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/search?q=vestibio&c=apps>
- [64] *Vertex: Vertigo Exercises with Angle Tracking*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kebroad.vertex>

- [65] *BPPV Treatment*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mediavents.bppv>
- [66] *Vertigone – BPPV and Vertigo Epley Exercises*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.erdwtech.vertigone>
- [67] *Healing Vertigo*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app.healingbppv>
- [68] *BPPV relief*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.burstonsoftware.BppvRelief>
- [69] *Positional Vertigo App (Semont And Semont Plus)*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.vertigotreatment.sample>
- [70] *PT Balance Test*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=com.theralogics.balance\\_test](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.theralogics.balance_test)
- [71] *TUG App*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.webgearing.tugapp>
- [72] *Subjective Vertical Test VR*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=indie.AlbuSorinCalin.EarTestVR>
- [73] *e-DHI (Dizziness Handicap Inventory)*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.orlist.edhi>
- [74] *dZee – Vertigo Analysis*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
[https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai\\_apps\\_rsn.dZee\\_material](https://play.google.com/store/apps/details?id=appinventor.ai_apps_rsn.dZee_material)
- [75] *DizzyCam*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z:  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.camdh.app.dizzy>

- [76] *Dizziness Diary*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.barthold.dizzinessdiary>
- [77] *Balance Test*, In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.slani.balancetest>
- [78] *Accelerometer Meter*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.keuwl.accelerometer>
- [79] *NeuroEquilibrium*. In: Google Play Store [online]. Google, 2022 [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nedsapp>
- [80] *Tebokan cvičení proti závratí: Návod k použití*. 2.1. Německo: Johner Medical, 2021.
- [81] How to use the Visual Vertical app. *More Patients, More Revenue, More Often - Clear Health Media* [online]. Copyright © 2017 CHM Solutions Pty Ltd T [cit. 30.04.2022]. Dostupné z: <https://www.clearhealthmedia.com/how-to-use-the-visual-vertical-app/>
- [82] BOTHA, Johny, Carien VAN 'T WOUT a Louise LEENEN. A Comparison of Chat Applications in Terms of Security and Privacy. In: *18th European Conference on Cyber Warfare and Security (ECCWS 2019)*. Portugal: Curran Associates, 2019, s. 55-62. ISBN 978-1-5108-9009-1. Dostupné také z: [https://www.researchgate.net/publication/334537058\\_A\\_Comparison\\_of\\_Chat\\_Applications\\_in\\_Terms\\_of\\_Security\\_and\\_Privacy](https://www.researchgate.net/publication/334537058_A_Comparison_of_Chat_Applications_in_Terms_of_Security_and_Privacy)
- [83] NETTER, Frank H. *Netterův anatomický atlas člověka*. Přeložil Marcela BEZDIČKOVÁ, přeložil Hana CHLEBEČKOVÁ, přeložil Eva KADLECOVÁ. Brno: CPress, 2016. ISBN 978-80-264-1176-5.
- [84] Vestibular Physiology | Ento Key. *Ento Key | Fastest Otolaryngology & Ophthalmology Insight Engine* [online]. Dostupné z: <https://entokey.com/vestibular-physiology/>
- [85] Auditory and Vestibular Systems (sensory System) Part 3. *what-when-how — In Depth Tutorials and Information* [online]. Dostupné z: <http://what-when-how.com/neuroscience/auditory-and-vestibular-systems-sensory-system-part-3/>

- [86] The Vestibular System | Noba. *Knowledge Evolved | Noba* [online]. Copyright © 2022 Diener Education Fund [cit. 30.04.2022]. Dostupné z: <https://nobaproject.com/modules/the-vestibular-system#authors>
- [87] File:1419 Vestibulo-Ocular Reflex.jpg - Wikimedia Commons. [online]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1419\\_Vestibulo-Ocular\\_Reflex.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:1419_Vestibulo-Ocular_Reflex.jpg)
- [88] (PDF) Therapeutic Effects of Mechanical Horseback Riding on Gait and Balance Ability in Stroke Patients. *ResearchGate | Find and share research* [online]. Copyright © 2012 by Korean Academy of Reh [cit. 30.04.2022]. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/235364658\\_Therapeutic\\_Effects\\_of\\_Mechanical\\_Horseback\\_Riding\\_on\\_Gait\\_and\\_Balance\\_Ability\\_in\\_Stroke\\_Patients](https://www.researchgate.net/publication/235364658_Therapeutic_Effects_of_Mechanical_Horseback_Riding_on_Gait_and_Balance_Ability_in_Stroke_Patients)
- [89] DE CASTRO, Sandra Meirelles, Monica Rodrigues PERRACINI a Fernando Freitas GANANÇA. Dynamic Gait Index - Brazilian Version. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* [online]. 2006, **72**(6), 817–825 [cit. 2022-04-30]. ISSN 18088694. Doi:10.1016/S1808-8694(15)31050-8
- [90] Dotazník poruch rovnováhy. *Neurootologická laboratoř – MUDr. Rudolf Černý, CSc.* [online]. Dostupné z: <http://www.zavratemotol.cz/dotazniky/dotaznik-poruch-rovnovahy/>

## SEZNAM OBRÁZKŮ V TEXTU

<b>Obrázek 1:</b> Blaný labyrint.....	12
<b>Obrázek 2:</b> Uspořádání polokruhových kanálků v prostoru .....	13
<b>Obrázek 3:</b> Schéma vestibulárního nervu.....	14
<b>Obrázek 4:</b> Vestibulární dráhy v CNS Zdroj: internet .....	15
<b>Obrázek 5:</b> Vestibulární korové oblasti. Zdroj: internet [86].....	16
<b>Obrázek 6:</b> Mechanismus vestibulo.okulárního reflexu Zdroj: internet [87] .....	17
<b>Obrázek 7:</b> Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí první týden.....	47
<b>Obrázek 8:</b> Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí druhý týden.....	48
<b>Obrázek 9:</b> Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí třetí týden .....	48
<b>Obrázek 10:</b> Data z aplikace u pac. č. 1 – průběh cvičení a závratí čtvrtý týden.....	49
<b>Obrázek 11:</b> Data z aplikace u pac. č. 2 – průběh cvičení a závratí první měsíc.....	54
<b>Obrázek 12:</b> Data z aplikace u pac. č. 2 – průběh cvičení a závratí druhý měsíc.....	55

## SEZNAM TABULEK V TEXTU

<b>Tabulka 1:</b> Přehled článků týkajících se tématu mobilních aplikací ve VRHB .....	34
<b>Tabulka 2:</b> Přehled aplikací pro VRHB dostupných na Google Play .....	38
<b>Tabulka 3:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky z dotazníku EEV .....	43
<b>Tabulka 4:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu .....	43
<b>Tabulka 5:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu .....	44
<b>Tabulka 6:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu .....	44
<b>Tabulka 7:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu .....	45
<b>Tabulka 8:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu .....	45
<b>Tabulka 9:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu .....	45
<b>Tabulka 10:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky DVA testu.....	46
<b>Tabulka 11:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky CTSIB testu.....	46
<b>Tabulka 12:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 1 – výsledky FGA testu .....	47
<b>Tabulka 13:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky z dotazníku EEV .....	51
<b>Tabulka 14:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu .....	51
<b>Tabulka 15:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu .....	51
<b>Tabulka 16:</b> Vstupní vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu .....	52
<b>Tabulka 17:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu .....	52
<b>Tabulka 18:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu .....	52
<b>Tabulka 19:</b> Průběžné vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu .....	53
<b>Tabulka 20:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky DVA testu.....	53
<b>Tabulka 21:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky CTSIB testu.....	53
<b>Tabulka 22:</b> Závěrečné vyšetření pac. č. 2 – výsledky FGA testu .....	54
<b>Tabulka 23:</b> Číselné hodnoty jednotlivých testů u pac. č. 1.....	56
<b>Tabulka 24:</b> Číselné hodnoty jednotlivých testů u pac. č. 2.....	56

## SEZNAM PŘÍLOH

<b>Příloha 1:</b> Možné příčiny pádů a úchylek těla dle jejich směru a charakteru (tabulka) .	79
<b>Příloha 2:</b> Bergova balanční škála – skórování jednotlivých úkolů (obrázek) .....	79
<b>Příloha 3:</b> Formulář testu Dynamic Gait Index (obrázek) .....	80
<b>Příloha 4:</b> Formulář testu Functional Gait Assessment (obrázek).....	81
<b>Příloha 5:</b> Vzorové otázky škály MARS (obrázek) .....	83
<b>Příloha 6:</b> Vestibio – screenshot obrazovky (obrázek).....	84
<b>Příloha 7:</b> Evropská škála pro hodnocení závratí (obrázek) .....	85
<b>Příloha 8:</b> Optotyp (obrázek).....	85
<b>Příloha 9:</b> Vzor informovaného souhlasu (obrázek) .....	86



## PŘÍLOHY

### Příloha 1: Možné příčiny pádů a úchylek těla dle jejich směru a charakteru (tabulka)

SMĚR A CHARAKTER PÁDŮ A ÚCHYLEK	MOŽNÉ PŘÍČINY
Lateropulzace	VN, labyrinthitida, paroxysmální OTR
Předozaďní pády	BPPV, RS
Směrem dopředu a na stranu	BPPV
Všemi směry	Oboustranná vestibulární léze, psychogenní
Kontralaterálně od léze	Vestibulární epilepsie
Kontralaterálně nebo ipsilaterálně	Talamická astázie
Směrem dozadu	Downbeat nystagmus syndrom
Směrem k zemi	Otolitová krize, kmenové ischemie, epilepsie, nádory mozkového kmene, psychogenní, idiopatické

VN – vestibulární neuronitida

OTR – ocular tilt reaction

BPPV – benigní paroxysmální polohové vertigo

RS – roztroušená skleróza

[5]

### Příloha 2: Bergova balanční škála – skórování jednotlivých úkolů (obrázek)

Category	Component	Score
Sitting balance	Sitting unsupported	0-4
Standing balance	Standing unsupported	0-4
	Standing with eyes closed	0-4
	Standing with feet together	0-4
	Standing on one foot	0-4
	Turning to look behind	0-4
	Retrieving object from floor	0-4
	Tandem standing	0-4
	Reaching forward with an outstretched arm	0-4
Dynamic balance	Sitting to standing	0-4
	Standing to sitting	0-4
	Transfer	0-4
	Turning 360 degrees	0-4
	Stool stepping	0-4
Total		0-56

[88]

### Příloha 3: Formulář testu Dynamic Gait Index (obrázek)

#### DYNAMIC GAIT INDEX

##### 1. Gait level surface \_\_\_\_

Instructions: Walk at your normal speed from here to the next mark (20')

Grading: Mark the lowest category which applies.

- (3) Normal: Walks 20', no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern
- (2) Mild impairment: Walks 20', uses assistive devices, slower speed, mild gait deviations.
- (1) Moderate impairment: Walks 20', slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance.
- (0) Severe impairment: Cannot walk 20' without assistance, severe gait deviations, or imbalance.

##### 2. Change in gait speed \_\_\_\_

Instructions: Begin walking at your normal pace (for 5'), when I tell you "go", walk as fast as you can (for 5'). When I tell you "slow", walk as slowly as you can (for 5').

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast, and slow speeds.
- (2) Mild impairment: Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, or no gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.
- (1) Moderate impairment: Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, or changes speed but loses significant gait deviations, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.
- (0) Severe impairment: Cannot change speeds, or loses balance and has to reach for wall or be caught.

##### 3. Gait with horizontal head turns \_\_\_\_

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look right", keep walking straight, but turn your head to the right. Keep looking to the right until I tell you, "look left", then keep walking straight and turn your head to the left. Keep your head to the left until I tell you, "look straight," then keep walking straight, but return your head to the center.

Grading: mark the lowest category which applies.

- (3) Normal: Performs head turns smoothly with no change in gait
- (2) Mild impairment: Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity, i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate impairment: Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

##### 4. Gait with vertical head turns \_\_\_\_

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you to "look up" keep walking straight, but tip your head and look up. Keep looking up until I tell you, "look down". Then keep walking straight and turn your head down. Keep looking down until I tell you "look straight" then keep walking straight, but return your head to the center

Grading: Mark the lowest category with applies.

- (3) Normal: Performs head turns with no change in gait.
- (2) Mild impairment: Performs task with slight change in gait velocity i.e., minor disruption to smooth gait path or uses walking aid.
- (1) Moderate impairment: Performs task with moderate change in gait velocity, slows down, staggers but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe impairment: Performs task with severe disruption of gait, i.e., staggers outside 15" path, loses balance, stops, reaches for wall.

##### 5. Gait and pivot turn \_\_\_\_

Instructions: Begin walking at your normal pace. When I tell you, "turn and stop", turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
- (2) Mild impairment: Pivot turns safely in >3 seconds and stops with no loss of balance.
- (1) Moderate impairment: Turns slowly, requires verbal cueing, requires several small steps to catch balance following turn and stop.
- (0) Severe impairment: Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

##### 6. Step over obstacle \_\_\_\_.

Instructions: Begin walking at your normal speed. When you come to the shoe box, step over it, not around it, and keep walking.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to step over box without changing gait speed; no evidence for imbalance.
- (2) Mild impairment: Is able to step over box, but must slow down and adjust steps to clear box safely.
- (1) Moderate impairment: Is able to step over box but must stop, then stop over. May require verbal cueing.
- (0) Severe impairment: Cannot perform without assistance.

##### 7. Step around obstacles \_\_\_\_

Instructions: Begin walking at your normal speed. When you come to the first cone (about 6' away), walk around the right side of it. When you come to the second cone (6' past first cone), walk around it to the left.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Is able to walk around cones safely without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (2) Mild impairment: Is able to step around both cones, but must slow down and adjust steps to clear cones.
- (1) Moderate impairment: Is able to clear cones but must significantly slow, speed to accomplish task, or requires verbal cueing.
- (0) Severe impairment: Unable to clear cones, walks into one or both cones, or requires physical assistance.

##### 8. Steps \_\_\_\_

Instructions: Walk up these stairs as you would at home (i.e., using the rail if necessary. At the top, turn around and walk down.

Grading: Mark the lowest category that applies.

- (3) Normal: Alternating feet, no rail.
- (2) Mild impairment: Alternating feet, must use rail.
- (1) Moderate impairment: Two feet to a stair; must use rail.
- (0) Severe impairment: Cannot do safely

## Příloha 4: Formulář testu Functional Gait Assessment (obrázek)

### 1. GAIT LEVEL SURFACE

Instructions: *Walk at your normal speed from here to the next mark (6 m [20 ft]).*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Walks 6 m (20 ft) in less than 5.5 seconds, no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern, deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (2) Mild impairment—Walks 6 m (20 ft) in less than 7 seconds but greater than 5.5 seconds, uses assistive device, slower speed, mild gait deviations, or deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (1) Moderate impairment—Walks 6 m (20 ft), slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance, or deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width. Requires more than 7 seconds to ambulate 6 m (20 ft).
- (0) Severe impairment—Cannot walk 6 m (20 ft) without assistance, severe gait deviations or imbalance, deviates greater than 38.1 cm (15 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width or reaches and touches the wall.

### 2. CHANGE IN GAIT SPEED

Instructions: *Begin walking at your normal pace (for 1.5 m [5 ft]). When I tell you "go," walk as fast as you can (for 1.5 m [5 ft]). When I tell you "slow," walk as slowly as you can (for 1.5 m [5 ft]).*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Able to smoothly change walking speed without loss of balance or gait deviation. Shows a significant difference in walking speeds between normal, fast, and slow speeds. Deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (2) Mild impairment—Is able to change speed but demonstrates mild gait deviations, deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside of the 30.48-cm (12-in) walkway width, or no gait deviations but unable to achieve a significant change in velocity, or uses an assistive device.
- (1) Moderate impairment—Makes only minor adjustments to walking speed, or accomplishes a change in speed with significant gait deviations, deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside the 30.48-cm (12-in) walkway width, or changes speed but loses balance but is able to recover and continue walking.
- (0) Severe impairment—Cannot change speeds, deviates greater than 38.1 cm (15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width, or loses balance and has to reach for wall or be caught.

### 3. GAIT WITH HORIZONTAL HEAD TURNS

Instructions: *Walk from here to the next mark 6 m (20 ft) away. Begin walking at your normal pace. Keep walking straight; after 3 steps, turn your head to the right and keep walking straight while looking to the right. After 3 more steps, turn your head to the left and keep walking straight while looking left. Continue alternating looking right and left every 3 steps until you have completed 2 repetitions in each direction.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Performs head turns smoothly with no change in gait. Deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (2) Mild impairment—Performs head turns smoothly with slight change in gait velocity (eg, minor disruption to smooth gait path), deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width, or uses an assistive device.

- (1) Moderate impairment—Performs head turns with moderate change in gait velocity, slows down, deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe impairment—Performs task with severe disruption of gait (eg, staggers 38.1 cm [15 in] outside 30.48-cm [12-in] walkway width, loses balance, stops, or reaches for wall).

### 4. GAIT WITH VERTICAL HEAD TURNS

Instructions: *Walk from here to the next mark (6 m [20 ft]). Begin walking at your normal pace. Keep walking straight; after 3 steps, tip your head up and keep walking straight while looking up. After 3 more steps, tip your head down, keep walking straight while looking down. Continue alternating looking up and down every 3 steps until you have completed 2 repetitions in each direction.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Performs head turns with no change in gait. Deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (2) Mild impairment—Performs task with slight change in gait velocity (eg, minor disruption to smooth gait path), deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width or uses assistive device.
- (1) Moderate impairment—Performs task with moderate change in gait velocity, slows down, deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width but recovers, can continue to walk.
- (0) Severe impairment—Performs task with severe disruption of gait (eg, staggers 38.1 cm [15 in] outside 30.48-cm [12-in] walkway width, loses balance, stops, reaches for wall).

### 5. GAIT AND PIVOT TURN

Instructions: *Begin with walking at your normal pace. When I tell you, "turn and stop," turn as quickly as you can to face the opposite direction and stop.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Pivot turns safely within 3 seconds and stops quickly with no loss of balance.
- (2) Mild impairment—Pivot turns safely in >3 seconds and stops with no loss of balance, or pivot turns safely within 3 seconds and stops with mild imbalance, requires small steps to catch balance.
- (1) Moderate impairment—Turns slowly, requires verbal cueing, or requires several small steps to catch balance following turn and stop.
- (0) Severe impairment—Cannot turn safely, requires assistance to turn and stop.

### 6. STEP OVER OBSTACLE

Instructions: *Begin walking at your normal speed. When you come to the shoe box, step over it, not around it, and keep walking.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Is able to step over 2 stacked shoe boxes taped together (22.86 cm [9 in] total height) without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (2) Mild impairment—Is able to step over one shoe box (11.43 cm [4.5 in] total height) without changing gait speed; no evidence of imbalance.
- (1) Moderate impairment—Is able to step over one shoe box (11.43 cm [4.5 in] total height) but must slow down and adjust steps to clear box safely. May require verbal cueing.
- (0) Severe impairment—Cannot perform without assistance.

(Continued)

**7. GAIT WITH NARROW BASE OF SUPPORT**

Instructions: *Walk on the floor with arms folded across the chest, feet aligned heel to toe in tandem for a distance of 3.6 m [12 ft]. The number of steps taken in a straight line are counted for a maximum of 10 steps.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Is able to ambulate for 10 steps heel to toe with no staggering.
- (2) Mild impairment—Ambulates 7–9 steps.
- (1) Moderate impairment—Ambulates 4–7 steps.
- (0) Severe impairment—Ambulates less than 4 steps heel to toe or cannot perform without assistance.

**8. GAIT WITH EYES CLOSED**

Instructions: *Walk at your normal speed from here to the next mark (6 m [20 ft]) with your eyes closed.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Walks 6 m (20 ft), no assistive devices, good speed, no evidence of imbalance, normal gait pattern, deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width. Ambulates 6 m (20 ft) in less than 7 seconds.
- (2) Mild impairment—Walks 6 m (20 ft), uses assistive device, slower speed, mild gait deviations, deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width. Ambulates 6 m (20 ft) in less than 9 seconds but greater than 7 seconds.
- (1) Moderate impairment—Walks 6 m (20 ft), slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance, deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width. Requires more than 9 seconds to ambulate 6 m (20 ft).
- (0) Severe impairment—Cannot walk 6 m (20 ft) without assistance, severe gait deviations or imbalance, deviates greater than 38.1 cm (15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width or will not attempt task.

**9. AMBULATING BACKWARDS**

Instructions: *Walk backwards until I tell you to stop.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Walks 6 m (20 ft), no assistive devices, good speed, no evidence for imbalance, normal gait pattern, deviates no more than 15.24 cm (6 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (2) Mild impairment—Walks 6 m (20 ft), uses assistive device, slower speed, mild gait deviations, deviates 15.24–25.4 cm (6–10 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (1) Moderate impairment—Walks 6 m (20 ft), slow speed, abnormal gait pattern, evidence for imbalance, deviates 25.4–38.1 cm (10–15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width.
- (0) Severe impairment—Cannot walk 6 m (20 ft) without assistance, severe gait deviations or imbalance, deviates greater than 38.1 cm (15 in) outside 30.48-cm (12-in) walkway width or will not attempt task.

**10. STEPS**

Instructions: *Walk up these stairs as you would at home (ie, using the rail if necessary). At the top turn around and walk down.*

Grading: Mark the highest category that applies.

- (3) Normal—Alternating feet, no rail.
- (2) Mild impairment—Alternating feet, must use rail.
- (1) Moderate impairment—Two feet to a stair; must use rail.
- (0) Severe impairment—Cannot do safely.

**TOTAL SCORE: \_\_\_\_\_ MAXIMUM SCORE 30**

<sup>a</sup>Adapted from Dynamic Gait Index.<sup>1</sup> Modified and reprinted with permission of authors and Lippincott Williams & Wilkins (<http://lww.com>).

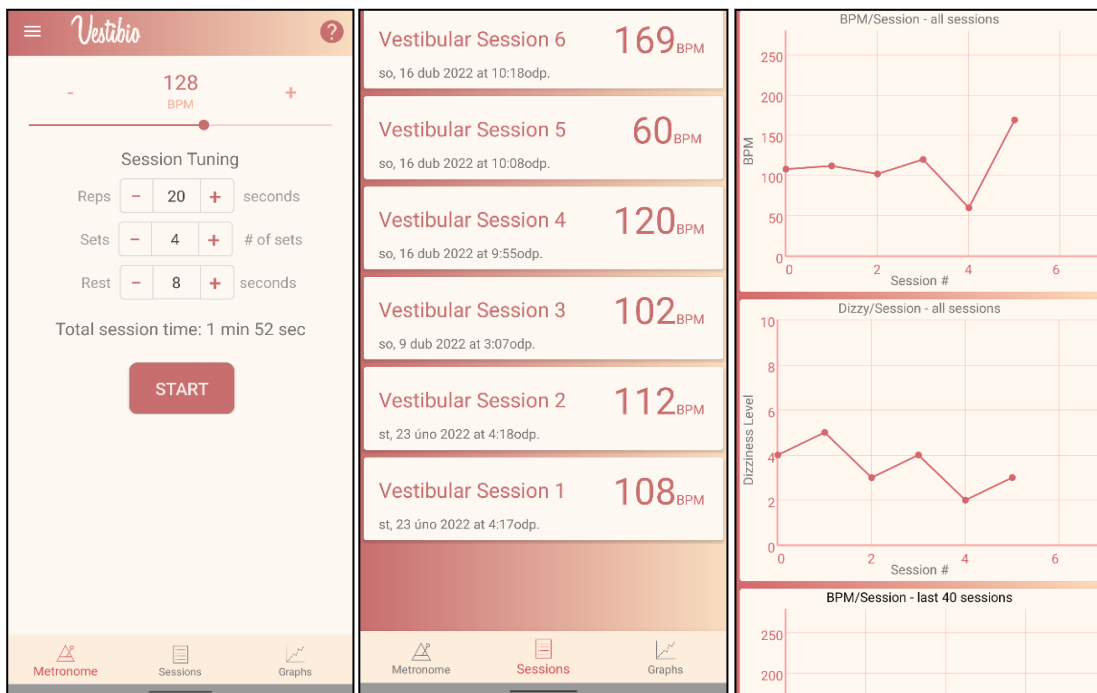
## Příloha 5: Vzorové otázky škály MARS (obrázek)

Table 1. MARS Domains sample questions.	
MARS domain	Sample questions
Engagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entertainment: Is the app fun/entertaining to use? Does it use any strategies to increase engagement through entertainment (e.g., through gamification)</li> <li>• Customization: Does it provide/retain all necessary settings/preferences for apps features (e.g., sound, content, notifications, etc.)?</li> <li>• Target group: Is the app content (visual information, language, design) appropriate for your target audience?</li> </ul>
Functionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Performance: How accurately/fast do the app features (functions) and components (buttons/menus) work?</li> <li>• Ease of use: How easy is it to learn how to use the app; how clear are the menu labels/icons and instructions?</li> <li>• Gestural design: Are interactions (taps/swipes/pinches/scrolls) consistent and intuitive across all components/screens?</li> </ul>
Esthetics	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layout: Is arrangement and size of buttons/icons/menus/content on the screen appropriate or zoomable if needed?</li> <li>• Graphics: How high is the quality/resolution of graphics used for buttons/icons/menus/content?</li> <li>• Visual appeal: How good does the app look?</li> </ul>
Information quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accuracy of app description (in app store): Does app contain what is described?</li> <li>• Quality of information: Is app content correct, well written, and relevant to the goal/topic of the app?</li> <li>• Quantity of information: Is the extent coverage within the scope of the app; and comprehensive but concise?</li> <li>• Credibility: Does the app come from a legitimate source (specified in app store description or within the app itself)?</li> <li>• Evidence base: Has the app been trialed/tested; has it been verified by evidence (in published scientific literature)?</li> </ul>
Subjective Quality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Would you recommend this app to people who might benefit from it?</li> <li>• What is your overall star rating of the app?</li> </ul>

MARS – Mobile Application Rating Scale

[34]

## Příloha 6: Vestibio – screenshot obrazovky (obrázek)



Zdroj: aplikace Vestibio

**Příloha 7: Evropská škála pro hodnocení závratí (obrázek)**

## Evropská škála pro hodnocení závratí

**Iluze pohybu**

- 1 - není
- 3 - pocit tahu doprava nebo doleva, stoupání nebo klesání, opilost, kymáčení
- 5 - zřetelná rotace, otáčení (místnost kolem pacienta, nebo naopak)

**Trvání závratí**

- 1 - není
- 2 - méně než 1 minuta
- 3 - 1 minuta až 1 hodina
- 4 - 1 hodina až 3 hodiny
- 5 - 3 hodiny až 24 hodin

**Intolerance pohybu**

- 1 - není
- 2 - minimální
- 3 - mírná, lehká nesnášenlivost pohybu
- 4 - častá nebo výrazná nesnášenlivost pohybu
- 5 - trvalá nebo intenzivní nesnášenlivost pohybu

**Vegetativní příznaky**

- 1 - nemá
- 2 - nevolnost bez souvislosti se záchvaty závratí
- 3 - nevolnost při záchvatech závratí
- 4 - nevolnost, alespoň jednou nebo dvakrát zvracení
- 5 - intenzivní zvracení

**Nejistota stoje**

- 1 - bez projevů instability
- 2 - nejistota, ale bez pádů, nenarušuje denní aktivity
- 3 - nejistota, ale bez pádů, omezuje denní aktivity
- 4 - nejistota, s občasnými pády při chůzi nebo stoje
- 5 - nejistota, při postavení pacient padá

[90]

**Příloha 8: Optotyp (obrázek)**

Zdroj: vlastní

**Příloha 9: Vzor informovaného souhlasu (obrázek)****Informovaný souhlas s účastí a zpracováním osobních údajů  
v bakalářské práci.**

**Název bakalářské práce:** Využití mobilních aplikací ve vestibulární rehabilitaci

Student: Barbora Batelková

Vedoucí práce: Mgr. Klára Kučerová

S Vaším svolením bych za odborné asistence Mgr. Kláry Kučerové provedla vstupní vyšetření týkající se Vašeho onemocnění. Následně bych navrhla terapii. Bude se jednat o domácí cvičení s použitím mobilní aplikace Teboka. Cviky budou navrženy v souladu s běžnými postupy vestibulární rehabilitace, tedy rehabilitace rovnovážného ústrojí. Předmětem mého výzkumu bude použití zmíněné aplikace v prostředí Vašeho domova. Pomohu Vám s její instalací a vysvětlím, jak tuto aplikaci doma používat. Aplikace obsahuje instrukce s videi, podle kterých budete pravidelně cvičit. Přibližně po dvou týdnech provedeme kontrolní vyšetření a po dalších dvou závěrečné.

Vyšetření se bude skládat z anamnézy, kineziologického rozboru a standardizovaných testů CTSIB (*Clinical Test of Sensory Integration in Balance*), který hodnotí stabilitu stoje, a DGI (*Dynamic Gait Index*), který hodnotí chůzi v různých situacích. Při posledním setkání Vás požádám o vyplnění krátkého dotazníku ohledně Vaší spokojenosti s terapií.

V případě jakýchkoliv dotazů ohledně cviků či používání aplikace mne neváhejte kontaktovat na tel. číslo 732682276, nebo na emailové adrese [bara.dostalova99@gmail.com](mailto:bara.dostalova99@gmail.com).

---

Jméno pacienta:

Datum narození:

Telefon:

E-mail:

Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii.

1. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejich postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností.
2. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit.  
Moje účast ve studii je dobrovolná.



3. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným osobám pouze bez identifikačních údajů, tzn. pouze anonymní informace ohledně mého zdravotního stavu. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
4. Porozuměl(a) jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis studenta:

Datum:

Zdoj: vlastní