

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

2. LÉKAŘSKÁ FAKULTA

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

Bc. Marek Ševčík

**Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů
s poruchou posturální stability**

Diplomová práce

Praha 2023

Autor práce: **Bc. Marek Ševčík**

Vedoucí práce: **Mgr. Klára Kučerová**

Oponent práce: **doc. PhDr. Ondřej Čákr, Ph.D.**

Datum obhajoby: **2023**

Bibliografický záznam

ŠEVČÍK, Marek. Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů s poruchou posturální stability. Praha: Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství, 2023. 83 s. Vedoucí diplomové práce Klára Kučerová.

Bibliographic record

ŠEVČÍK, Marek. Vestibular rehabilitation effect of patients with postural stability impairment. Prague: Charles University, 2nd Faculty of Medicine, Department of Rehabilitation and Exercise Medicine, 2022. 83 p. Thesis supervisor Klára Kučerová.

Abstrakt

Poruchy posturální stability vážně narušují kvalitu života. Pády jsou častější v seniorském věku, kde mohou mít velmi závažné následky. Ne vždy se však tato problematika týká pouze seniorů. Tyto poruchy mohou být zapříčiněny řadou důvodů. Diplomová práce se věnuje posturální stabilitě u pacientů s vestibulárními obtížemi. Cílem teoretické části práce je představit ucelené informace o kontrole posturální stability, jejím narušení a o integraci sensorických systémů potřebných pro její zachování. Další kapitoly popisují hodnocení posturální kontroly a možnosti rehabilitace. Cílem experimentální části bylo zjistit efekt vestibulární rehabilitace na posturální kontrolu. Hodnocení proběhlo za pomoci statické stabilometrické plošiny Kistler®.

Výzkumné části se účastnilo 9 pacientů s poruchou posturální stability v chronickém stádiu. Celkem 5 mužů a 4 ženy, ve věku od 35 do 78 let, v průměru 59 se $SD \pm 16$ let, s periferní (4), centrální (4) či kombinovanou (1) vestibulární poruchou byli vystaveni 3měsíčnímu rehabilitačnímu programu. Před započítáním vestibulárního rehabilitačního programu byli pacienti vyšetřeni na statické stabilometrii s využitím testů CTSIB a SLST. Každý měsíc se stabilometrické vyšetření opakovalo spolu s individuální úpravou rehabilitačního programu. Výsledky byly porovnány za pomoci explorativní analýzy.

Výsledky prokazují statisticky významný klesající lineární trend celkové velikosti plochy výchylek po každé návštěvě ($p < 0.0001$). Podařilo se prokázat klesající lineární trend poklesu rychlosti výchylek ($p = 0.00202$). Byl prokázán statisticky významný efekt vestibulární rehabilitace na posturální stabilitu v různých modifikacích stoje u pacientů s periferní vestibulární poruchou ($p = 0.0007$).

Abstract

Disorders of postural stability seriously impair the quality of life. Falls are more common in the elderly, where they can have very serious consequences. However, this issue does not always concern only seniors. These disorders can be caused by a number of reasons. The diploma thesis is devoted to postural stability in patients with vestibular disorders. The aim of the theoretical part of the work is to present comprehensive information on the control of postural stability, its disruption and the integration of sensory systems needed for its maintenance. Further chapters describe postural control assessment and rehabilitation options. The aim of the experimental part was to determine the effect of vestibular rehabilitation on postural control. The evaluation was carried out with the help of a static stabilometric platform Kistler®.

9 patients with postural stability disorder in the chronic stage participated in the research part. A total of 5 men and 4 women, aged from 35 to 78 years, on average 59 with $SD \pm 16$ years, with peripheral (4), central (4) or combined (1) vestibular disorders were exposed to a 3-month rehabilitation program. Before starting the vestibular rehabilitation program, patients were examined for static stabilometry using the CTSIB and SLST tests. Every month, the stabilometric examination was repeated together with the individual modification of the rehabilitation program. The results were compared using exploratory analysis.

The results show a statistically significant overall decreasing linear trend in the sway area – total after each visit ($p < 0.0001$). It was possible to demonstrate a decreasing linear trend in the sway velocity – total ($p = 0.00202$). A statistically significant effect of vestibular rehabilitation on postural stability in various standing modifications was demonstrated in patients with peripheral vestibular disorder ($p = 0.0007$).

Klíčová slova

Posturální stabilita, posturální kontrola, vestibulární rehabilitace, vestibulární systém, statická stabilometrie, centrum tlaku, vestibulární porucha, posturální výchylky

Keywords

Postural stability, postural control, vestibular rehabilitation, vestibular systém, static stabilometry, centre of pressure, vestibular disorder, postural sway

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně pod vedením Mgr. Kláry Kučerové, uvedl všechny použité literární a odborné zdroje a dodržoval zásady vědecké etiky. Dále prohlašuji, že stejná práce nebyla použita pro získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 7. 8. 2023

Ševčík Marek

Poděkování

V první řadě děkuji Mgr. Kláře Kučerové, jakožto vedoucí diplomové práce za trpělivost, odborné vedení, cenné rady a neustále vstřícný přístup. Rád bych poděkoval panu Mgr. Janu Vávrovi, který mi poskytl mnoho užitečných rad v rámci zpracování statistických dat. Dále děkuji i všem fyzioterapeutům, kteří mi přiblížili vestibulární rehabilitaci v praxi. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat i Janě Pikešové a rodině za podporu při studiu.

Seznam zkratek

AC	Area of Contact
AS	Area of Support
BESTest	Balance Evaluation Systems Test
BPPV	Benigní paroxysmální polohové vertigo
BS	Base of Support
CNS	Centrální nervový systém
COG	Centre of Gravity
COM	Centre of Mass
COP	Centre of Pressure
CP	Closed Eyes
CTSIB	Clinical Test on Sensory Integration in Balance
DGI	Dynamic gait index
DKK	Dolní končetiny
mCTSIB	modified Clinical Test on Sensory Integration in Balance
OE	Open Eyes
SAT	Sway Area – Total
SD	Směrodatná odchylka
SPT	Sway Path – Total
SLST	Single-leg stance test
VOR	Vestibulo-okulární reflex
SVT	Sway Velocity – Total
TUG	Timed up and go
VP	Vestibular Perturbation
VRBQ	Vestibular Rehabilitation Benefits Questionnaire

Obsah

Úvod	12
1 Teoretická část	14
1.1 Posturální terminologie.....	14
1.1.1 Posturální stabilita, stabilizace a kontrola.....	14
1.1.2 Pády – dopady, příčiny a prevence	16
1.2 Senzorické systémy posturální kontroly.....	17
1.2.1 Vestibulární systém.....	18
1.2.2 Somatosenzorický systém.....	20
1.2.3 Vizuální systém.....	21
1.3 Hodnocení posturální kontroly	22
1.3.1 Klinické testování	22
1.3.2 Přístrojové testování	29
1.4 Vestibulární rehabilitace.....	33
1.4.1 Spektrum využití vestibulární rehabilitace	34
1.4.2 Předpoklady pro efektivní terapii	36
1.4.3 Mechanizmy vestibulární kompenzace.....	37
2 Cíle a hypotézy	40
2.1 Hypotézy.....	41
3 Metodika	42
3.1 Charakteristika sledovaného souboru pacientů	42
3.2 Metodika vyšetření	43
3.2.1 Stabilometrické vyšetření a získávání dat.....	43
3.2.2 Rehabilitační intervence	46
3.2.3 Analýza a zpracování dat.....	48
4 Výsledky	49
4.1 Statická stabilometrie CTSIB	50
4.2 Statická stabilometrie SLST	57
4.3 Zhodnocení hypotéz	58
5 Diskuze	59
Závěr.....	65
Referenční seznam.....	66
Seznam obrázků.....	76
Seznam grafů.....	77
Seznam tabulek.....	78
Seznam příloh.....	79
Přílohy	80

ÚVOD

Poruchy posturální stability mají zásadní dopad na kvalitu života člověka. Omezení může dotyčný vnímat ve všech modalitách aktivit každodenního života. Tyto poruchy mohou vznikat z řady příčin. Tato diplomová práce se zaměřuje na poruchy posturální stability u pacientů s vestibulárními obtížemi a má za úkol přiblížit tuto problematiku.

V teoretické části práce jsou rozebrány informace o posturální stabilitě a jejím řízení – posturální kontrole. Na správném zajištění těchto funkcí se kromě CNS a muskuloskeletálního aparátu účastní i některé senzorycké systémy. Mezi ty hlavní z nich patří somatosenzorycký systém, vizuální systém a vestibulární systém. Jejich zastoupení se různí v závislosti na situaci i preferenci jednotlivce. Při narušení zmíněných senzoryckých systémů může dojít ke zvýšení posturálních vychylek těla, snížení posturální stability případně až k pádu. V takovém případě je pro pacienta nejlepší vyhledat lékařskou pomoc. Po vyloučení závažných příčin vzniku těchto obtíží a na základě indikací a doporučení odborníka, je na místě zahájit léčbu zahrnující vestibulární rehabilitaci. Vestibulární rehabilitace by pro tížený efekt měla být vysoce individualizována. Ve většině případů by měla zahrnovat cvičení nejen na podporu stability stoje a chůze, ale cvičení na podporu stabilizace zraku. Efekt takovéto rehabilitace byl náplní experimentální části práce, kde bylo sledováno 9 pacientů s vestibulárními obtížemi periferního, centrálního i kombinovaného původu typu vzniku. Pacienti byli instruováni ke každodenní rehabilitaci po dobu 12 týdnů (Hall, 2022; Horak, 2006; Bizovská, 2017).

Posturální stabilitu lze do jisté míry hodnotit i měřit. Nejjednodušší hodnocení probíhá na základě mnoha klinických testů, které většinou vyžadují krátkou dobu administrace. Pro přesnější vyjádření konkrétních hodnot lze vycházet z přístrojového měření, zahrnující silové, tlakové plošiny různých druhů a funkcí. V diplomové práci byla využita silová plošina Kistler®, díky které bylo možné data o posturální kontrole zaznamenat v intervalech čtyř měření. Na základě výsledků pak byl stanoven efekt vestibulární rehabilitace, který vykazuje hodnotné informace o rychlosti, kvantitě předpokladech úpravy posturální kontroly. (Bizovská, 2017)

Důvodem k výběru tohoto tématu byla motivace dozvědět se o vestibulární rehabilitaci více informací. Tato rehabilitace je velmi specifická a její využití daleko přesahuje spektrum pacientů s vestibulárními poruchami.

1 TEORETICKÁ ČÁST

1.1 Posturální terminologie

V rámci řešení situací souvisejících s rovnováhou je v první řadě třeba udržet správnou posturu, neboli aktivní držení jednotlivých pohybových segmentů těla vůči působení zevních sil, přičemž v běžném životě má největší zastoupení síla tíhová. Jde o neuromechanickou reakci, která je neoddelitelnou součástí každého pohybu. Nelze ji chápat pouze jako vzpřímený stoj. Bipedální stoj však pro člověka představuje referenční posturu, kterou využívá nejčastěji pro zvládnutí aktivit každodenního života (Kolář, 2009; Da Silva Borges, 2014; Vele, 2006).

V problematice posturální stability, stabilizace a jejího řízení (posturální kontroly) může být poněkud obtížnější se orientovat. Je možné se setkat s řadou terminologických i faktických nesrovnalostí. Mnoha definic i názorů se od sebe značně liší a to napříč spektrem odborníků (Bizovská, 2017).

1.1.1 Posturální stabilita, stabilizace a kontrola

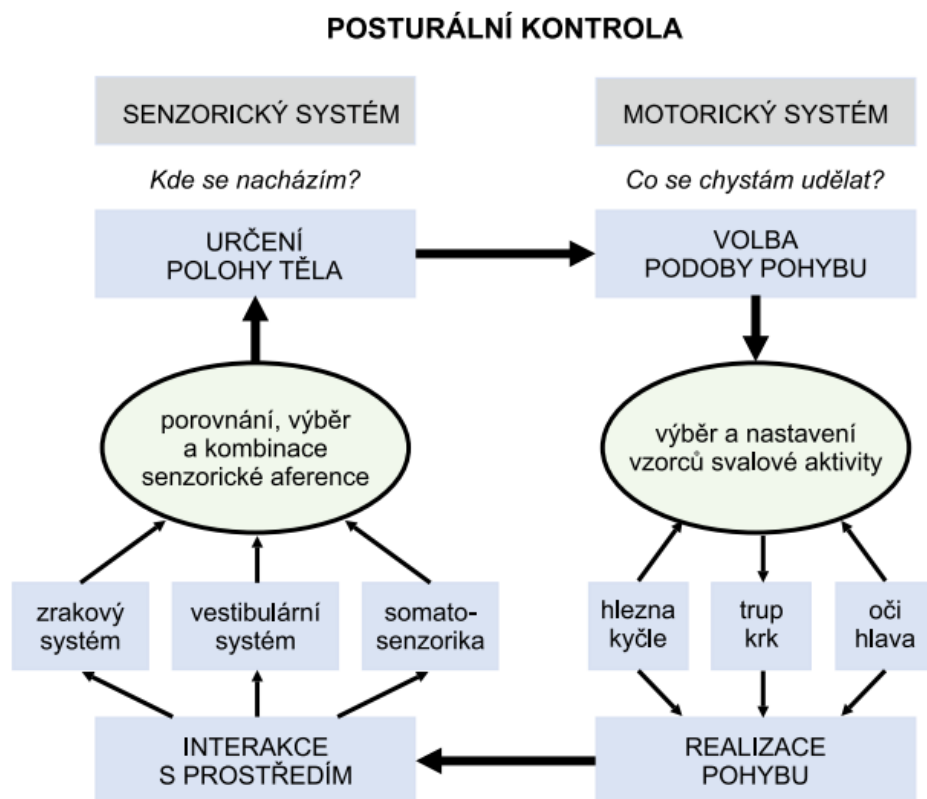
Každá statická pozice těla obsahuje i děje dynamické. Nejde totiž o jednorázové zaujetí stálé polohy, ale o kontinuální zaujímání stálé polohy tak, aby nedošlo k pádu. Tento proces lze nazvat posturální stabilitou. Posturální stabilita zahrnuje koordinaci pohybových strategií ke stabilizaci těžiště těla při iniciačních i reakčních změnách rovnováhy. Tato schopnost je podmíněna interakcí kognitivních procesů a mnoha senzomotorických systémů (Horak, 2006; Kolář, 2009).

Při hodnocení stability se můžeme setkat s jejím rozdělením na statickou a dynamickou. Statická stabilita představuje schopnost udržet těžiště v postoji bez další opory bez odlepení opěrné báze. Dynamická stabilita je schopnost průběžné kontroly těžiště při změnách opěrné báze (Sibley, 2015).

Posturální stabilizace je součástí v podstatě každého aktivního pohybu. Na rozdíl od posturální stability jde spíše o svalovou aktivitu držení jednotlivých segmentů těla vůči působení zevních sil. V anglické literatuře se můžeme setkat s termínem „balance“ totožného významu. Někdy je brána jako komplexní chování, které vyžaduje centrální zpracovávání a integraci mnoha senzorických impulzů (Kolář, 2009; Bizovská, 2017).

Tato funkce je řízena centrálním nervovým systémem a zajišťována svalovou aktivitou, která zpevňuje segmenty těla. Hovoříme o tzv. aktivním držení segmentů těla. Díky tomu je možné dosažení vzpřímeného držení a lokomoci těla jako celku. Posturální stabilizace je funkční komplexní motorická schopnost, která je vztahována k procesům tzv. posturální kontroly (Kolář, 2009; Horak, 2006; Shumway-Cook, 2011).

Posturální kontrola (Obr. č. 1) je pojem širší. Zaštiťuje posturální stabilizaci a její řízení. Ve funkčním pojetí je posturální kontrola popisována vzhledem k aktivitám běžného denního života. Schopnost zaujmout posturální nastavení potřebné pro realizaci těchto aktivit je nutné integrovat do volního nezávislého pohybu. Posturální kontrolou tedy představuje neurální mechanismy zodpovědné za udržení polohy a za umožnění provedení účelného pohybu v gravitačním poli. Nervový systém detekuje nestabilitu (feedback) a předvídá ji (feedforward). Následně iniciuje produkci odpovídající svalové aktivity pro koordinaci, prováděnou motorickými programy, včetně dalších sil působících na tělo. Pro zachování posturální kontroly jsou tyto úlohy zcela nezbytné (Bizovská, 2017; Shumway-Cook, 2011; Horak, 1987).



Obr. č. 1 Schéma posturální kontroly, převzato z (Bizovská, 2017)

1.1.2 Pády – dopady, příčiny a prevence

Dle (World Health Organization, 2021) je pád definován jako událost, která má za následek, že osoba neúmyslně spočine na zemi, podlaze nebo jiné nižší úrovni. Tato situace může být vyvolána řadou příčin. Samotný pád sice nepředstavuje nemoc, ale měl by vést k podrobnému vyšetření nemocného (Morse, 1989).

Pády představují druhou celosvětově nejčastější příčinou úmrtí způsobených neúmyslným zraněním. Odhaduje se, že každý rok zemře celosvětově na pády 684 000 jedinců, z nichž více než 80% je v zemích s nízkými a středními příjmy. Největším počtem smrtelných pádů trpí dospělí starší 60 let. Každý rok dojde k 37,3 milionu pádů, které jsou natolik závažné, že vyžadují lékařskou péči. U každého třetího seniora žijícího v komunitě ve věku ≥ 65 let a u každého druhého ve věku > 80 let dojde alespoň k jednomu pádu do jednoho roku. Ne zřídka se stává, že senioři pád neohlásí ani nevyhledají lékařskou pomoc, pokud nejsou zraněni. V Singapuru tvoří pády 40% úmrtí souvisejících se zraněním. Neřešené rizikové faktory pádů vedou k opakovaným pádům a špatné kvalitě života. Seniorská populace může následkem pádu získat i syndrom úzkosti, deprese a následně dochází k omezení každodenních aktivit. Samotné přímé náklady na úrazy související s pádem představují ohromujících 0,1 % všech výdajů na zdravotní péči ve Spojených státech a až 1,5% nákladů na zdravotní péči v evropských zemích (World Health Organization, 2021; Ang, 2020; Ambrose, 2013).

Nejčastěji uváděna příčina pádu u seniorské populace se vztahuje k neočekávané události a vnějšímu prostředí (31 %). Následují poruchy spojené s chůzí a rovnováhou (17 %), pak závratě (13 %), náhlá porucha tonu posturálního svalstva 9 % (Rubenstein, 2006; Ambrose, 2013).

V důsledku zvyšujícího se procenta stárnoucí světové populace je problém pádů stále aktuálnější. Primární péče by měla obsahovat kontroly s cílem minimalizace ovlivnitelných rizikových faktorů. Ty představují poruchy vidění, rovnováhy, špatnou chůze, svalovou slabost, kloubní poruchy, obecnou polypragmazií (hlavně psychofarmaka, sedativa a léky proti hypertenzi), nevhodná obuv a faktory zevního prostředí. Včasné zákroky jako operace šedého zákalu, balanční a posilovací cvičení a léčba osteoporózy může snížit riziko pádů a zranění (Ang, 2020; Ambrose, 2013).

1.2 Senzorické systémy posturální kontroly

Je zřejmé, že posturální kontrola je komplexní souhra mezi sensorickými a motorickými systémy. Zahrnuje schopnost detekovat poruchy posturální stability a následně reagovat včas koordinovanými senzomotorickými strategiemi. Sensorické informace týkající se polohy těla v prostředí vycházejí z integrace více sensorických systémů. Především tedy ze zrakového, somatosenzorického (proprioceptivního a exteroceptivního) a vestibulárního systému. Jistou roli hraje i systém sluchový. Poškození sluchu může být spojeno s poruchou rovnováhy a u rizikových pacientů je třeba zvážit intervence k prevenci pádů (Berge, 2019; Illing, 2010; Horak, 2006).

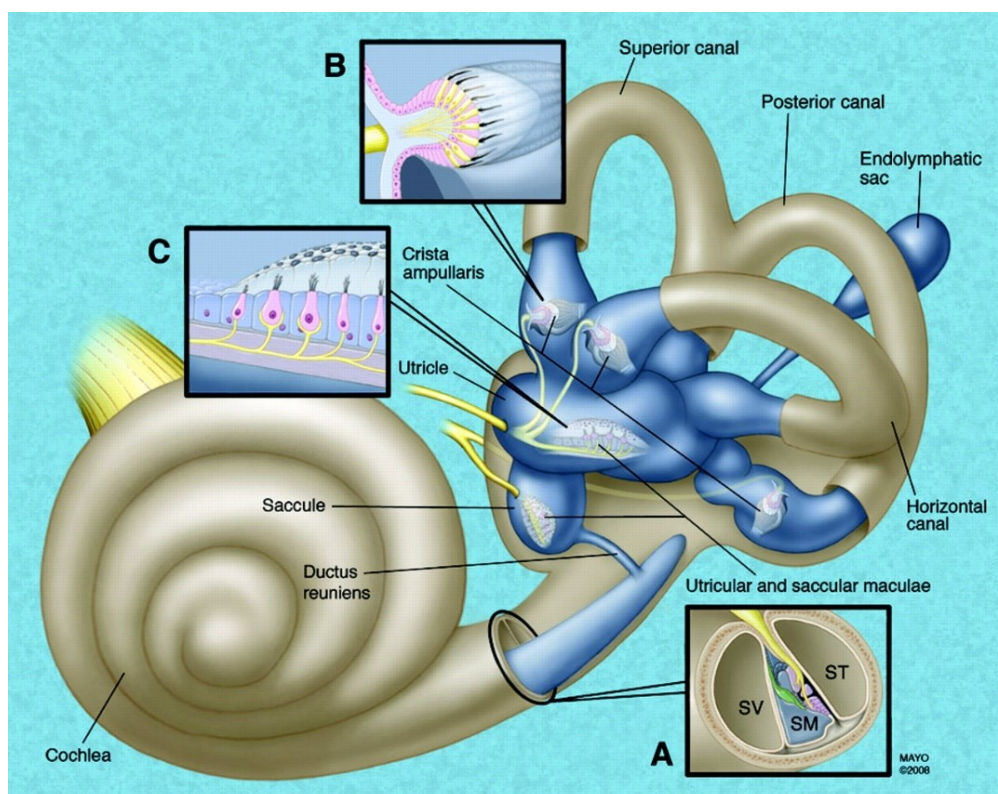
Stárnutí je spojeno s celkovým funkčním poklesem těchto smyslových systémů. Je známo, že u starších osob dochází ke ztrátě stability a následným pádům častěji. Může za to nejen multisenzorické zhoršení, ale i svalová slabost, ortopedické omezení či kognitivní změny (Illing, 2010; Mustapa, 2016; Horak, 2006).

Rozsah senzitivity jednotlivých oblastí je různý, kdy každý systém má svůj aktivační práh a to na základě různých situací. Zastoupení sensorických složek tedy nepředstavuje fixní veličiny, ale mění se v závislosti na podmínkách prostředí. Podobný jev lze sledovat u neurologických poruch, které ovlivňují kvalitu sensorických informací dostupných z různých sensorických systémů. Při potlačení jedné informace je zapojen kompenzační mechanismus využívající aditivní efekt jiných aferentních vstupů. Vestibulární systém bude mít větší zastoupení při rotačních pohybech a jiných rychlých změn polohy hlavy. Naopak při klidném stoji či plynulé přímé chůzi má největší podíl propriocepce. Podíl zastoupení se liší nejen podle konkrétní situace, ale i na základě jedince. Tedy pro vzorce dominantního zastoupení sensorické aference existují individuální rozdíly mezi různými jedinci a to vlivem variability vnitřního a vnějšího prostředí (Vařeka, 2002; Bizovská, 2017; Peterka, 2018).

Dle (Horak, 2006) je například za stoj u zdravé osoby v dobře osvětleném prostředí s pevným povrchem zodpovědný z 70% somatosenzorický systém, z 10% vizuální systém a z 20% systém vestibulární.

1.2.1 Vestibulární systém

Vestibulární systém, též statokinetický aparát, je sensorický systém úzce spojený s kontrolou polohy organismu v prostoru, orientací, pohybem a přispívá k optimalizaci zrakové ostrosti a regulaci svalového tonu. Společně s kochleou je součástí vnitřního ucha (Obr. č. 2), které se skládá ze dvou labyrintů – kostěného a blanitého. Kostěný labyrint je vystlán blanitým labyrintem. Vně blanitého labyrintu se nachází perilymfa a uvnitř endolymfa (Rokyta, 2016; Kingma, 2016; Ambler, 2008a).



Obr. č. 2 Anatomie vnitřního ucha, převzato z (Lane, 2008)

Vestibulární systém obsahuje dvě čidla – statické a kinetické (Králíček, 2011).

- Statické čidlo je tvořeno blanitými váčky zvanými sakulus a utrikulus. Jejich funkce orientace postavení hlavy v prostoru a vnímání lineárního zrychlení pohybu hlavy.
- Kinetické čidlo je tvořeno třemi na sebe kolmými polokruhovými kanálky. Jejich funkce je registrace úhlových zrychlení při pohybu hlavy.

1.2.1.1 Vestibulární projekce a reflexy

Informace z vestibulárního aparátu jsou vedeny a následně zpracovány v různých oblastech CNS. Patří mezi ně vestibulární a další oblasti mozkového kmene, thalamus, systém komisur, mícha a mozková kůra s retikulární formací. Na zpracování se podílí i složité kognitivní a paměťové mechanismy. Prostorová orientace a udržování rovnováhy je navíc korigováno mozečkem (Kingma, 2016; Rokyta, 2016; Khan, 2013; Ambler, 2008b).

Funkce vestibulárního systému je zajišťována pomocí relativně jednoduchých reflexů. Vestibulookulární reflex (VOR) zajišťuje stabilizaci retinálního obrazu během pohybu hlavy pohybem očí proti hlavě. Tím dochází k udržení zrakové ostrosti. VOR má tři hlavní komponenty. Periferní senzorický aparát (hlavně signály z polokruhovitých kanálků), centrální zpracovatelský mechanismus a motorický výstup (oční svaly). Při vestibulární dysbalanci dojde k opakovanému pohybu očí a u dotyčného lze pozorovat nystagmus (Fetter, 2007; Ambler, 2008b).

Druhou důležitou funkcí vestibulárního systému je udržování rovnováhy při stoji a chůzi. Tomu přispívá vestibulospinální reflex, který je zajišťován vestibulospinálním traktem. Tento reflex má za úkol dynamickou redistribuce napětí kosterního svalstva potřebnou k udržení rovnováhy. Při patologii tohoto reflexu má pacient poruchu stability stoje spojenou s tonickými úchylkami těla (Herdman, 2007; Čada, 2017; Ambler, 2008b).

1.2.2 Somatosenzorický systém

Somatosenzorický systém zajišťuje jakoukoli smyslovou činnost, která má svůj původ jinde než ve specializovaných smyslových orgánech a zprostředkovává informace o stavu těla a jeho bezprostředním okolí. Mnoho lidských interakcí s prostředím je zajišťováno právě za pomoci somatosenzoriky. Ta popisuje tok tělesných informací, zahrnuje několik smyslových funkcí, které jsou konvenčně definovány na rozdíl od jiných smyslových systémů (De Brigard, 2022).

Somatosenzorický systém zahrnuje exterocepci a propiocepci. Exterocepce zajišťuje vnímání podnětů taktilních, termoreceptivních i nociceptivních, které působí na povrch těla. Propriocepce zajišťuje vnímání vzájemné polohy (tzv. statická propiocepce – statestézie) a pohybu (tzv. dynamická propiocepce – kinestézie) jednotlivých tělesných segmentů. Tyto informace jdou z receptorů kloubních, svalových, kožních a z receptorů v ligamentech a periostu (Králíček, 2011; De Brigard, 2022).

Exteroceptivní i propioceptivní informace jsou registrovány na řadě periferních receptorů. Z nich je pak informace vedena do centrálního nervového systému. Informace ze svalů, šlach a kloubů mají zpětnovazební povahu. Jsou tak podkladem pro řízení stabilizace polohy a korekce pohybu (Véle, 2006; Kittnar, 2007).

Svalová aference je velmi důležitá složka propiocepce. Svalová vřeténka a Golgiho šlachová tělíčka zaznamenávají informace o zkrácení a prodloužení svalu, ale také detekují rychlost, jako se změna délky svalu děje. Díky tomu se reflexně podílí na regulaci tonu (Králíček, 2011).

Proprioceptivní aference zastupuje v posturální kontrole důležitou roli. Její důležitost stoupá při stožení na pevném a stabilním povrchu. Naopak klesá na nestabilním povrchu, kde je propioceptivní informace upozaděna informacemi zrakovými a vestibulárními. Je však zřejmé, že při nesouhlasu informací z jednotlivých systémů vznikne polohová nejistota (Bizovská, 2017; Kittnar, 2007).

1.2.3 Vizuální systém

Zrak je nezastupitelnou složkou sensorického systému. Pomocí zraku přijímáme až 90 % vjemů z okolí. Jedná se především o kvality nazíraného objektu – barva, tvar a statické vlastnosti prostředí. Informace o pohybu a rychlosti sledovaného objektu představují tzv. dynamické vlastnosti prostředí. Optický systém oka převádí světlené paprsky pomocí lomu, který zajišťuje optická soustava oka (rohovka, komorová voda, čočka, sklívec), a obrácený, zmenšený obraz pozorovaného objektu pak dopadá do místa na sítnici, kde je největší zastoupení fotoreceptorů tzv. žlutá skvrna. Z receptorů je pak převedena vizuální informace za pomoci zrakové dráhy, která představuje souhrn neuronů do příslušné korové projekční oblasti centrálního nervového systému (Rokyta, 2016; Králíček, 2011).

Vizuální systém poskytuje největší zdroj informací pro CNS. V případě konfliktu vizuálních informací s informacemi z jiných sensorů, CNS má větší tendenci upřednostnit právě informace vizuální. Při detekci prostorových změn těla má zrakový systém nižší práh dráždivosti v porovnání s vestibulárními senzory (Latash, 2008; Nashner, 1985).

Při hodnocení posturální kontrolu z hlediska zraku je důležité brát v potaz i problematiku periferního a centrálního vidění. Z výsledků studií, které se zabývaly touto problematikou, je patrné, že důležitou roli v kontrole bipedální postury má hlavně periferní vidění. Při posturálních výchylkách anteriposteriorním směrem se totiž periferní vidění uplatňuje více, zatímco centrální vidění přispívá při kontrole postury jak v mediolaterálním, tak v anteroposteriorním směru. Přínos těchto zrakových informací v rámci posturální kontroly je ale pořád závislý na informacích z ostatních senzoričtých systémů (Vuillerme, 2006; Bizovská, 2017; Schmid, 2008).

1.3 Hodnocení posturální kontroly

Z předchozích kapitol je zřejmé, že na udržení posturální kontroly se podílí řada systémů, jejichž funkční zastoupení se v rámci komplexního posturálního chování mění. Proto neexistuje zatím žádná forma globálního testování pro hodnocení všech komponent posturální stability zároveň (Horak, 2006).

Porozuměním těchto systémům lze však objektivně analyzovat určitou poruchu stability charakteristickou pro specifický systém. Například jedinec s poruchou vestibulárního systému bude mít tendenci k pádu hlavně za tmy a na nestabilním povrchu. Je proto třeba využít testy dostatečně komplexní a náročné, aby postihly a verifikovaly funkci napříč všemi systémy, které se na udržení posturální stability účastní (Kolářová, 2012).

Bizovská (Bizovská, 2017) rozděluje testování rovnováhy:

- Klinické testování (funkční testy, škály a testové baterie)
- Přístrojové testování (měření na základě silových či tlakových plošin, kinematických systémů nebo inerciálních měřících jednotek)

1.3.1 Klinické testování

Nezákladnější vyšetření posturální kontroly představuje vizuální hodnocení. Hodnotí se strategie zajišťování kontroly, postavení a pohyby jednotlivých segmentů v statických i dynamických situacích. Vizuálním hodnocením je snadné ozřejmit si základní mechanismy udržování stoje jako šířku opěrné báze, titubace a jejich případný směr. Dále je možné stanovit nejčastější pohybové strategie (kotníková, kolenní, kyčelní), či zdali pacient využívá k udržení stability pohyb horních končetin (Kolářová, 2012).

Funkčních testů a škál pro hodnocení rovnováhy se využívá celá řada, proto je v práci rozebrána jen malá část testů, které lze použít. Výhodou funkčních testů je především jejich rychlé a snadné provedení s jednoduchým zhodnocením výsledků a s minimem potřebných pomůcek. Mezi nevýhody se řadí testování jednoho konkrétní úlohu. Škály naopak představují soubor úloh, které využívají více testů a změn poloh. Jejich výhodou je větší komplexnost vyšetření, která je vykoupena delší administrativní dobou pro provedení a vyhodnocení (Bizovská, 2017).

Baterie testů jsou rozsáhlé, komplexní soubory úloh. Systematicky hodnotí všechny vstupy, které mají vliv na posturální stabilitě. Výhoda testových baterií představuje komplexní přístup a hodnocení řady úloh souvisejících s možnými příčinami rovnovážných obtíží. Nevýhodou je časová náročnost a často nutnost specifického vybavení (Bizovská, 2017; Horak, 2009).

1.3.1.1 Romberg test

Rombergův test je snadno administrovatelný. Není třeba žádného vybavení, jde o manévr fyzického vyšetření u lůžka. Rozděluje se na Romberg I – III. Pozitivitou testu je výrazné zhoršení stability stoje. V případě positivity Romberg III mluvíme o tzv. Romberg sign (Kolář, 2009; Forbes, 2023).

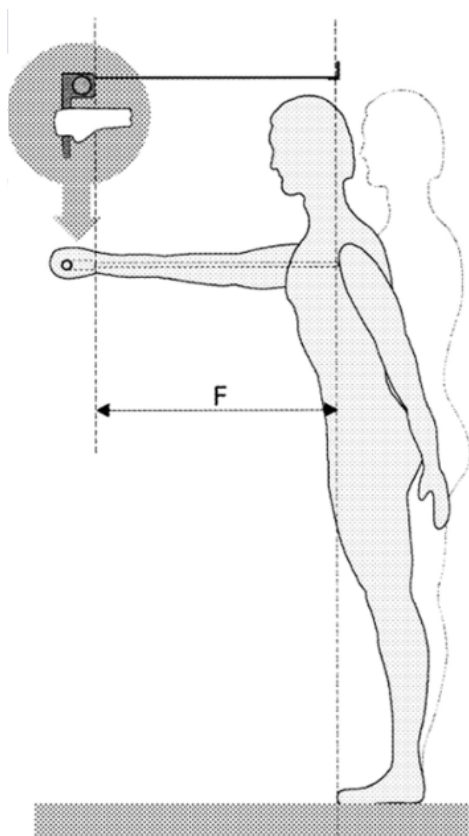
- I. Spontánní stoj pacienta s otevřenýma očima
- II. Spojný stoj pacienta s otevřenýma očima
- III. Spojný stoj pacienta se zavřenýma očima

Původně se používal k diagnostice syndromu zadních provazců a terciální stádium syfilis. Dnes může být Rombergův test užitečným při hodnocení širokého spektra neurologických, ale i funkčních poruch. Pozitivní test je neschopnost udržet vzpřímené držení těla déle než 60 sekund. Vyřazení zrakové kontroly zhoršuje rovnováhu i u vestibulárních syndromů, kde se typicky setkáváme s výchylkami těla směřujícím k hypofunkčnímu labyrintu (Jeřábek, 2007; Forbes, 2023)

1.3.1.2 Functional reach test

Functional reach test (Obr. č. 4), též funkční zkouška dosahu, představuje test pro hodnocení limitů posturální stability. Testuje, do jaké vzdálenosti se testovaná osoba dokáže naklonit bez nutnosti udělat krok či ztráty rovnováhy. Test je velmi komplexní, protože testuje i složky muskuloskeletální. K dokončení testu lze použít několik různých strategií. (De Waroquier-Leroy, 2014; Williams, 2017)

K provedení testu je potřebné délkové měřidlo připevněné na stěnu, čas administrace je do 5 minut. Test probíhá vedle stěny s měřidlem, které je ve výšce akromionu testované osoby. Ta se s horní končetinou předpaženou a se zavřenou pěstí snaží natáhnout horizontálně co možná nejdál do požadovaného směru, tak aby pěst neustále zůstala ve výšce měřidla. Mohou se testovat různé směry. Test je ukončen odlepení chodidla. Pro test existují i modifikace pro provedení v sedu či bez předpažení horní končetiny. V takovém případě se měří míra akromiální. Test se doporučuje opakovat 3× a s průměrnou hodnotou jako výstupní. (Bizovská, 2017; Williams, 2017)

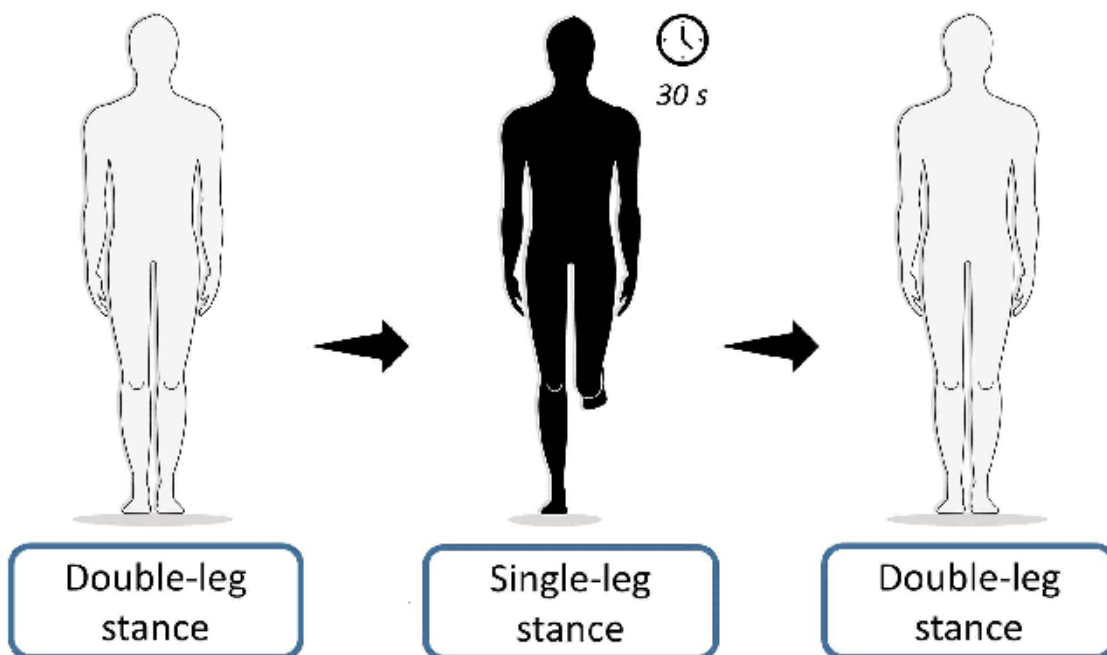


Obr. č. 4 Functional reach test, převzato z (Khan, 2018)

1.3.1.3 Single-leg stance test

Single-leg stance test (SLST) měří statickou rovnováhu tím, že jsou účastníci vyzváni, aby stáli bez pomoci na jedné noze (Obr. č. 5). Nejčastěji jedinci stojí 30 nebo 45 sekund s rukama zkříženýma na hrudi nebo s rukama dotýkajícími se jejich boků. Přesné provedení se však velmi často liší. SLST lze měřit buď s obuví či na bosu, se zrakovou orientací i bez ní. Měření začíná, jakmile jejich noha opustí podlahu a zastaví se, jakmile se zdvižená noha dotkne země, stojná noha se posune po podložce, zdvižená noha se dotkne stejné nohy, oči se otevrou ve zkouškách se zavřenýma očima, nebo pokud je dosaženo maximálního přiděleného času. Zaznamenají se tři pokusy na podmínku a vypočítá se buď průměr, nebo se použije nejdelší čas. Výkon SLST je hlášen v sekundách a vyžaduje stopky (Omaña, 2021; Ghislieri, 2020).

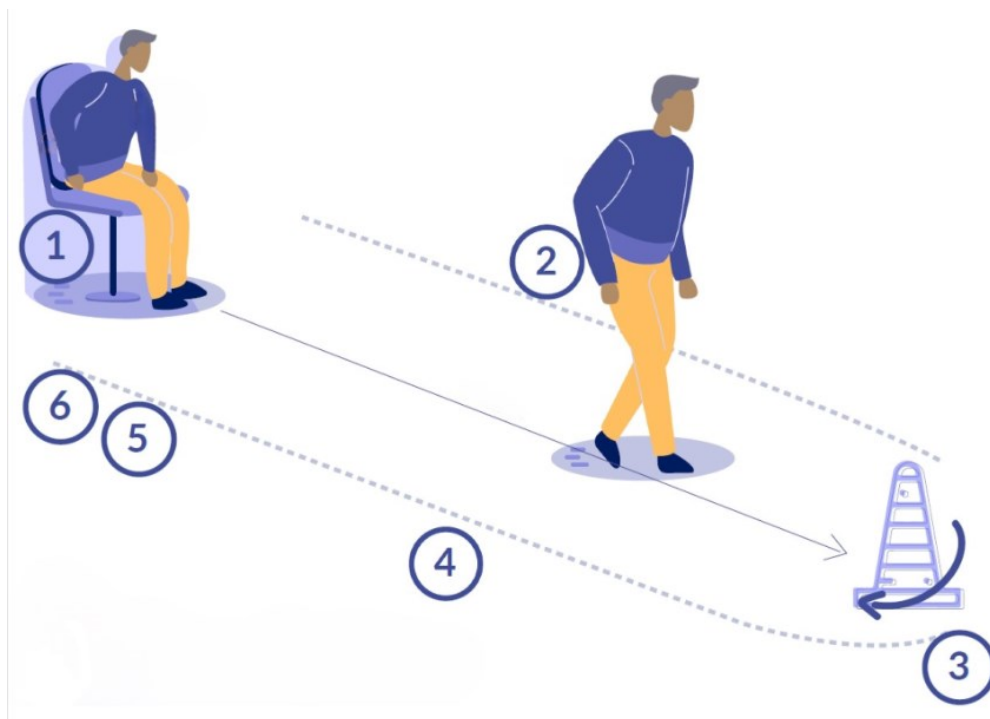
Dle (Vellas, 1997) osoby, které nejsou schopni stát na jedné noze alespoň po dobu 5 sekund, mají zvýšené riziko pádu s následným zraněním.



Obr. č. 5 Single-leg stance test (bez korekce horních končetin), převzato z (Ghislieri, 2020)

1.3.1.4 Timed up and go test

Test Timed up and go (TUG) slouží ke zhodnocení stability a mobility (Obr. č. 6). K provedení testu je třeba mít kužel a stabilní židli s opěradlem. Test začíná opřením testované osoby o židli, kdy je úkolem vyšetřované osoby co nejrychleji vstát, obejít kužel ve vzdálenosti 3 metrů od židle a znovu se posadit do židle. Hodnocení probíhá na základě času potřebného ke splnění úkonu a aspekčně na základě abnormalit na bodové škále 1 až 5, kdy 1 bod značí normální stav a 5 závažnou abnormalitu. Již však 3 body značí, že osoba má větší tendenci k pádům, stejně tak jako čas nutný k provedení testu nad 13,5 sekund. Měření by mělo probíhat vždy třikrát (Bizovská, 2017; Kear, 2017; Ortega-Bastidas, 2023).



Obr. č. 6 Timed up and go test, převzato z (Ortega-Bastidas, 2023)

1.3.1.5 Dynamic gait index

Dynamic Gait Index (DGI) představuje škálu hodnotící chůzi, na základě 8 odlišných podmínek. K testování jsou potřebné pomůcky, které představují 2 překážky, schody a prostor alespoň 6,1 metrů dlouhý. Hodnotí se klasická chůze, změna rychlosti chůze, chůze se změnami polohy hlavy, obcházení a překračování překážek, otáčení se a chůze po schodech. Každá z 8 podmínek je hodnocena 1 až 3 body, které se pro vyhodnocení sčítají. Získáním 24 bodů dosáhl jedinec maxima. Dosažení 19 a méně bodů u seniora má již osoba větší riziko pádu (Bizovská, 2017; Herman, 2009).

DGI je ukazatel úrovně aktivity, který prokázal silné psychometrické vlastnosti pro rovnováhu a chůzi u pacientů nejen s vestibulárními poruchami, ale i řady jiných neurologických onemocnění. Bylo zjištěno, že DGI má vynikající spolehlivost mezi více hodnotiteli (Reoli, 2021).

1.3.1.6 CTSIB

Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB) představuje test, který se pokouší měřit způsob, jakým mezi sebou vestibulární systém, somatosenzorický systém a zrak interagují při udržení rovnováhy. Testování probíhá bez obuvi, ve vzpřímeném postoji a s neutrálním postavením hlavy. Test má celkem 6 podmínek. Měření každé podmínky trvá 30 sekund, chodidla měřeného pacienta by měly být v kontaktu stejně jako vnitřní kotníky. Horní končetiny jsou překříženy přes sebe, dlaně se dotýkají protilehlých ramen. Podmínky CTSIB jsou stanoveny takto:

- 1) Stoj s otevřenýma očima na pevné podložce.
- 2) Stoj se zavřenýma očima na pevné podložce.
- 3) Stoj s otevřenýma očima a se zrakově – konfliktním dómem na hlavě na pevné podložce
- 4) Stoj s otevřenýma očima na měkké podložce.
- 5) Stoj se zavřenýma očima na měkké podložce.
- 6) Stoj s otevřenýma očima a se zrakově – konfliktním dómem na hlavě na měkké podložce

Hodnocení je pak dle míry vychylování testovaného od 1 do 4, kdy 1 představuje minimální vychylování a 4 představuje pád. Testování může končit dříve než za 30 sekund, pokud testovaný již nesplňuje některou z podmínek, jako např. původní postavení paží, nohou či otevře oči při testování se zavřenými očima. Doporučuje se celý test opakovat celkem 3x a výsledky pak zprůměrovat. Předpokládá se, že největší zastoupení vestibulárního systému pro udržení stability vychází z podmínky 5 a 6 V současné době se setkáme spíše s modifikací tohoto testu, pro který není třeba mít zrakově-konfliktní dóm. Podmínka je v takovém případě nahrazena pohyby hlavy. Navíc se zjistilo, že pozice nohou ani obuv by na výsledky testu neměly mít vliv (Whitney, 2004; Cohen, 1993; Horak, 1987).

1.3.1.7 BESTest

Balance evaluation systems test (BESTest) představuje komplexní testovou baterii hodnotící 6 komponent posturální kontroly (Horak, 2009):

1. biomechanická omezení
2. limity stability
3. přechody a anticipační posturální strategie
4. posturální reakce
5. senzorická orientace
6. stabilita při chůzi

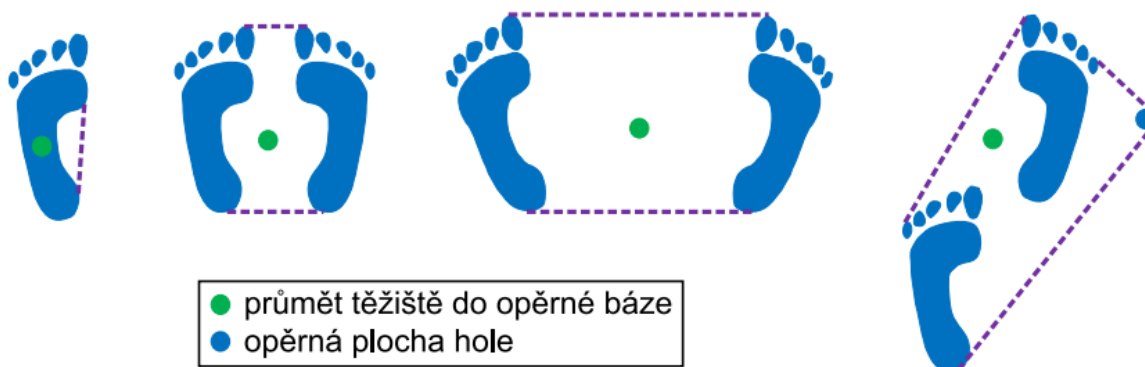
Pro administraci BESTest je potřeba řada vybavení obsahující stopky, délkové měřidlo, barevné značky na podlaze, měkká podložka, nakloněná rovina, schůdky, 2 krabice, 2,5 kg závaží a židle s opěrkami. Čas administrace je 20–30 minut. Baterie je založena na 27 – 36 úlohách, kde každá úloha je bodově hodnocena. Využití této testové baterie se ukazuje jako efektivní způsob vyšetření posturální kontroly v širokém spektru diagnóz (Horak, 2009; Sibley, 2015; Chinsongkram, 2014).

Lze se setkat i s kratší modifikací Mini – BESTest upravující počet úloh na 14 a tím výrazně zkracuje čas potřebný k administraci měření (Franchignoni, 2010).

1.3.2 Přístrojové testování

Pro hodnocení posturální stability je třeba rozumět posturografické terminologii (Vařeka, 2002; Kolář, 2009; Chen, 2021).

- Kontaktní plocha (Area of Contact; AC) je veškerá plocha, která je v kontaktu s měřenou osobou.
- Opěrná plocha (Area of Support; AS) je část kontaktní plochy, která bývá díky kontaktu s tělem aktivně využívána k udržení posturální stability.
- Opěrná báze (Base of Support; BS) je celková plocha pod tělem, která je ohraničena nejvzdálenějšími hranicemi opěrné plochy.
- Těžiště těla (Centre of Mass; COM) je imaginární hmotný bod, do kterého je soustředěna tíhová síla těla v globálním vztažném systému.
- Průmět těžiště do opěrné báze (Obr. č. 7) (Centre of Gravity; COG)
- Centrum tlaku (Centre of Pressure; COP) je místo působení reakční síly podložky. Tento parametr lze změřit za pomoci silových plošin.



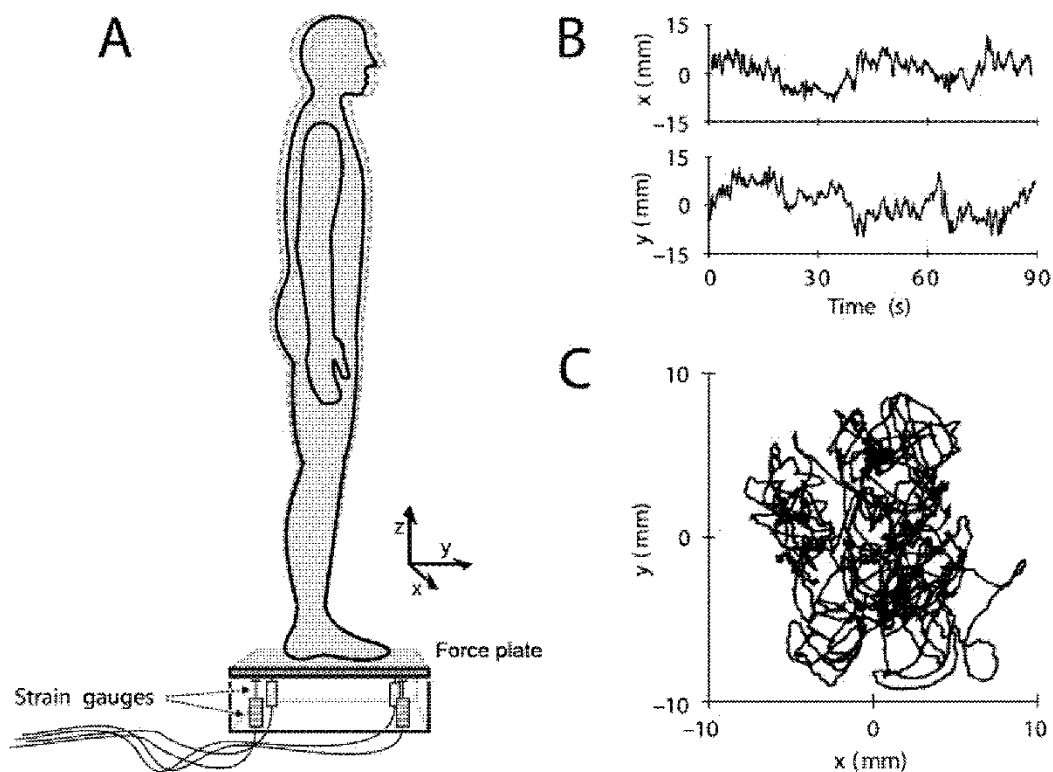
Obr. č. 7 Znárodnění Opěrné báze a COG, převzato z (Bizovská, 2017)

Sledování tzv. centra tlaku (COP), které bývá měřeno ze silových plošin, v klidném postoji je standardem při vyšetřování posturální kontroly jak u zdravé populace, tak u populace pacientů. Předchozí studie ukazují, že měření COP na tenzometrické plošině z testů rovnováhy jsou užitečná při predikci pádů u starších lidí žijících v komunitě s dobrým celkovým zdravotním stavem. Tato zjištění naznačují, že měření COP mají potenciál identifikovat změny v posturální kontrole (Hébert-Losier, 2020).

Těžiště (COM) je pasivní proměnná zajišťována systémy řídicí posturální kontrolu. Centrum tlaku (COP) je však komplexní řídicí proměnná, která je výsledkem setrvačné síly výchylek těla a obnovení rovnovážných sil systémů posturální kontroly (Chen, 2021).

1.3.2.1 Statická posturografie – silové a tlakové plošiny

Dříve se díky posturografii predikovaly pády u seniorské populace. V současné době se však využívá u širšího spektra pacientů. Silové plošiny (Obr. č. 8) měří reakční sílu, která působí do plošiny. Jde tak zaznamenat nejčastěji vertikální, anteroposteriorní, mediolaterální složky této reakční síly a zároveň trajektorii působiště této síly (COP). Reakční síla je zaznamenána buď to pomocí piezoelektrických, nebo tenzometrických senzorů. Senzory jsou rozmístěné nejčastěji v rozích plošin. V obou případech dochází v podstatě k převodu mechanických veličin na veličiny elektrické a generaci napětí. Díky tomu se pak dopočítají jednotlivé výsledné složky reakčních sil. V současné době je na trhu řada silových plošin jak pro laboratorní účely (Advanced Mechanical Technology, Inc.; HUR Labs; Kistler® Instrumente; PASCO scientific apod.), tak i komerčně dostupnější plošiny ve formě konzolí, např. typu Wii Balance board od společnosti Nintendo (Bizovská, 2017; Kolářová, 2012; Ferreira, 2020; Timmann-Braun, 2012).



Obr. č. 8 Silová plošina, převzato z (Chen, 2021)

Tlakové plošiny (Obr. č. 9) na rozdíl od silových plošin zaznamenávají tlak při kontaktu těla s podložkou. Využívají kapacitních nebo tenzometrických senzorů, které jsou rozmístěny v určité hustotě, stanovené výrobcem, po celé ploše tlakové plošiny. To pak umožní podrobnou analýzu tlaku v jejích různých částech. Výstup dává informaci jak o trajektorii působiště reakční síly (COP), tak o jemném rozložení tlaku z plošek chodidel (Bizovská, 2017).



Obr. č. 9 Tlaková plošina RS scan, převzato z (Footscan® 0.5m hi-end system PSL Replacement Kit Guide, 2009)

1.3.2.2 Dynamická posturografie

V literatuře se můžeme setkat s dělení posturografie na statickou a dynamickou. Statická posturografie kvantifikuje posturální výchylky během klidného stoje na nehybné silové plošině. Dynamická posturografie (Obr. č. 10) zahrnuje pohyby platformy, která snímá posturální reakce nepředvídatelných vychylujících stimulů. Dále je schopna analyzovat posturální kontrolu s podíly jednotlivých systémů – somatozenzorického, vestibulárního a vizuálního. Dá se tak sledovat využití reflexních a kompenzačních mechanismů pro udržení rovnováhy (Baratto, 2002; Timmann-Braun, 2012).



Obr. č. 10 Dynamická posturografie NeuroCom, převzato z (NeuroCom International, 2015)

1.4 Vestibulární rehabilitace

Vestibulární rehabilitace zahrnuje řadu postupů a technik, který existuje již více než 70 let. Slouží k urychlení vestibulární kompenzace a umožnění adaptace na vestibulární poruchu. Rehabilitace pro osoby se závratěmi a poruchami rovnováhy se stává dostupnější s rychle narůstající literaturou. Řada z nich zdůrazňuje pozitivní efekt vestibulární rehabilitace u periferních i centrálních vestibulárních poruch a poskytuje náhled na důkazy související s novými rehabilitačními intervencemi. Prostřednictvím centrální kompenzace je možné díky vestibulární rehabilitaci zlepšit příznaky nestability, pádů a strachu z nich, zrakové ostrosti, závratí, citlivosti na pohyb i sekundárních příznaků, jako je nauzea a úzkost (Sulway, 2019; Čakrt, 2017; Dunlap, 2019).

Dle nově aktualizovaného guideline (Hall, 2022), hodnotícího vestibulární rehabilitaci u periferní vestibulární hypofunkce, byla na základě mnoha důkazů hodnocena vestibulární rehabilitace jako první volbou terapie u periferní vestibulární hypofunkce. Důraz byl kladen na periferní vestibulární hypofunkci. Doporučení toho guideline se tedy nemusí vztahovat na osoby s centrální vestibulární poruchou.

Tvrdí se, že individualizovaná vestibulární rehabilitace je bezpečnou a účinnou možností léčby i pro velké procento pacientů s centrálním vestibulárním onemocněním. Výsledky vestibulární rehabilitace u pacientů s centrální vestibulární dysfunkcí jsou často méně rychle patrné a příznivé kvůli možnému zapojení center odpovědných za adaptaci a kompenzaci. Nicméně studií o tom, jak vestibulární rehabilitace působí na centrální vestibulární dysfunkci, je stále málo (Zhang, 2022; Marioni, 2013).

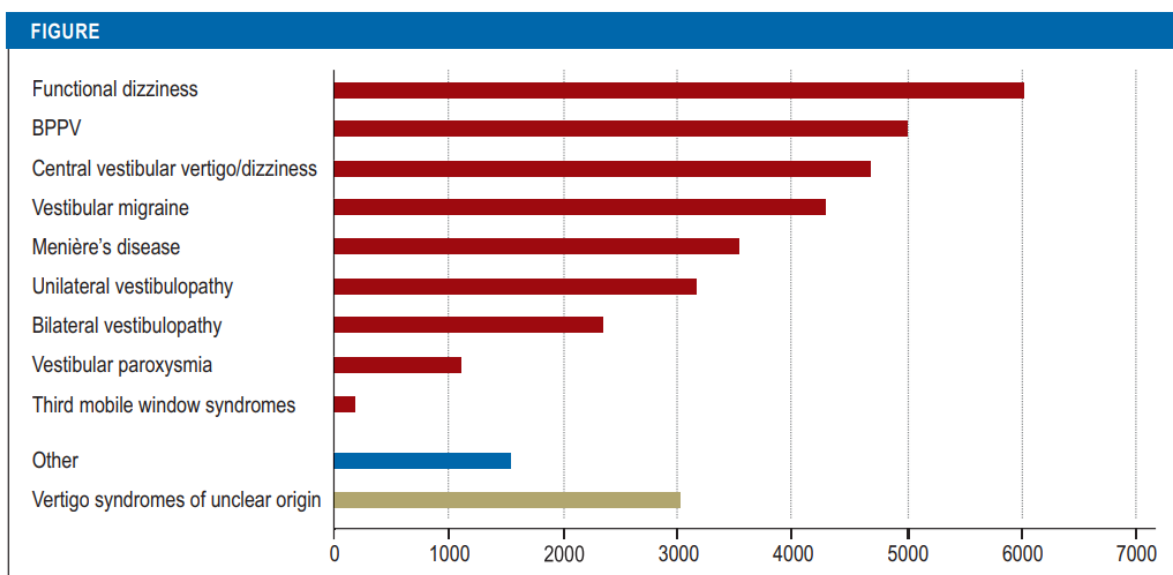
Pro více případů závratí není vestibulární rehabilitace jedinou složkou terapie. U mnoho diagnóz se hojně využívá převážně symptomatická farmakoterapie. U některých diagnóz bylo docíleno lepších výsledků při multimodální léčbě. Docházelo ke kombinaci vestibulárních cvičení s tréninky na stabilografické platformě s biofeedbackem a psychoterapií. Psychoterapie měla nejčtenější zastoupení v kognitivně-behaviorální terapii. Samostatnou kapitolu by mohla mít terapie benigního paroxysmálního polohového vertiga, zahrnující repoziční manévry, a rovněž spadající do role vestibulární rehabilitace (Hain, 2003; Axer, 2020; Antonenko, 2018; Wu, 2019).

Moderní složku vestibulární rehabilitace představuje terapie založená na virtuální realitě. S přizpůsobenými vestibulárními rehabilitačními cvičeními vede k významnému zlepšení příznaků přetrvávajících posturálně-percepčních závratí (Mempouo, 2021; Cano Porras, 2018).

V krajně individuálních případech se dá využít i chirurgického či ablativního způsobu terapie. Volí se tak v případě opakujících se a zhoršujících se obtíží, které nemohou být kontrolovány jiným způsobem s cílem stabilizovat fluktuální stav pro navození centrální vestibulární kompenzace (Hall, 2022).

1.4.1 Spektrum využití vestibulární rehabilitace

Etiologie závratí (Obr. č. 11) můžou být různé. Patří sem dysfunkce vestibulárního systému, a to jak periferního (vnitřní ucho, vestibulární nerv), tak centrálního (mozkový kmen, mozeček), funkční závratě, a onemocnění z jiných příčin, včetně poruch regulace krevního tlaku, jako jsou ortostatické závratě a nežádoucí účinky léků. Vestibulární rehabilitace je indikována u jakékoli stabilní, ale špatně kompenzované vestibulární léze, bez ohledu na věk pacienta, příčinu a trvání a intenzitu příznaků. Stav jako polyneuropatie či zhoršené vidění závratě způsobit sice nemohou, ale mohou ji zhoršit a způsobit nestabilitu chůze (Strupp, 2020; Han, 2011).

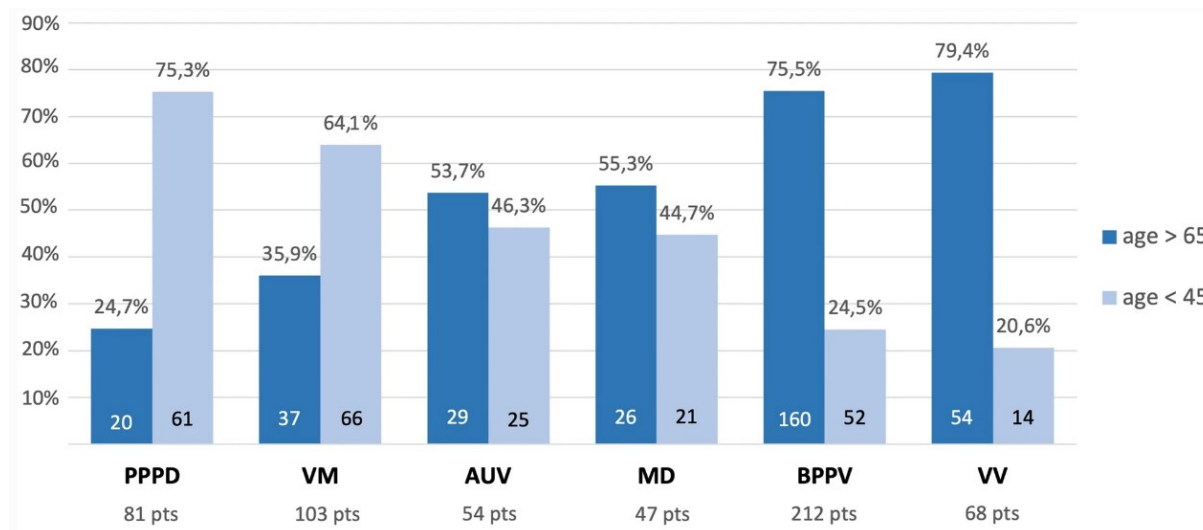


Obr. č. 11 Absolutní frekvence různých závrativých syndromů v nadregionální specializované ambulanci Německého centra pro vertigo a poruch rovnováhy a Neurologická klinika, LMU, Mnichov, Německo (1998–2019), převzato. z (Strupp, 2020)

Vestibulární rehabilitace, ačkoliv to má v samotném názvu, se ne nutně musí být využita pouze u pacientů s primárním onemocněním vestibulárního systému a jeho drah či center. Z předchozích kapitol je zřejmé, že závrať a posturální nejistota je může být spojena s poruchami jiných systémů. Vhodné podpůrné využití vestibulární rehabilitace tak nacházíme i mimo výše zmíněné závrativé stavy. Slibný efekt se prokázal u některých pacientů s roztroušenou sklerózou (Marioni, 2013; García-Muñoz, 2020).

Diabetes způsobuje mnoho komplikací, včetně retinopatie a periferní neuropatie, o kterých je dobře známo, že přispívají k nestabilitě chůze a pádům. Méně popsanou komplikací diabetu je vliv na vestibulární systém. Je pozoruhodné, že jak ve studiích na zvířatech, tak v klinických studiích bylo hlášeno, že diabetes ovlivňuje vestibulární funkci. Vestibulární rehabilitace by tak u pacientů s diabetem mohla mít místo v rámci prevence sekundárních komplikací a zvýšení soběstačnosti. (D'Silva, 2016)

Využití vestibulární rehabilitace je na místě i u seniorské populace v rámci zvýšení soběstačnosti nebo prevence pádu, který představuje velmi závažné riziko. Zvýšená náchylnost seniorů k pádu může být důsledkem fyziologických změn souvisejících s věkem a vyšší prevalence komorbidit. Stárnutím západní civilizace je toto téma čím dál více aktuální. Rozmanitost diagnóz vestibulárních obtíže je nejen pestrá, ale její zastoupení (Obr. č. 12) se s věkem mění (Casani, 2021; Martins e Silva, 2016).



Obr. č. 12 Rozdělení nejčastějších vestibulárních diagnóz vzhledem k věku (< 45 a > 65) u 565 pacientů odeslaných do Centra pro poruchy rovnováhy otorinolaryngologického oddělení Fakultní nemocnice v Pise (leden 2016 – prosinec 2019), převzato z (Casani, 2021)

1.4.2 Předpoklady pro efektivní terapii

Úspěšnost vestibulární rehabilitace je dána řadou faktorů. Pro správnou volbu terapie je důkladné vyšetření pacienta, zahrnující jak otorinolaryngologické a neurologické vyšetření, tak kineziologický rozbor a vyšetření funkčních dovedností, opírajících se o aktivity denního života. Vyšetření může být doplněno vyšetřením na posturografii, která má sice v diferenciální diagnostice sice nehraje velkou roli, ale může se jevit jako užitečná pro kvantifikaci a sledování poruch rovnováhy různých etiologií. Po určení diagnózy jsou dalšími faktory ovlivňující terapii: charakter a vznik obtíží, přidružená onemocnění, použitá farmakoterapie, věk, psychický aspekt jedince, ale také sociální zázemí a motivace pacienta (Čakrt, 2017; Timmann-Braun, 2012; Eleftheriadou, 2012).

1.4.2.1 Vestibulární rehabilitace – obecná doporučení

Na základě vyšetření je třeba pro cílený efekt terapie vytvořit individuální rehabilitační program. Současná vestibulární rehabilitace u periferní vestibulární hypofunkce je založena na cvičebním přístupu zahrnující kombinaci 4 komponent (Hall, 2022):

1. Cvičení na podporu stabilizace zraku
2. Habituační cvičení
3. Cvičení pro zlepšení rovnováhy a chůze
4. Obecné kondiční cvičení

Bavíme-li se o periferní vestibulární hypofunkci, řídíme se dle guideline (Hall, 2022) podloženého důkazy, dle kterého se doporučuje cvičení pro stabilizaci pohledu 3 až 5× denně v celkovém čase alespoň 12, 20 až 40 minut po dobu 4 až 7 týdnů a to v závislosti na formě vestibulární hypofunkce. U chronických bilaterálních forem počítejme s horní hranicí intenzity cvičení. U akutní/subakutní začínáme na nižších a intenzitách a kratších cvičebních intervalech. Cvičení statické a dynamické rovnováhy je doporučeno po dobu minimálně 20 minut denně po dobu minimálně 4 až 6 týdnů u jedinců s chronickou unilaterální i bilaterální vestibulární hypofunkcí a na základě znaleckého posudku minimálně po dobu 6 až 9 týdnů. U jednostranné periferní vestibulární hypofunkce by vestibulární rehabilitace měla být zahájena v podstatě co nejdříve. Výsledky cvičení stabilizace zraku budou mnohem více podpořeny plastickými událostmi v mozku během akutnějšího období, což zvýší šance k vypracování optimální funkční reorganizace (Hall, 2022; Lacour, 2020).

Pacientova spolupráce je základním kamenem pro úspěšnost terapie. Autoterapie, její dodržování ve předem stanovených podmínkách, je klíčová. Instrukce, které pacient dostává, musí být natolik srozumitelné, aby jejich provádění v domácích podmínkách bylo účinné a bezpečné. V některých případech lze u pacientů vést cvičební deník, pro dodržování správného provedení cvičení a požadovaného množství. Deníky mohou sloužit nejen ke cvičebním účelům, ale také k diagnostickým (Čakrt, 2007; Martin, 2020; Bezherano, 2021; Tanaka, 2023).

Většina dotazníků, které se v současnosti používají pro hodnocení symptomatologie vestibulárních poruch, je retrospektivní, což vyvolává jisté zkreslení. Deník může být v současné době založený na mobilní aplikaci. Taková metoda by mohla zvýšit přesnost a ekologickou platnost měření symptomů (Martin, 2020).

U centrálních vestibulárních obtíží zatím není nastavený pro vestibulární rehabilitaci guideline. Studií pro potvrzení pozitivního efektu vestibulární rehabilitace u tohoto typu obtíží je málo. Tento fakt by je avšak neměl vyřazovat z léčby, ačkoliv můžeme počítat s ne tak úspěšnou prognózou jako u periferních vestibulárních obtíží. Rehabilitační přístup centrálních vestibulárních obtíží se od periferních liší. Dbá se na cvičení v klidném prostředí jako prevence sensorického konfliktu, který by mohl obtíže ještě zhoršit. Většinou se zařazuje cvičení sledovacích a sakadických pohybů očí. Využívá se i cvičení pro zlepšení vizuo-motorické koordinace a rozsah limitů stability v nižších pozicích pro minimalizaci rizika pádu. Obtíže mohou být značně heterogenní, a proto se výsledky rehabilitace mohou velmi různit. K tomu je třeba přistupovat i při vytváření rehabilitačního programu, který je neřídka třeba upravit. Většinou se setkáváme s pomalejší a méně patrnou kompenzací než u periferního typu obtíží. Zatímco doba nutná pro rehabilitaci periferní vestibulární poruchy ve valné většině případů nepřekračuje 9 týdnů, v některých případech uvedeno až 12 týdnů, u centrální vestibulární poruchy je třeba počítat s limitací úpravy funkce. Proto symptomy přetrvávají většinou i několik měsíců a tomu odpovídá i doba léčby (Zhang, 2022; Marioni, 2013; Han, 2011; Hall, 2022; Čakrt, 2017).

1.4.3 Mechanizmy vestibulární kompenzace

Vestibulární kompenzace je homeostatický proces, který se vyskytuje v centrálním nervovém systému jako odpověď na periferní vestibulární dysfunkci. Stejně jako jiné systémy i vestibulární systém má jistou míru schopnosti adaptace na nové situace. Tento jev lze obecně nazývat plasticitou (Wijesinghe, 2020; Čada, 2017).

Existují důkazy podložené na modelech hlodavců, které naznačují, že při jednostranné periferní vestibulární lézi dochází ke zvýšení vnitřní excitability centrálních vestibulárních neuronů (Wijesinghe, 2020).

Na hlodavcích byly zmapovány i aspekty funkčních spojení při talamických lézích, které přerušovaly vestibulární přenos. Po lézi byla zvýšená metabolická aktivace detekována v mozečku, hlavně kontralaterálním, a v kontralaterálních subkortikálních strukturách, jako je colliculus superior, zatímco snížená aktivace byla pozorována v ipsilaterální zrakové, entorhinální a somatosenzorické kůře, což ukazuje na kompenzační procesy v nepostižených sensorických systémech nepoškozené strany. Změny metabolismu glukózy v mozkových regionech pozorované po lézi se podobaly změnám pozorovaným u pacientů trpících jednostranným thalamickým infarktem a lze je interpretovat jako mechanismy plasticity mozku spojené s vestibulární kompenzací a substitucí (Reuss, 2020).

Vestibulární rehabilitací dochází k usnadnění vestibulárních zotavovacích mechanismů. Mezi ty můžeme řadit vestibulární adaptaci, habituaci a substituci jinými systémy účastnících se posturální kontroly (Wijesinghe, 2020; Han, 2011).

1.4.3.1 Adaptace, substituce a habituace

Adaptace, substituce i habituace představují zotavovací mechanismy vestibulární rehabilitace.

Vestibulární literatura popisuje způsob vzniku adaptace jako dlouhodobé změny v rychlosti neuronových výbojů vestibulárního systému v reakci na pohyby hlavy s cílem snížit skluz sítnice. Vytváří se tak „chybný signál“, který vyvolá snahu CNS minimalizovat tuto chybu. Pohyb retinálního obrazu je tedy hlavním podnětem pro rozvoj vestibulární adaptace. Při periferní vestibulární poruše dochází zpravidla ke snížení VOR gainu, což nemusí platit u centrální vestibulární poruchy. Jinými slovy u adaptace jde především o úpravu dynamických funkcí VOR. Adaptivním bývá tedy označování cvičení stabilizace zraku, zahrnující pohyb hlavy při zachování soustředění na a cíl, který může být stacionární nebo pohyblivý (Hall, 2022; Čakrt, 2007).

(Hall, 2022) uvádí, že jako substituční cvičení můžeme nazvat to, jehož cílem je podpora alternativních strategií pomoci stabilizace zraku, které nahrazují porušenou vestibulární funkci. Cervikookulární reflex přispívá ke generaci kompenzační pohybu očí, především při pomalých pohybech hlavy. Jeho efektivita však roste s poruchou vestibulární funkce. Úprava posturální kontroly bývá navíc podpořena somatosenzorickými mechanismy a samotným zrakem, za předpokladu jejich intaktnosti. V situacích jako chůze po nerovném terénu či ve tmě substituční složku násobně komplikují (Čakrt, 2007).

Habituační cvičení dosáhneme po opakované expozici provokačnímu stimulu s cílem snížit symptomy související s vestibulárním systémem a postupně snížit i vestibulární dráždivost. Habituační cvičení jsou vybírána na základě konkrétních pohybů nebo situací, které vyvolávají příznaky. Hodnocení habituace lze měřit úpravou VOR v době expozice provokačního stimulu. Habituační cvičení pomocí dlouhých expozic lze zmírnit symptomy různých typů kinetóz (Hall, 2022; Kirtane, 1999; Koch, 2018; Novotný, 2007).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

Cílem teoretické části práce je představit ucelené informace o kontrole posturální stability, jejím narušení a o integraci sensorických systémů potřebných pro její zachování. Další kapitoly pak popisují možné hodnocení posturální kontroly a vestibulární rehabilitaci.

Cílem experimentální části bylo zjistit efekt vestibulární rehabilitace na posturální kontrolu. K vyšetření pacientů byl využit klinický test CTSIB (Clinical Test of Sensory Interaction in Balance) a SLST (Single-leg Stance Test). Hodnocení zmíněných testů bylo zaznamenáno za pomoci silové plošiny Kistler®. Práce se zaměřuje na úpravu stability stoje v časových intervalech a jeho kvality v situacích, které více či méně ovlivní zastoupení jednotlivých sensorických systémů podílejících se na udržení stoje.

Studie ukazují, že nejspolehlivější sledované parametry pro hodnocení posturální stability při stabilometrickém vyšetření představuje hlavně rychlost posturálních výchylek (Sway velocity) a následně plocha posturálních výchylek (Sway area) (Lin, 2008; Ruhe, 2011; Inojosa, 2020).

Předpokladem je tedy především snížení celkové plochy posturálních výchylek (Sway Area Total) a snížení rychlosti výchylek (Sway Velocity Total) s každou návštěvou. Dále se předpokládá i snížení celkové dráhy výchylek (Sway Path Total). Další kladenou otázkou je, jaká podmínka CTSIB bude nejnáročnější a o kolik se sníží celková plocha posturálních výchylek (SAT) během 3měsíčního programu vestibulární rehabilitace při hodnocení CTSIB. Poslední otázkou zůstává, zdali mezi CTSIB a SLST najdeme společný trend v poklesu celkové plochy posturálních výchylek (SAT).

2.1 Hypotézy

V rámci experimentální části práce byly stanoveny následující hypotézy:

H₁: S každou návštěvou dojde ke snížení celkové plochy posturálních výchylek (Sway Area Total).

H₂: S každou návštěvou dojde ke snížení rychlosti posturálních výchylek (Sway Velocity Total).

H₃: V porovnání 1. a 4. návštěvy, dojde ke snížení celkové plochy posturálních výchylek (Sway Area Total) při testování CTSIB ve všech 6 podmínkách.

H₄: V porovnání 1. a 4. návštěvy, dojde ke snížení celkové plochy výchylek (Sway Area Total) při testu Single-leg Stance Test.

3 METODIKA

Měření práce proběhlo na Neurologické klinice UK 2. LF ve FN Motol a to od ledna 2021 do května 2022. Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas a dobrovolně souhlasili s účastí ve výzkumu, ze které mohli kdykoliv libovolně odstoupit. Pacienti měli nárok na jakékoliv dotazy týkající se výzkumu. Veškerá získaná data pacientů jsou v práci anonymizována. Data získaná z měření jsou dostupná u řešitele práce. Znění informovaného souhlasu je součástí příloh práce (Příloha č. 1).

3.1 Charakteristika sledovaného souboru pacientů

Do výzkumu byli zařazeni pacienti nejen na základě diagnostických kritérií, ale i na základě celkových předpokladů. Diagnostická kritéria zahrnovaly pacienty s poruchou stability v chronickém stádiu, kdy symptomy přetrvávaly déle než 3 měsíce. Dalším požadavkem pro zahrnutí do studie bylo to, že pacient již v minulosti nepodstoupil vestibulární rehabilitaci, která by cílila na úpravu současných obtíží. Zahrnutí mohli být pacienti s diagnózami periferní, centrální nebo kombinované vestibulární léze. Do výzkumu nebyli zařazeni pacienti s diagnózou benigního paroxysmálního polohového vertiga.

Pro účast ve výzkumu museli být pacienti dostatečně fyzicky i mentálně schopní, aby se mohli účastnit jak pravidelných měsíčních měření na statické stabilometrii Kistler®, tak aby se mohli pravidelně věnovat intenzivní každodenní rehabilitaci.

3.2 Metodika vyšetření

Pacienti byli před započítím rehabilitačního programu během první návštěvy vyšetřeni fyzioterapeutem. Vyšetření obsahovalo podrobné anamnestické údaje, které mimo jiné zahrnovaly informace o charakteru, vzniku i okolnostech závratí. K tomu se byl dále využit i dotazník (VRBQ), který nás informuje o subjektivním vnímání pacientových obtíží. Fyzioterapeut následně u pacienta klinicky vyšetřil základní okulomotoriku, zahrnující plynulé sledovací pohyby, sakadické pohyby, dynamickou zrakovou ostrost a pohledový nystagmus. Dále byl vyšetřen VOR pomocí head impulse testu a za pomoci Frenzelových brýlí spolu s head shaking testem. Při podezření na BPPV byly do vyšetření zařazeny i polohové zkoušky, které však při pozitivitě vylučovali pacienta z možnosti účasti ve studii. Následně byli pacienti podrobena standardizovaným testům pro vyšetření posturální stability stoje (mCTSIB) a chůze (DGI).

Po dokončení rehabilitačního programu byli pacienti vyšetřeni znovu pomocí VRBQ, mCTSIB a DGI. V případě přetrvávajících obtíží i pomocí dalších individuálních testů vztahujících se k obtížím.

Výsledky těchto vyšetření však nejsou v práci nijak dále popsány. Sloužili především k vyhotovení individualizovaného rehabilitačního programu fyzioterapeutem a následnému klinickému zhodnocení.

3.2.1 Stabilometrické vyšetření a získávání dat

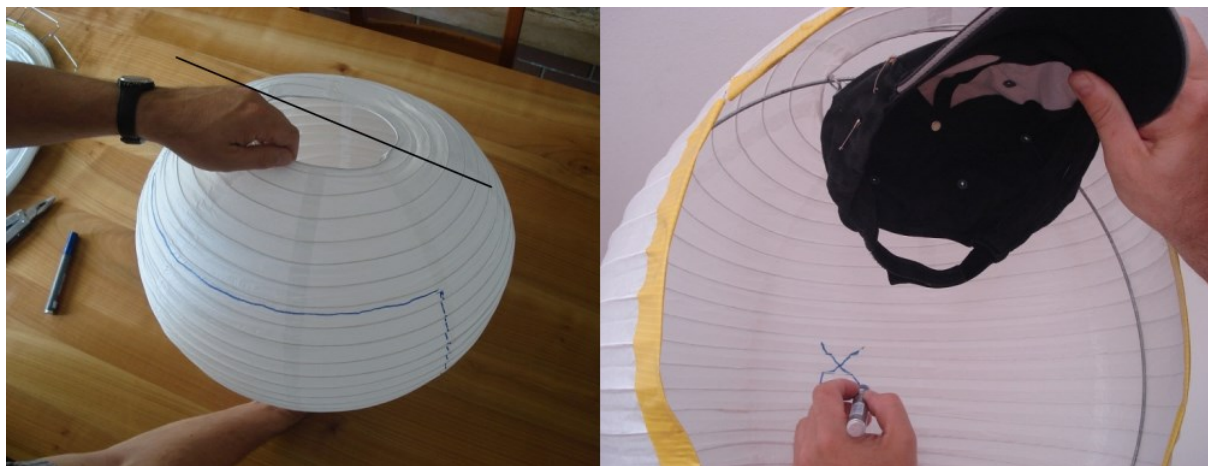
Data pro výzkumnou část práce byla zaznamenána vyšetřením na statické stabilometrii Kistler®. Pacienti postavili ve vzpřímeném stoji a bez obuvi doprostřed silové desky, která byla vybavena značkami předem určující postavení chodidel. Chodidla tedy nebyla v rámci měření ve vzájemném kontaktu. Postavení kloubů DKK zaujímal s ohledem na mírné kompenzační titubace neutrální postavení po celou dobu měření. Vyšetřovací místnost byla vždy dobře osvětlena a s minimem rušivých podnětů. Před začátkem měření bylo nutné silovou desku zkalibrovat.

První vyšetření na statistické stabilometrii bylo měřeno dle 6 podmínek Clinical Test of Sensory Interaction on Balance (CTSIB). Pro všech 6 podmínek platilo, že každý test trval 30 sekund, chodidla měřeného pacienta byly umístěny do značek na plošině. Tím pádem mediální kotníky nebyly v kontaktu tak, jak je to popsáno u klasického testování CTSIB. Tohoto postavení nohou bylo využito při testování na pevné podložce i na podložce měkké. Horní končetiny byly překříženy přes sebe, dlaně se dotýkaly ramen a s neutrálním postavením hlavy (Horak, 1987).

Podmínky CTSIB byly stanoveny takto:

- 1) Stoj s otevřenými očima na pevné podložce.
- 2) Stoj se zavřenými očima na pevné podložce.
- 3) Stoj s otevřenými očima a se zrakově – konfliktním dómem na hlavě na pevné podložce
- 4) Stoj s otevřenými očima na měkké podložce.
- 5) Stoj se zavřenými očima na měkké podložce.
- 6) Stoj s otevřenými očima a se zrakově – konfliktním dómem na hlavě na měkké podložce

Měkká podložka představovala 60mm tlustá pěnová vrstva, která byla umístěna podobně jako chodidla pacientů na předpřipravené místo. Zrakově – konfliktní dóm (Obr. č. 13) byl zhotoven dle návodu od Stefana Schädlera. K výrobě bylo využito stínítko lampy, které bylo upraveno tak, aby se dalo připevnit k čepici pomocí drátů. Nošení zrakově – konfliktního dómu testuje schopnost člověka vybrat si spolehlivý typ sensorického vstupu, když jsou sensorické informace o poloze těla získané z různých zdrojů v rozporu (Schädler, 2011; Boonsinsukh, 2020).



Obr. č. 13 Výroba zrakově – konfliktního dómu, převzato z (Schädler, 2011)

Druhé vyšetření na statistické stabilometrii představoval Single-leg stance test (SLST). Tento test trval po dobu 30 sekund, bez obuvi, se zřetelnou orientací na pevné podložce. Horní končetiny byly překříženy přes sebe, dlaně se dotýkaly ramen a s neutrálním postavením hlavy. Chodidlo stojné dolní končetiny pacienta bylo umístěno k prostředku plošiny tak, aby při nezvládnutí testu mohl pacient dokročit na plošinu i druhým chodidlem. V případě, že pacient během testování selhal a došlápnul i druhým chodidlem na plošinu, v měření se pokračovalo. Měření bylo přerušeno pouze v situaci, kdy pacient byl pacient v iniciální fázi pádu. V takovém případě byl během pádu jistěn fyzioterapeutem a měření se buď opakovalo či nikoliv a to dle stavu pacienta (Omaña, 2021).

Administrativní doba vyšetření na stabilometrické plošině trvala v rozmezí 15-20 minut. Do vyšetřovacího protokolu bylo zahrnuto i testování limitů stability – Test 8 Directions. Fyzicky byl tento test měřen u všech pacientů, avšak z důvodu poruchy kalibrace silové plošiny Kistler® při tomto konkrétním testu nebyl do studie zařazen.

Vyšetřovací protokol ke stabilometrii práce je zahrnutý v přílohách (Příloha č. 2).

3.2.2 Rehabilitační intervence

Rehabilitační program pro úpravu posturální stability pacientů trval 3 měsíce. První vestibulární rehabilitace proběhla při vstupním vyšetření, kde byl dle limitů pacienta vytvořen individuální cvičební program.

Program obsahoval kombinace cvičení 3 oblastí:

1. Cvičení na podporu stabilizace zraku
2. Cvičení pro zlepšení stability stoje
3. Cvičení pro zlepšení stability chůze

Cviky byly individuálně stanoveny na základě hranice zvládnutelnosti pacienta. Tyto auto-terapeutické cviky měl každý pacient cvičit 3× denně po dobu jednoho měsíce, kdy následovala kontrola a další úprava, většinou ztížení, dosavadních cviků či dostal pacient cviky nové. Tyto kontroly trvaly dohromady se stabilometrickým vyšetřením zhruba 45 až 60 minut. Pacienti byli vždy instruováni o správném a především bezpečném provedení cviků, s důrazem na minimalizaci rizika pádu. Na provedení cviků v domácím prostředí potřeboval pacient zhruba 5 minut času, tedy 15 minut denně.

Pacienti si vedli cvičební deník, kde si zaznamenávali svou cvičební aktivitu. Podmínkou pro zařazení do studie bylo provádění cvičení alespoň 5× týdně.

Pacienti dále dostali cvičební brožuru, která obsahovala obrázky a podrobný popis cviků, ze kterých se v rámci cvičebního programu vycházelo. Při každé úpravě cvičebního programu byla pacientovi upravena individuálně i cvičební brožura. Cvičební brožura (Příloha č. 3 a Příloha č. 4) byla vytvořena Veronikou Kačerovou (Kačerová, 2022).

3.2.3 Analýza a zpracování dat

Data naměřená ze silové desky Kistler® byla zpracována pomocí softwarového programu Kistler® MARS. Z programu byly následně zaznamenaná data o posturálních výchylkách těla (Body Sway) přeneseny do numerických hodnot.

Explorativní analýza odhalila, že měřené veličiny vykazovaly silné projevy šikmosti. Tento nedostatek byl odstraněn za použití logaritmické transformace (o přirozeném základu), čímž data převedla do tvaru mnohem více připomínajícího předpokládané normální rozdělení.

Jelikož každého pacienta pozorujeme v čase celkem 4×, a to za 8 různých nastavení přístroje a prostředí, tak je zapotřebí do statistické analýzy zahrnout vztah mezi těmito pozorováními, jež jsou korelována skrz onoho pacienta. Za tímto účelem jsme se uchýlili pro analýzu pomocí lineární smíšeného modelu (Laird, 1982) s náhodným absolutním členem vlastním každému pacientovi.

Regresní část modelu pro hodnocení CTSIB pak tvořil lineární efekt návštěvy, lineární efekt věku, efekt pohlaví (dělení na dvě skupiny) a efekt 6 kategorií vzniklých kombinací senzorických manipulací s měkkou či pevnou podložkou.

SLST však bylo měřeno pouze za otevřených očí na pevné podložce, takže místo onoho posledního dělení na 6 kategorií uvažujeme efekt strany nohy (levá či pravá), jinak je regresní část modelu analogická.

Pro testování hypotéz byly využity standardní testy pro koeficienty (a jejich lineární kombinace) lineárního smíšeného modelu. Vzhledem k logaritmické transformaci modelovaných veličin je třeba mít na paměti, že veškeré efekty a jejich směrodatné odchylky jsou na logaritmické škále. Převedením těchto efektů do původního měřítka získáváme alespoň procentuální vyčíslení změn. Všechny statistické testy byly provedeny na hladině významnosti 5 %, tedy p-hodnoty statistických testů byly srovnávány s hodnotou 0.05. Data z měření byla zaznamenaná do listu v MS Excel, ovšem samotná statistická analýza dat byla provedena za použití balíčku nlme (Pinheiro, 2023) v rámci statistického software R (R Core Team, 2023).

4 VÝSLEDKY

Výzkumné části se účastnilo 9 pacientů s poruchou posturální stability v chronickém stádiu. Celkem 5 mužů a 4 ženy, ve věku od 35 do 78 let, v průměru 59 se $SD \pm 16$ let, s periferní (4), centrální (4) či kombinovanou (1) vestibulární poruchou. Medián trvání obtíží je 9 měsíců, průměrná doba trvání obtíží odpovídá téměř 17 měsícům života se $SD \pm 18$.

Tabulka 1 Přehled sledovaného souboru

Pacient	Pohlaví (Ž/M)	Věk (let)	Trvání obtíží (měsíců)
1	Ž	35	3
2	Ž	52	12
3	Ž	58	24
4	Ž	72	9
5	Ž	78	6
6	M	36	60
7	M	61	7
8	M	63	24
9	M	78	6

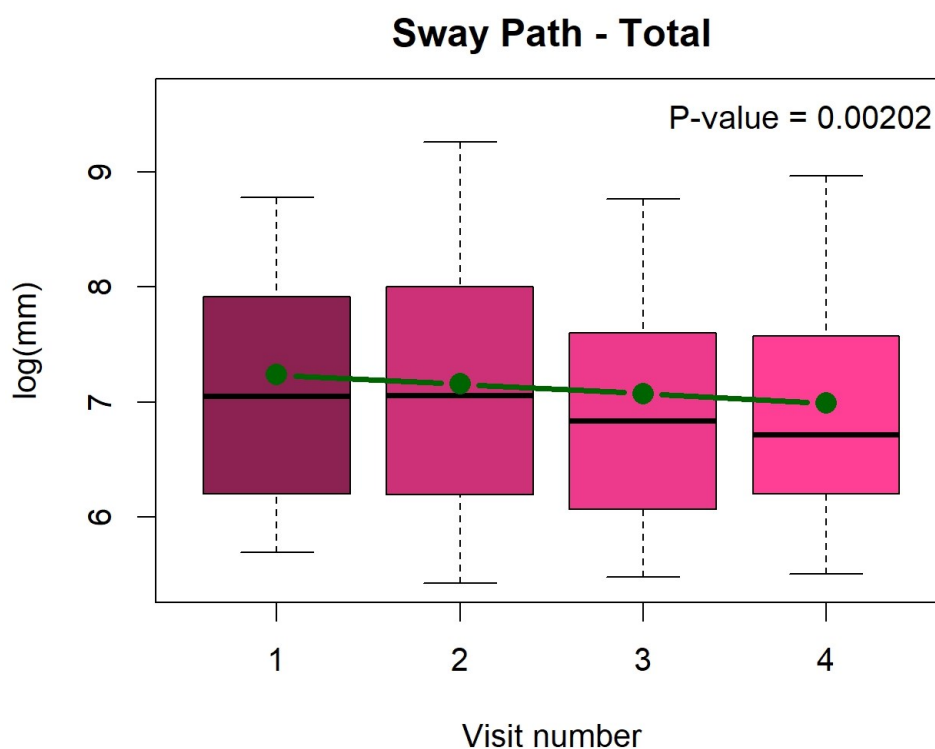
Pacienti byli vystaveni 3měsíčnímu rehabilitačnímu programu, který všichni dokončili. Ne u všech došlo po 3 měsících k uspokojivé úpravě stavu a bylo jim doporučeno pokračovat v terapii.

Výsledky byly porovnány za pomoci explorativní analýzy a prokazují statisticky významný klesající lineární trend celkové plochy výchylek (SAT) po každé návštěvě o 18% ($p < 0.0001$). Podařilo se prokázat klesající lineární trend poklesu dráhy (SPT) i rychlosti (SVT) výchylek s každou návštěvou klesají oba efekty o 7.82% ($p = 0.00202$). Při testování CTSIB bylo prokázáno, že rozdíl celkové plochy výchylek (SAT) mezi první a poslední návštěvou byl ve všech podmínkách CTSIB velmi podobný a přesahoval pokles o 42% ($p < 0.05$). Výsledky měření SLST však neukázaly statistický významný pokles hodnot výchylek. Naopak, byl zaznamenán neprokázaný nárůst SAT o 7.57 % ($p = 0.324$).

4.1 Statická stabilometrie CTSIB

Graf 1 (Sway Path – Total) je porovnává průměrnou celkovou dráhu výchylek (SPT) v porovnání s číslem návštěvy. Tento graf tedy nerozlišuje zlepšení či zhoršení v konkrétních situacích. P-hodnota: 0.00202 svědčí o tom, že jsme schopni prokázat klesající lineární trend. Tedy vše je odhadnuto za předpokladu, že od návštěvy k návštěvě v průměru dojde vždy ke stejné změně.

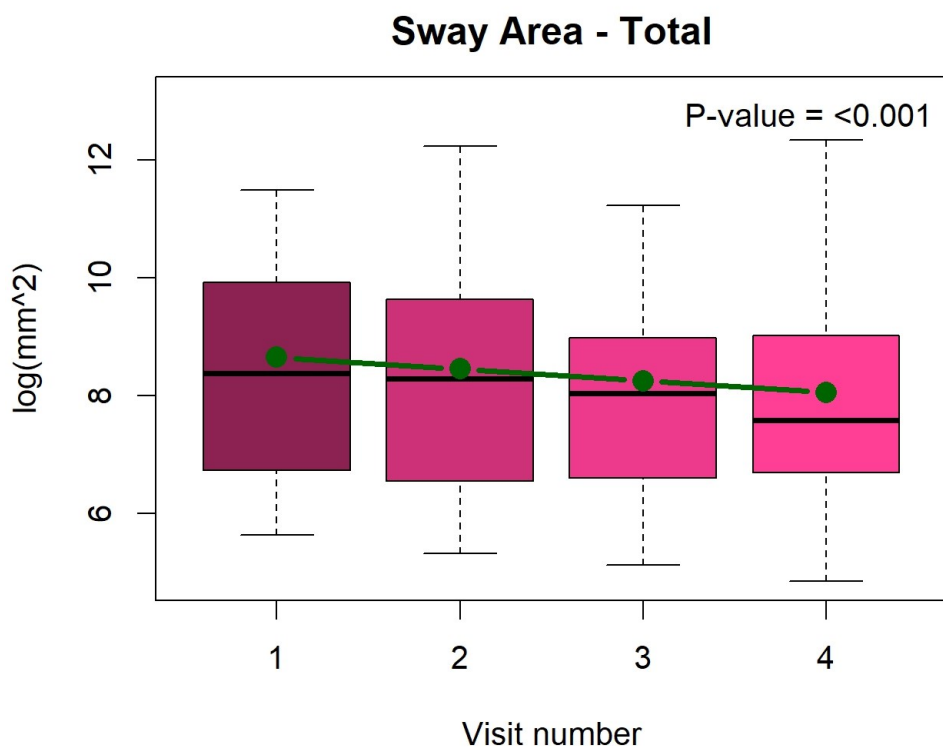
Z grafu lze vyčíst, že byl odhadnut pokles s každou další návštěvou. Tento efekt je na logaritmickém měřítku vždy v průměru o 0.0814 mm (SD 0.0266) za každou další návštěvou. Při vztažení na originální měřítko je třeba výsledky vyjádřit v multiplikační interpretaci. Tedy lze očekávat pokles celkové dráhy výchylek (SPT) o 7.82% za každou další návštěvu.



Graf 1 Sway Path – Total, porovnání průměrné celkové dráhy výchylek vůči návštěvě: Krabicové grafy znázorňují rozmezí dráhy výchylek v log (mm). Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Zelené linie znázorňuje klesající lineární trend.

Graf 2 (Sway Area - Total) popisuje v průměru velikost plochy posturálních výchylek (SAT) a její změny v průběhu 4 návštěv. Vše je velmi analogické jako u (SPT), jen s jinými jednotkami a čísly. P-hodnota je vztažena opět k testu lineárního efektu na logaritmickém měřítku. I zde je vše odhadnuto za předpokladu, že od návštěvy k návštěvě průměru dojde vždy ke stejné změně. Tentokrát s p-hodnotou menší než 0.0001, takže velmi jistě prokazatelně lze potvrdit, že jistému poklesu dochází.

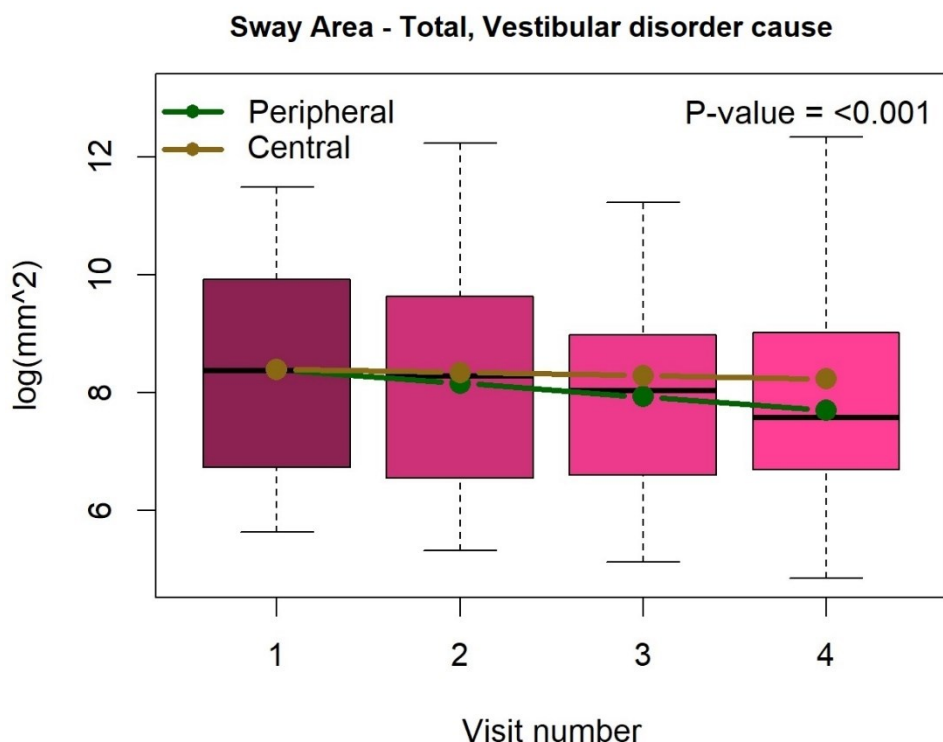
Z obrázku ji zřejmé, že pokles je patrný s každou další návštěvou. Tento efekt je na logaritmickém měřítku vždy v průměru 0.1993 mm^2 (SD 0.0477). V procentuálním vyjádření na originálním měřítku, je třeba přejít opět k multiplikační interpretaci. S každou návštěvou se očekává snížení celkové velikosti plochy (SAT) zhruba o 18.07 %.



Graf 2 Sway Area – Total, porovnání průměrné celkové plochy výchylek vůči návštěvě: Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v $\log(\text{mm}^2)$. Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Zelené linie znázorňuje klesající lineární trend.

Graf 3 (Sway Area – Total, Vestibular disorder cause) popisuje v průměru velikost plochy posturálních výchylek (SAT) a její změny v průběhu 4 návštěv stejně jako Graf 2. Rozdíl spočívá v tom, že tento graf hodnotí podle příčiny vzniku obtíží.

Abychom byli schopni odhadnout lineární trendy v čase specifické pro příčiny vestibulárních obtíží pomocí lineárního smíšeného modelu, bylo zapotřebí patřičně rozšířit předpokládaný regresní model o efekt příčiny. Přepočítáním modelu dostáváme, že se přímky poklesu trendu SAT pro periferní a centrální vestibulární poruchou liší ($p=0.000044$). Konkrétně odhadujeme, že na logaritmickém měřítku poklesne Sway Area – Total prokazatelně o 0.232601 za každou návštěvou u pacientů s periferní vestibulární poruchou ($p=0.0007$) a jen o 0.05321784 u pacientů s centrální vestibulární poruchou ($p=0.4196999$), což v tomto případě je změna, která nemůže být prokázána jako statisticky významná. Procentuálně to dělá pokles o 20.75 % pro periferní a jen 5.15 % pro centrální vestibulární příčinu poruchy za každou další vizitu. Trend není stanoven pro smíšenou vestibulární patologii, která byla zjištěna u jednoho pacienta.



Graf 3 Sway Area – Total, Vestibular disorder cause porovnání průměrné celkové plochy výchylek vůči návštěvě s rozlišením periferní a centrální příčiny obtíží: Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v log (mm²). Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Tmavě zelená linie znázorňuje klesající trend pacientů s periferní vestibulární poruchou. Světle hnědá linie znázorňuje klesající trend pacientů s centrální vestibulární poruchou

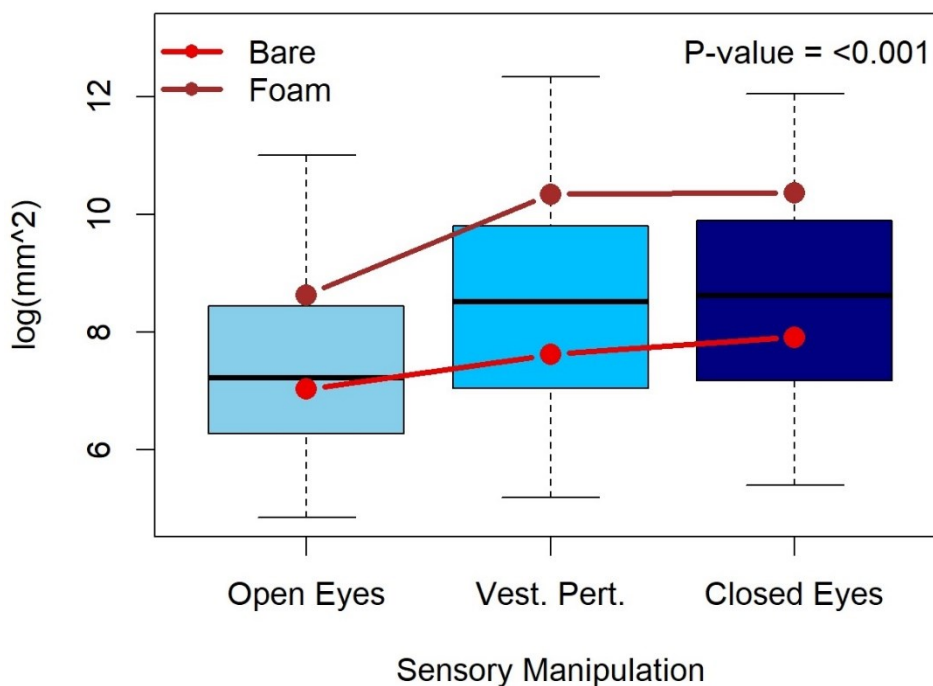
Graf 4 (Sway Area – Total, Sensory Manipulation) popisuje v průměru velikost plochy posturálních výchylek (SAT) v rámci sensorických manipulací 6 podmínek CTSIB a to ze všech měření. P-hodnota, menší než 0.001, zde testuje, zda je efekt sensorické manipulace stejný pro situaci, kdy pacienti stáli na pevné podložce (Bare) vůči situaci, kdy pacienti stáli na měkké podložce (Foam). Pokud je stejný, tak by ony spojnice Bare a Foam měly být zhruba rovnoběžné. Nízká p-hodnota nasvědčuje k tomu, že Bare a Foam rovnoběžnost nepozorujeme. Tedy efekty sensorických manipulací jsou různé pro Bare a Foam. Situace Bare a Foam se nejvíce týkají v rámci posturální kontroly somatosenzorických vstupů.

Jednotlivé hodnoty trendů jsou pro srozumitelnější vyjádření převedeny opět z logaritmického měřítka do originálního měřítka s využitím multiplikativní interpretace zastoupenou v procentech. Procentuální hodnota vyjadřuje předpokládaný průměrný nárůst SAT z OE situace do sensorické manipulace VP či CE v kombinaci s Bare a Foam.

Tabulka 2 Nárůst Sway Area - Total

Senzorická manipulace	Bare	Foam
OE to VP	79.86 %	455.07 %
OE to CE	141.31%	468.79 %

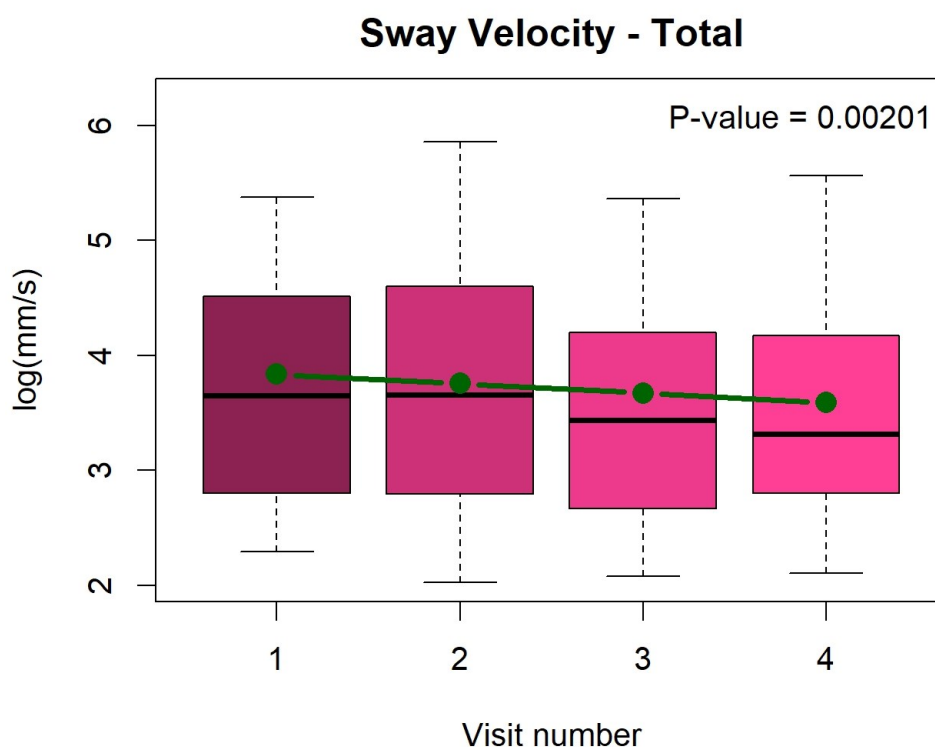
Sway Area - Total (Sensory manipulation)



Graf 4 Sway Area – Total, Sensory Manipulation: popisuje SAT v rámci sensorických manipulací 6 podmínek CTSIB. Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v log (mm²). Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Světle červená linie znázorňuje trend Bare (stoj na pevné podložce). Tmavě červená linie znázorňuje trend Foam (stoj na měkké podložce).

Graf 5 (Sway Velocity – Total) porovnává v průměru celkové snížení rychlosti posturálních výchylek (SVT) vůči jednotlivým návštěvám. Jelikož jde o rychlost výchylek, jednotky jsou uvedeny v mm/s. Stále se ale vychází z logaritmického měřítka.

Podařilo se prokázat lineární pokles ve Sway Velocity – Total ($p=0.00201$). Lze očekávat, že s každou další návštěvou dochází k poklesu o $0.0815 \log(\text{mm/s})$ (SD 0.0266). Potvrzuje to tedy analogické výsledky jako u Sway Path – Total. Celková rychlost výchylek (SVT) je jen podělení 30 sekundami ve všech případech. Znamená to, že na logaritmickém měřítku se v podstatě jedná jen o posun dat o konstantní hodnotu. To nemá na odhad modelu vliv, a tak jsou výsledky analogické.



Graf 5 Sway Velocity – Total, porovnání průměrné celkové rychlosti výchylek vůči návštěvě: Krabicové grafy znázorňují rozmezí rychlosti výchylek v $\log(\text{mm/s})$. Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Zelené linie znázorňuje klesající lineární trend.

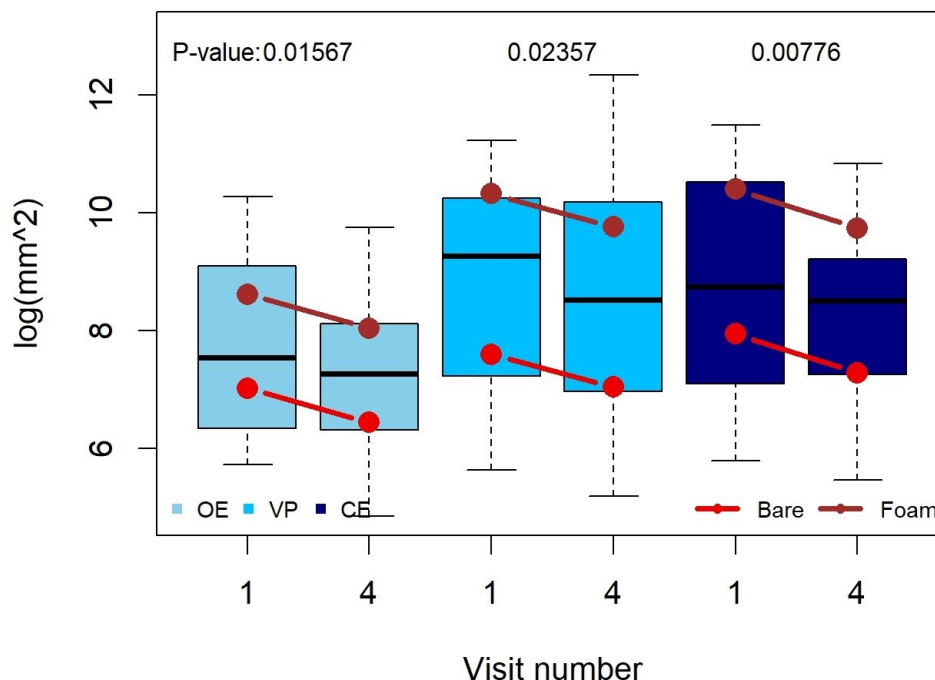
Graf 6 (Sway Area – Total, Sensory manipulation visit comparison) sleduje velikost plochy výchylek (SAT) v průměru u jednotlivých senzoričkových manipulací CTSIB a porovnává první vůči poslední návštěvě. Pro získání výsledků z jednotlivých kategorií senzoričkových manipulací byl model upraven. Do modelu byla přidána možnost toho, aby se efekt návštěvy lišil pro každou ze tří kategorií senzoričkových manipulací, a proto vznikly tři p-hodnoty.

Všechny p-hodnoty jsou nižší než 0.05, takže na statistické hladině 5 % lze tvrdit, že mezi první a poslední návštěvou dochází k prokazatelnému poklesu SAT a to tedy i když se zohledňujeme každou kategorii senzoričkové manipulace zvlášť. Hodnoty trendů jsou opět pro srozumitelnější vyjádření převedeny z logaritmického měřítka do originálního měřítka s využitím multiplikativní interpretace zastoupenou v procentech.

Tabulka 3 Pokles Sway Area – Total, porovnání 1. a 4. návštěvou

Senzoričková manipulace	Pokles o
OE	48.15 %
VP	43.93 %
CE	42.81 %

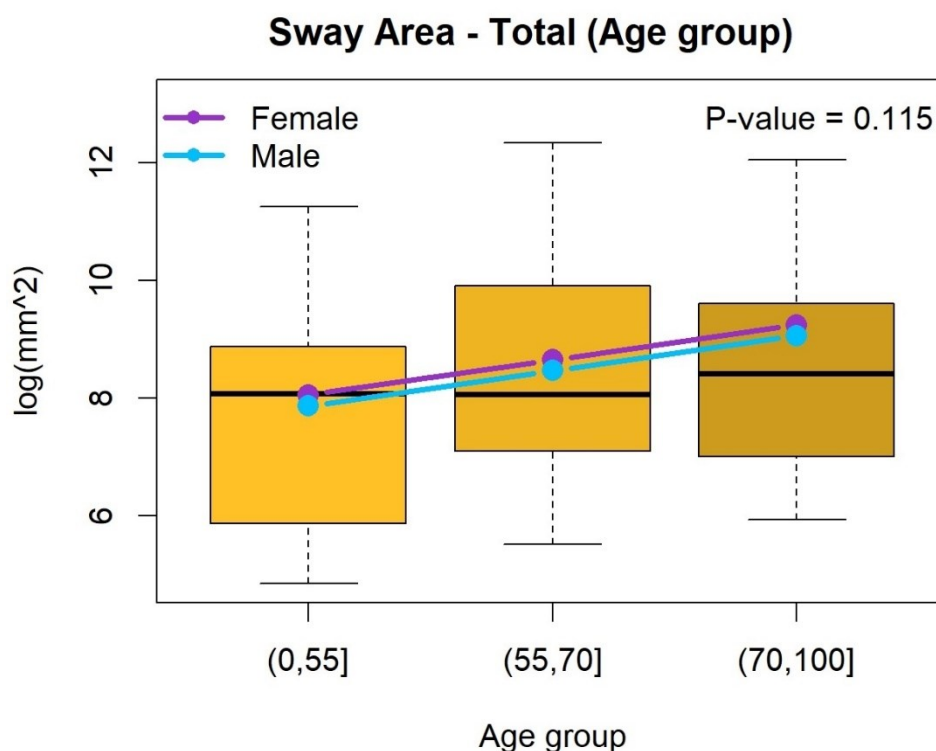
Sway Area - Total, Sensory manipulation visit comparison



Graf 6 Sway Area – Total, Sensory Manipulation visit comparison popisuje SAT v rámci senzoričkových manipulací CTSIB a porovnává první vůči poslední návštěvě: Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v log (mm²). Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Světle červená linie znázorňuje trend Bare (stoj na pevné podložce). Tmavě červená linie znázorňuje trend Foam (stoj na měkké podložce).

Graf 7 (Sway Area – Total, Age group) popisuje v průměru velikost plochy posturálních výchylek (SAT) vůči věkovým skupinám a pohlaví pacientů. Vzhledem k malému množství pacientů ve studii je bráno pohlaví pro hodnocení posturální kontroly jako efekt nevýznamný.

P-hodnota se vztahuje k testu efektu věku, který je chápán lineárně. S P-hodnotou 0.115 nelze říci, že by se určitý trend s věkem vyskytoval. Efekt věku na logaritmickeém měřítku je 0.0313 mm^2 (SD 0.0183) za každý rok navíc. Při porovnání tedy dvou v ostatních ohledech stejných pacientů, tak ten o 10 let starší bude mít SAT zhruba o $0.313 \text{ log} (\text{mm}^2)$ více. Multiplikativně tedy lze tento efekt vyjádřit tak, že na 1 rok navíc je nárůst SAT o 3.18%, pro 10letý rozdíl je nárůst 36.81%. Stále však platí, že jde o neprokázané nárůsty. Nutno dodat, že při srovnání jedinců s vestibulární poruchou nemusí platit, že s rostoucím věkem poroste i množství výchylek. Zmíněný předpoklad by mohl platit při srovnání zdravé populace.

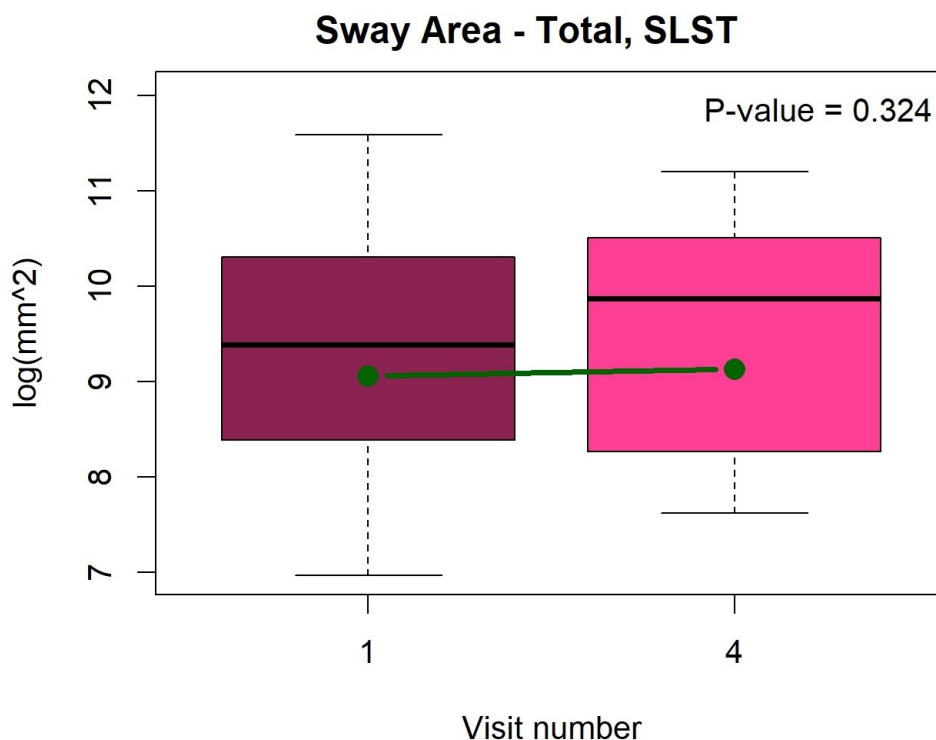


Graf 7 Sway Area – Total (Age group) porovnání průměrné celkové plochy výchylek vůči věku: Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v $\text{log} (\text{mm}^2)$. Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Modrá linie znázorňuje trend pro muže. Fialová linie znázorňuje trend pro ženy.

4.2 Statická stabilometrie SLST

Graf 8 (Sway Area – Total, SLST) popisuje v průměru velikost plochy posturálních výchylek (SAT) a její rozdíl v rámci první a poslední návštěvy u testu SLST. Vyhodnocení vychází z průměru stoje jak na levé tak na pravé dolní končetině. P-hodnota ukazuje, že se nepodařilo prokázat, změnu parametru SAT při testu SLST mezi první a poslední návštěvou ($p=0.324$). V multiplikativním vyjádření můžeme pozorovat dokonce zanedbatelný nárůst o 7.57 %. Stále však platí, že jde o neprokázané nárůsty.

SLST byl z hlediska objektivitvy velmi náročný test. Pro řadu pacientů je test příliš obtížný a vyžaduje maximální koncentraci pacienta. Pro větší přesnost je třeba navíc test několikrát opakovat, což nebylo možné během testování z řady důvodů provést.



Graf 8 Sway Area – Total, SLST porovnání průměrné celkové plochy výchylek vůči návštěvě: Krabicové grafy znázorňují rozmezí plochy výchylek v $\log(\text{mm}^2)$. Černý předěl v každém kvadrantu znázorňuje mediánové hodnoty. Zelené linie znázorňuje zanedbatelně narůstající trend.

4.3 Zhodnocení hypotéz

H₁: S každou návštěvou dojde ke snížení celkové plochy posturálních výchylek (Sway Area Total).

Tato hypotéza se potvrdila. Po každé návštěvě docházelo k poklesu hodnoty SAT. Na 5% hladině významnosti se nám podařilo prokázat klesající lineární trend ($p < 0.0001$). S každou návštěvou se očekává snížení celkové velikosti plochy (SAT) zhruba o 18 %.

H₂: S každou návštěvou dojde ke snížení rychlosti posturálních výchylek (Sway Velocity Total).

Tato hypotéza se potvrdila. Po každé návštěvě docházelo k poklesu hodnoty SVT. Na 5% hladině významnosti se nám podařilo prokázat klesající lineární trend ($p = 0.00201$). S každou návštěvou lze očekávat pokles rychlosti posturálních výchylek (SPT) o 7.8 %.

H₃: V porovnání 1. a 4. návštěvy, dojde ke snížení celkové plochy posturálních výchylek (Sway Area Total) při testování CTSIB ve všech 6 podmínkách.

Tato hypotéza se potvrdila. Mezi 1. a 4. návštěvou dochází k prokazatelnému poklesu hodnoty SAT při testování CTSIB. Všechny p-hodnoty jsou nižší než 0.05, takže na statistické hladině 5 % lze tvrdit, že mezi první a poslední návštěvou dochází k prokazatelnému poklesu. V každé ze situací došlo v porovnání 1. a 4. návštěvy při testování CTSIB v průměru ke snížení SAT o více než 40%.

H₄: V porovnání 1. a 4. návštěvy, dojde ke snížení celkové plochy výchylek (Sway Area Total) při testu Single-leg Stance Test.

Tato hypotéza byla vyvrácena. V porovnání 1. a 4. návštěvy se nepodařilo prokázat snížení SAT při testu Single-leg Stance Test ($p = 0.324$). Lze dokonce pozorovat zanedbatelný nárůst o 7.57 %. Stále však platí, že jde o neprokázané nárůsty.

5 DISKUZE

Posturální kontrolou a jejími modalitami se zabývá řada odborníků. Velmi často se lze v literatuře setkat s mnoha terminologickými odlišnostmi. Ty však pramení většinou z jiného vnímání a vztažení daného problému k jiné odbornosti. Z pohledu biomechaniky vychází základní pojetí především z vertikálního držení těla a prevence pádu. V pohledu kineziologické je pak na posturální kontrolu nahlíženo jak na složku pro kontrolu polohy, tak na složku pro kontrolu pohybu, která se účastní veškerých posturálních a motorických funkcí. Problematiku pak neusnadňuje ani fakt často odlišné interpretace poznatků z cizího jazyka (Bizovská, 2017; Véle, 2006).

Na základě systematického review (Salari, 2022) se stoupající světovou geriatrickou populací roste i riziko pádů. U starších lidí jsou jedním z nejčastějších a nejzávažnějších problémů. Review zahrnuje 104 studií zahrnující celosvětový vzorek více než 36 milionů probandů seniorského věku. Celosvětová roční prevalence pádu u seniorů byla 26.5%, ta však s rostoucím věkem stoupá. Pády jsou spojeny se sníženou kvalitou života, ale i vyššími náklady na zdravotní péči, které celosvětově výrazně rostou. Zabývat se proto ovlivněním posturální kontroly seniorů je tedy žádoucí. Důvodů i následků je celá řada stejně tak jako prevenčních strategií. Generalizovaný nárůst posturální nestability ve stáří není následkem pouze vyššího věku, ale jde o efekt patologií. Jedna z nejúčinnějších strategií pro prevenci pádů jsou multifaktorové intervence zaměřené na identifikaci rizikových faktorů, vysazení psychedelických léků, kondiční a posilovací cvičení a cvičení rovnováhy (Shupert, 1999). Efekt větší plochy výchylek (SAT) u starších pacientů se v diplomové práci neprokázal ($p=0.115$).

Pády a poruchy posturální kontroly však nejsou pouze otázkou seniorů. Obtíže mohou být způsobeny onemocněními nervového, kardiovaskulárního, muskuloskeletálního či endokrinního systému. Diplomová práce se však nezaměřuje na onemocnění, nýbrž převážně na sensorické systémy účastnící se posturální kontroly a jejich vzájemnou integraci. Jednotlivé zastoupení každé sensorické funkce se v závislosti na situaci a jedinci liší. Posturální kontrolu můžeme do jisté míry hodnotit pomocí klinických či přístrojových metod. Je třeba využít testy dostatečně komplexní a náročné, aby postihly a verifikovaly funkci napříč všemi systémy, které se na udržení posturální stability účastní (Horak, 2006; Kolářová, 2012).

V práci byla k objektivizaci výsledků využita statická stabilometrie Kistler®. Ta zaznamenává hodnoty popisující statickou rovnováhu. Čím vyšší je hodnota parametrů zaznamenaných platformou, tím větší je posunutí COP. Posturální kontrola bývá ve studiích využívajících statickou posturografii hodnocena z řady získaných parametrů. Nejčastěji se setkáváme s parametry jako celková dráha výchylek (SPT), plocha výchylek (SAT), celkovou rychlost výchylek (SVT), ale také mediálně-laterální dráha výchylek (M-L SP). V této diplomové práci byly vyhodnoceny první tři zmíněné parametry. Jejich výběr proběhl na základě následujících studií.

Lin také využívala ve studii plošinu Kistler®. Prokázala, že nejspolehlivější parametr pro hodnocení posturální stability jak u mladší tak seniorské populace představuje průměrná rychlost (Mean sway velocity). Tento parametr vykazoval excelentní hodnoty ICC. Mezi relativně spolehlivé parametry u posuzování statické posturální stability patří také celková dráha výchylek (SPT) a plochy výchylek (SAT). Potvrdila také, že spolehlivost parametrů odvozených z COP se může lišit na základě věku testovaného. Tento výzkum zahrnoval 32 zdravých jedinců (Lin, 2008).

Inojosa sledoval pomocí statické posturografie pacienty s diagnózou roztroušené sklerózy a závislost vizuální kontroly na posturální stabilitu. Studie zahrnovala 99 pacientů s roztroušenou sklerózou a kontrolní skupinou 30 zdravých jedinců. Studie hodnotila více parametrů – SPT, SAT, SVT i jejich průměrné hodnoty. Nejhodnotnější parametr v této studii se ukázala celková plocha výchylek (SAT) (Inojosa, 2020).

Wiśniowska-Szurlej sledovala pomocí statické posturografie 267 seniorů, kteří byli rozděleni do dvou skupin podle rizika pádu stanoveného na základě Timed up and go testu. Ukázalo se, že nejlepší přesnosti, citlivosti a specifity bylo dosaženo při sledování celkové dráhy výchylek (SPT). Mediálně-laterální dráha výchylek s podmínkami otevřených a zavřených očí vykazovala taky vysokou korelaci s testem TUG (Wiśniowska-Szurlej, 2022).

V rámci měření na stabilometrii jsou pacienti většinou vystavováni různým podmínkám upravující jejich posturální stabilitu. Nejčastější formou této manipulace představují právě klinické testy hodnocení rovnováhy. Pro objektivizaci výsledků bylo tak vybíráno z testů nehodnotících dynamickou stabilitu. V této práci vybrán CTSIB, SLST a test limitů stability – 8 Directions.

Sibley v review identifikuje složky posturální kontroly zahrnuté v 66 standardizovaných měřeních a hodnoceních rovnováhy pro dospělou populaci. Review hodnotí celkem 66 testů a měření. Komponenty rovnováhy hodnocené v těchto testech představovaly základní motoriku (100 % měření), anticipační posturální kontrolu (71 %), dynamickou stabilitu (67 %), statickou stabilitu (64 %), senzoryckou integraci (48 %), limity funkční stability (27 %), reaktivní posturální kontrolu (23 %), kognitivní vlivy (17 %) a vertikálnost (8 %). Více než polovina těchto testů a měření hodnotí 3 nebo méně komponent posturální kontroly – včetně testu CTSIB. Nejlepším posuzovaným testem vyšel Balance Evaluation Systems Test (BESTest). Ten slouží jako 36-položkový nástroj pro hodnocení klinické rovnováhy ve všech 9 komponentách posturální kontroly, v jiné literatuře uvedeno 6 komponent (Horak, 2009). Teoretické složky posturální kontroly zahrnuté ve standardizovaných balančních opatřeních pro dospělé se velmi liší. Někdy dochází k vynechání důležitých komponent důležitých pro zamezení pádu (Sibley, 2015).

I přes fakt, že měření hodnotící 3 či méně komponent posturální kontroly, jako právě CTSIB, dle review (Sibley, 2015) neznamená, že jsou špatná, či že nemají vypovídající hodnotu. Vždy je potřeba si pouze uvědomit, které komponenty posturální kontroly jsou hodnoceny. BESTest by sice měl dávat větší výpovědní hodnotu o posturální kontrole testovaného, avšak pro jeho provedení je potřeba značné množství vybavení. Další nevýhodou je i čas potřebný k provedení, který v řadě klinických situací hraje zásadní roli (Horak, 2009).

Vestibulární rehabilitace u periferních vestibulárních obtíží je v současné době v literatuře velmi dobře popsána. Je nastaven guideline (Hall, 2022), díky kterému se lze relativně dobře řídit při sestavování rehabilitačního plánu a instruktáži pacienta s periferní vestibulární hypofunkcí. U centrálních vestibulárních obtíží je situace vestibulární rehabilitace komplikovanější. Ve studiích zatím není příliš často potvrzován pozitivní efekt vestibulární rehabilitace u centrálního typu obtíží. Většinou je třeba čekat slabší a pomalejší efekt. Rehabilitační přístup centrálních vestibulárních obtíží se od periferních odlišuje (Zhang, 2022; Han, 2011).

Diplomová práce zahrnovala program vestibulární rehabilitace pro celkem 9 pacientů. Z nichž 4 měli obtíže periferního typu, 4 centrálního typu a 1 pacient kombinovaného typu. Při sestavování rehabilitačního programu jsme postupovali individuálně. U pacientů s periferní (4) vestibulární poruchou jsme se v podstatě řídili dle guideline (Hall, 2016), s výjimkou kondičního cvičení. To bylo pacientům slovně doporučeno, avšak v rámci ambulantních návštěv neprobíhalo. U pacientů s centrálním (4) a kombinovaným (1) typem obtíží jsme často museli volit cviky nižší náročnosti, zahrnující nižší polohy pro cvičení, pomalejší habituaci, pokud to bylo vůbec možné, i pomalejší obměňování cviků. Vše záviselo však stále na stavu každého pacienta.

Každý pacient navíc dostal cvičební deník, do kterého si zaznamenával svou cvičební aktivitu, který měl přinést na následující kontrolu. Na základě toho byla hodnocena adherence pacienta k nastavené léčbě stejně jako zařazení do studie. Pacienti navíc dostali i cvičební brožuru, ve které byl pro každého pacienta popsán jeho aktuální vestibulární cvičební program. To taktéž přispělo k lepší adherenci pacientů k léčbě a úspěšnější terapii. Potvrzuje to i (Tanaka, 2023) ve své nezaslepené, randomizované kontrolované studii. Studie zahrnovala 42 pacientů s chronickou periferní vestibulární hypofunkcí, kteří byli rozděleni na dvě skupiny. Jedna skupina si cvičila program dle brožury doma, a následně byla kontrolována po týdnu fyzioterapeutem. Druhá skupina docházela jednou týdně ambulantně za fyzioterapeutem. Skupina využívající brožuru měla větší pokroky než skupina, která absolvovala pouze ambulantní léčbu. Rozdíly byly hodnoceny dle měření Dynamic Gait Index (DGI), Dizziness Handicap Inventory (DHI) a Functional Gait Assessment (FGA).

Naměřené výsledky ukazují, že po každém měsíci individualizovaném vestibulárním cvičení dochází v průměru ke snižování plochy výchylek (SAT) o 18% ($p < 0.0001$). Prokázán byl i klesající lineární trend celkové dráhy (SPT) a rychlosti výchylek (SVT) s každou návštěvou o 7.82% ($p = 0.002$). Rozlišení na periferní a centrální typ obtíží proběhlo jen při hodnocení celkové plochy výchylek (SAT), kde bylo prokázáno, že výsledky se od sebe výrazně liší ($p = 0.000044$). U periferního typu vestibulárních obtíží docházelo s každou návštěvou ke snížení plochy výchylek o 20.75% ($p = 0.0007$). U centrálního typu vestibulárních obtíží docházelo s každou návštěvou ke snížení plochy výchylek pouze o 5.15% ($p = 0.41969$). Nemůžeme tak tvrdit, že by individualizované vestibulární cvičení mělo statisticky významný efekt na snižování plochy výchylek (SAT) u pacientů s centrální vestibulární poruchou v rámci jednoho měsíce. Porovnání centrálního vůči perifernímu typu obtíží proběhlo díky rozšíření dosavadního regresního modelu o další efekt.

Potvrdil se fakt, že v rámci testování CTSIB dochází k různým poměrům výchylek v závislosti na různých senzoričných manipulacích. Znamená to, že při stožení na tvrdé podložce (Bare) se zrakově – konfliktním dómem (VP) se zvýší SAT v průměru o 79.86% od situace při stožení na tvrdé podložce s otevřenými očima (OE). Zatímco při nahrazení VP situací zavřených očí (CE) dostáváme se na zvýšení SAT vůči OE o 141.31%, což je téměř dvojnásobek. Avšak v situaci, kdy využijeme měkkou podložku (Foam) ve všech senzoričných manipulacích, zjišťujeme, že nárůst SAT je větší v manipulaci VP o 455.07% a o 468.79% v manipulaci CE oproti OE. Tedy potvrzujeme, že jakmile dojde ke konfliktu senzoričných informací v situaci VP a Bare, pacienti pro udržení stability využívají převážně informace ze somatosenzoričného systému. Při použití měkké podložky však o velkou část informací ze somatosenzoričného systému přicházejí, proto poměr plochy výchylek již není v tak odlišný při porovnání VP vůči CE. Podařilo se i prokázat, že vlivem 3 měsíční vestibulární rehabilitace došlo ke snížení plochy výchylek v průměru o více než 40% v každé podmínce testu CTSIB ($p > 0,05$). To naznačuje, že nedochází k úpravě jen jednoho či druhého senzoričného systému, nýbrž k centrální úpravě.

Hlavní limitací práce byl nízký počet testovaných pacientů. Pro přesnější a spolehlivější výsledky by bylo vhodné do studie zařadit větší počet pacientů. Avšak ne všichni pacienti, kteří měli problémy spojené s poruchou stability, mohli být zařazeni do studie. Nejčastějším důvodem byla diagnóza BPPV. Akutnosti obtíží taky hrála roli ve výběru vhodného pacienta. Nastali i situace, kdy pacient nebyl zastižen a absolvoval již první terapii.

Měření probíhalo práce na Neurologické klinice UK 2. LF ve FN Motol. V literatuře se často setkáváme s doporučeným opakováním, většinou 3x, pro větší spolehlivost jednotlivých testů. V tomto případě by při ztrojnásobení doby administrace testování z 20 minut na 1 hodinu došlo k řadě komplikací. V první řadě by často docházelo k vyčerpání pacienta a snížení jeho koncentrace nejen během testování, ale i během následné rehabilitační intervence. To by mohlo vést k dekompenzaci obtíží, snížení motivace a spoluúčasti pacienta na léčbě, případně až k rozvinutí úzkosti. Další komplikací představovalo samotné prostředí. I přes vyhovění řady fyzioterapeutů a lékařů s poskytnutím ordinace, kde se stabilometrie nacházela, pro účely měření práce, byl čas na jednu návštěvu limitován na jednu hodinu z důvodu zachování plynulého provozu ordinace.

Test SLST byl pro mnoho pacientů příliš náročný. U dvou pacientů nemohl být měřen právě z důvodu náročnosti. U zbylých pacientů představoval spíše výzvu. Z výsledků je patrné, že v rámci toho testu došlo u části pacientů spíše k nárůstu plochy výchylek nárůst o 7.57% ($p=0.324$). Jde však o neprokázané nárůsty. Tento test by opravdu bylo vhodné pro větší spolehlivost opakovat. Ze zkušenosti spojené s touto diplomovou prací, nemyslím, že je však vhodný pro každého pacienta s vestibulární poruchou.

Další limitací představuje fakt, že byly objektivně vyčísleny pouze výsledky statické stability. Ostatní komponenty posturální kontroly byly sice vyšetřeny, ale nebyly v práci numericky či graficky vyjádřeny. Tato limitace je tedy ovlivněna faktem, že Kistler® je statická silová plošina určena k testování stability statické. Je tedy dobré mít na paměti, že parametry rovnováhy sice nějak vyjádřeny jsou, neznamená to však, že zahrnují všechny modalit posturální kontroly.

Výroba vlastního zrakově – konfliktního dómu se může jevit taky jako částečný limit práce při případném opakování měření. Při výrobě jsem postupoval dle (Schädler, 2011), který dóm vyrobil ze stínidla lampy. V této práci byl vyroben dóm ze stínidla Regolit pořízený u firmy IKEA.

Poslední limitací představuje porucha kalibrace samotné silové plošiny Kistler®. Během měření testu limitů stability – 8 Directions docházelo k nepravidelným změnám zaznamenávání COP. Někdy nastala situace, že byly hodnoty inverzní, někdy nikoliv a někdy došlo k inverzi pouze v medio-laterálním směru či antero-posteriorním směru. Oprava přístroje specializovaným týmem sice proběhla relativně rychle, avšak údaje získané k datům těchto obtíží nemohly být publikovány.

Diplomová práce potvrdila pozitivní efekt vestibulární rehabilitace na zlepšení posturální stability u jedinců s periferními vestibulárními obtížemi. U pacientů s centrálními vestibulárními obtížemi se pozitivní efekt prokázat bohužel nepovedlo. Prokázání pozitivního efektu vestibulární rehabilitace na zlepšení posturální stability u pacientů s centrálními vestibulárními obtížemi by mohlo být předmětem dalších studií.

ZÁVĚR

Hlavním cílem práce bylo objektivně zhodnotit habituační efekt vestibulární rehabilitace, především tedy stability stoje v různých situacích. V úvodu teoretické části diplomové práce byla rozebrána terminologie posturální kontroly a jejích modalit. Integrace sensorických systémů, které teoretická část rovněž popisuje, je zcela nezbytná pro fungování posturální kontroly. Dále byly zmíněny možnosti klinického i přístrojového hodnocení posturální stability. V neposlední řadě zahrnovala teoretická část práce rehabilitační postupy u pacientů s poruchou stability jak u periferních tak u centrálních vestibulárních obtíží. Vestibulární rehabilitace periferních vestibulárních obtíží je v literatuře lépe ucelená a má jasná pravidla. Léčba pacientů s centrálními vestibulárními poruchami není o nic méně důležitá než u periferních vestibulárních obtíží. Studií pro potvrzení pozitivního efektu vestibulární rehabilitace u tohoto typu obtíží je málo. Tento fakt by je avšak neměl vyřazovat z léčby, i přes to, že můžeme počítat s ne tak úspěšnou prognózou jako u periferních vestibulárních obtíží. (Zhang, 2022; Hall, 2022)

Experimentální část měla zjistit efekt vestibulární rehabilitace na posturální kontrolu. Hodnocení posturální kontroly proběhlo za pomoci statické stabilometrické plošiny Kistler® s využitím testů CTSIB a SLST. V rámci 4 měření byly hodnoceny parametry jako velikost plochy posturálních výchylek, jejich rychlost, dráha, vliv podmínek CTSIB na posturální stabilitu i rozdíl úpravy posturálních výchylek mezi periferním a centrálním vestibulárním typem obtíží.

Výsledky prokazují statisticky významný klesající lineární trend celkové velikosti plochy výchylek po každé návštěvě ($p < 0.0001$). Dále byl zjištěn klesající lineární trend poklesu rychlosti výchylek ($p = 0.00202$). Potvrdilo se, že při narušení jednotlivých sensorických složek dochází ke změně odchylek různou mírou ($p < 0.001$). U periferního typu vestibulárních obtíží dochází po každém měsíci intenzivní rehabilitace ke snížení plochy výchylek o více než 20% ($p = 0.0007$). U centrálního typu docházelo ke snížení plochy výchylek pouze o 5% a výsledky nemohou být v této práci klasifikované jako statisticky významné ($p = 0.4196999$).

Byl tedy prokázán statisticky významný efekt vestibulární rehabilitace na posturální stabilitu v různých modifikacích stoje u pacientů s periferní vestibulární poruchou. U centrální vestibulární poruchy bohužel nemůžeme mluvit o statisticky významném zlepšení. Pro maximálně efekt vestibulární rehabilitace je však třeba respektovat individualitu pacienta ve všech rovinách, a využít tak vhodných postupů při terapii.

REFERENČNÍ SEZNAM

1. AMBLER, Zdeněk, Josef BEDNAŘÍK a Evžen RŮŽIČKA, 2008a. *Klinická neurologie*. Vyd. 2. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-157-4.
2. AMBLER, Zdeněk a Jaroslav JEŘÁBEK, 2008b. *Diferenciální diagnóza závratí*. 2. vyd. Praha: Triton. ISBN 978-807-3871-277.
3. AMBROSE, Anne, Geet PAUL a Jeffrey HAUSDORFF, 2013. Risk factors for falls among older adults: A review of the literature. *Maturitas* [online]. **75**(1), 51-61 [cit. 2023-08-06]. ISSN 03785122. Dostupné z: doi:10.1016/j.maturitas.2013.02.009
4. ANG, GC, SL LOW a CH HOW, 2020. Approach to falls among the elderly in the community. *Singapore Medical Journal* [online]. **61**(3), 116-121 [cit. 2023-08-06]. ISSN 00375675. Dostupné z: doi:10.11622/smedj.2020029
5. ANTONENKO, L. a V. PARFENOV, 2018. Non-drug therapy of vertigo. *Zhurnal nevrologii i psikiatrii im. S.S. Korsakova* [online]. **118**(8), 5 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1997-7298. Dostupné z: doi:10.17116/jnevro201811808138
6. AXER, Hubertus, Sigrid FINN, Alexander WASSERMANN, Orlando GUNTINAS-LICHIUS, Carsten KLINGNER a Otto WITTE, 2020. Multimodal treatment of persistent postural-perceptual dizziness. *Brain and Behavior* [online]. **10**(12), 10 [cit. 2023-08-03]. ISSN 2162-3279. Dostupné z: doi:10.1002/brb3.1864
7. BARATTO, Luigi, Pietro MORASSO, Cristina RE a Gino SPADA, 2002. A New Look at Posturographic Analysis in the Clinical Context: Sway-Density versus Other Parameterization Techniques. *Motor Control* [online]. **6**(3), 246-270 [cit. 2023-08-02]. ISSN 1087-1640. Dostupné z: doi:10.1123/mcj.6.3.246
8. BERGE, Jan, Stein NORDAHL, Hans AARSTAD a Frederik GOPLEN, 2019. Hearing as an Independent Predictor of Postural Balance in 1075 Patients Evaluated for Dizziness. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery* [online]. **161**(3), 478-484 [cit. 2023-08-06]. ISSN 0194-5998. Dostupné z: doi:10.1177/0194599819844961
9. BEZHERANO, Itai, Mohammad HAIDER, Barry WILLER a John LEDDY, 2021. Practical Management: Prescribing Subsymptom Threshold Aerobic Exercise for Sport-Related Concussion in the Outpatient Setting. *Clinical Journal of Sport Medicine* [online]. **31**(5), 465-468 [cit. 2023-08-06]. ISSN 1050-642X. Dostupné z: doi:10.1097/JSM.0000000000000809
10. BIZOVSKÁ, Lucia, Miroslav JANURA, Marcela MÍKOVÁ a Zdeněk SVOBODA, 2017. *ROVNOVÁHA a možnosti jejího hodnocení* [online]. 1. vydání. OLOMOUC: Univerzita Palackého v Olomouci [cit. 2023-04-29]. ISBN 978-80-244-5260-9. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/173727/120416702.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
11. BOONSINSUKH, Rumpa, Bodin KHUMNONCHAI, Vitoon SAENGSIRISUWAN a Nithinun CHAIKEEREE, 2020. The effect of the type of foam pad used in the modified Clinical Test of Sensory Interaction and Balance (mCTSIB) on the accuracy in identifying older adults with fall history. *Hong Kong Physiotherapy Journal* [online].

- 40(02), 133-143 [cit. 2023-08-07]. ISSN 1013-7025. Dostupné z: doi:10.1142/S1013702520500134
12. CANO PORRAS, Desiderio, Petra SIEMONSMA, Rivka INZELBERG, Gabriel ZEILIG a Meir PLOTNIK, 2018. Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait. *Neurology* [online]. **90**(22), 1017-1025 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0028-3878. Dostupné z: doi:10.1212/WNL.0000000000005603
 13. CASANI, Augusto, Mauro GUFONI a Silvia CAPOBIANCO, 2021. Current Insights into Treating Vertigo in Older Adults. *Drugs & Aging* [online]. **38**(8), 655-670 [cit. 2023-08-04]. ISSN 1170-229X. Dostupné z: doi:10.1007/s40266-021-00877-z
 14. COHEN, Helen, Cathleen BLATCHLY a Laurie GOMBASH, 1993. A Study of the Clinical Test of Sensory Interaction and Balance. *Physical Therapy* [online]. **73**(6), 346-351 [cit. 2023-07-26]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/73.6.346
 15. ČADA, Zdeněk, Rudolf ČERNÝ a Ondřej ČAKRT, 2017. *Závratě*. 1. vydání. Havlíčkův Brod: Tobiáš. ISBN 978-80-7311-165-6.
 16. ČAKRT, Ondřej a Jaroslav JEŘÁBEK, 2017. Vestibulární rehabilitace. *Neurologie pro praxi* [online]. **2017**(183), 170–173 [cit. 2021-06-02]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2017/03/07.pdf?fbclid=IwAR0WhbqFHSaKBfTxxdZ F-rAiObzGsa9iIKfzrp8t3YJQGzPFEdY4QEOOG4>
 17. ČAKRT, Ondřej, Michal TRUC, Pavel KOLÁŘ a Jaroslav JEŘÁBEK, 2007. VESTIBULÁRNÍ REHABILITACE – PRINCIPY ESTIBULÁRNÍ REHABILITACE – PRINCIPY REHABILITACE PACIENTŮ S PORUCHOU EHABILITACE PACIENTŮ S PORUCHOU VESTIBULÁRNÍHO SYSTÉMU. *Neurologie pro praxi* [online]. **2007**(86), 354–356 [cit. 2021-06-02]. Dostupné z: <https://neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2007/06/07.pdf?fbclid=IwAR3EmLzvwjagHAXxcSQH7qwf7Aj0apS51gGPcNCMpls2-V6IFt3bKfNn5x4>
 18. DA SILVA BORGES, Eliane, Rodrigo DE SOUZA VALE, Samária CADER, Sylvania LEAL, Francisco MIGUEL, Carlos PERNAMBUCO a Estélio DANTAS, 2014. Postural balance and falls in elderly nursing home residents enrolled in a ballroom dancing program. *Archives of Gerontology and Geriatrics* [online]. **59**(2), 312-316 [cit. 2023-08-05]. ISSN 01674943. Dostupné z: doi:10.1016/j.archger.2014.03.013
 19. DAY, Brian a Richard FITZPATRICK, 2005. The vestibular system. *Current Biology* [online]. **15**(15), 583-586 [cit. 2023-04-16]. ISSN 09609822. Dostupné z: doi:10.1016/j.cub.2005.07.053
 20. DE BRIGARD, Felipe a Walter SINNOTT-ARMSTRONG, 2022. *Cognitive neuroscience—Philosophy*. The MIT Press [2022]. Cambridge, Massachusetts: The Massachusetts Institute of Technology. ISBN 9780262045438.
 21. DE WAROQUIER-LEROY, L., S. BLEUSE, R. SERAFI, E. WATELAIN, V. PARDESSUS, A.-V. TIFFREAU a A. THEVENON, 2014. The Functional Reach Test: Strategies, performance and the influence of age. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* [online]. **57**(6-7), 452-464 [cit. 2023-08-09]. ISSN 18770657. Dostupné z: doi:10.1016/j.rehab.2014.03.003
 22. D'SILVA, Linda, James LIN, Hinrich STAECKER, Susan WHITNEY a Patricia KLUDING, 2016. Impact of Diabetic Complications on Balance and Falls: Contribution

- of the Vestibular System. *Physical Therapy* [online]. **96**(3), 400-409 [cit. 2023-08-09]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20140604
23. DUNLAP, Pamela M., Janene M. HOLMBERG a Susan L. WHITNEY, 2019. Vestibular rehabilitation: advances in peripheral and central vestibular disorders. *Current Opinion in Neurology* [online]. **32**(1), 137-144 [cit. 2023-07-23]. ISSN 1350-7540. Dostupné z: doi:10.1097/WCO.0000000000000632
24. ELEFTHERIADOU, Anna, Nikoleta SKALIDI a Georgios VELEGRAKIS, 2012. Vestibular rehabilitation strategies and factors that affect the outcome. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. **269**(11), 2309-2316 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0937-4477. Dostupné z: doi:10.1007/s00405-012-2019-2
25. FERREIRA, Evaldo, Raquel MEZZALIRA, Guita STOLER, Vanessa ROCHA, Carlos CHONE a Jorge PASCHOAL, 2020. Proposal of standardization of Horus® computerized posturography in adults. *CoDAS* [online]. **32**(6) [cit. 2023-08-02]. ISSN 2317-1782. Dostupné z: doi:10.1590/2317-1782/20202019118
26. FETTER, Michael, 2007. Vestibulo-Ocular Reflex. *Neuro-Ophthalmology* [online]. Basel: KARGER, **2006**(19-1), 35-51 [cit. 2023-04-16]. Developments in Ophthalmology. ISBN 3-8055-8251-X. Dostupné z: doi:10.1159/000100348
27. Footscan® 0.5m hi-end system PSL Replacement Kit Guide, 2009. In: *Manualslib* [online]. Belgium: Worldwide headquarters RSScan International NV [cit. 2023-08-02]. Dostupné z: https://item.0c7.co.jp/rsscan/support/2d3d05m_plate.pdf
28. FORBES, Jessica, Sunil MUNAKOMI a Heather CRONOVICH, 2023. *Romberg Test*. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, Bookshelf ID: NBK563187. PMID: 33085334. Dostupné také z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK563187/>
29. FRANCHIGNONI, F, F HORAK, M GODI, A NARDONE a A GIORDANO, 2010. Using psychometric techniques to improve the Balance Evaluation Systems Test: the mini-BESTest. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. **42**(4), 323-331 [cit. 2023-08-09]. ISSN 1650-1977. Dostupné z: doi:10.2340/16501977-0537
30. GARCÍA-MUÑOZ, Cristina, María-Dolores CORTÉS-VEGA, Alberto HEREDIA-RIZO, Rocío MARTÍN-VALERO, María-Isabel GARCÍA-BERNAL a María CASUSO-HOLGADO, 2020. Effectiveness of Vestibular Training for Balance and Dizziness Rehabilitation in People with Multiple Sclerosis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine* [online]. **9**(2) [cit. 2023-08-03]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm9020590
31. GHISLIERI, Marco, Marco KNAFLITZ, Luciana LABANCA, Giuseppe BARONE, Laura BRAGONZONI, Maria BENEDETTI a Valentina AGOSTINI, 2020. Muscle Synergy Assessment During Single-Leg Stance. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* [online]. **28**(12), 2914-2922 [cit. 2023-08-06]. ISSN 1534-4320. Dostupné z: doi:10.1109/TNSRE.2020.3030847
32. HAIN, Timothy a Mohammed UDDIN, 2003. Pharmacological Treatment of Vertigo. *CNS Drugs* [online]. **17**(2), 85-100 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1172-7047. Dostupné z: doi:10.2165/00023210-200317020-00002

33. HAIN, Timothy, Janet HELMINSKI a Michael C. SCHUBERT, 2014. *Vestibular rehabilitation: Fundamentals of Function*. Fourth Edition. Philadelphia: F.A. Davis Company, Contemporary Perspectives in Rehabilitation. ISBN 9780803639706.
34. HALL, Courtney, Susan HERDMAN, Susan WHITNEY et al., 2022. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association: An Updated Clinical Practice Guideline From the Academy of Neurologic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. **46**(2), 60 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi:10.1097/NPT.0000000000000382
35. HALL, Courtney, Susan HERDMAN, Susan WHITNEY et al., 2016. Vestibular Rehabilitation for Peripheral Vestibular Hypofunction. *Journal of Neurologic Physical Therapy* [online]. **40**(2), 124-155 [cit. 2023-08-11]. ISSN 1557-0576. Dostupné z: doi:10.1097/NPT.0000000000000120
36. HAN, Byung, Hyun SONG a Ji KIM, 2011. Vestibular Rehabilitation Therapy: Review of Indications, Mechanisms, and Key Exercises. *Journal of Clinical Neurology* [online]. **7**(4), 184–196 [cit. 2023-08-04]. ISSN 1738-6586. Dostupné z: doi:10.3988/jcn.2011.7.4.184
37. HÉBERT-LOSIER, Kim a Lauralee MURRAY, 2020. Reliability of centre of pressure, plantar pressure, and plantar-flexion isometric strength measures: A systematic review. *Gait & Posture* [online]. **75**(75), 46-62 [cit. 2023-04-21]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2019.09.027
38. HERDMAN, Susan, Courtney HALL, Michael SCHUBERT, Vallabh DAS a Ronald TUSA, 2007. Recovery of Dynamic Visual Acuity in Bilateral Vestibular Hypofunction. *Otolaryngol Head Neck Surg.* [online]. **133**(4), 383-389 [cit. 2023-08-06]. ISSN 0886-4470. Dostupné z: doi:10.1001/archotol.133.4.383
39. HERMAN, Talia, Noit INBAR-BOROVSKY, Marina BROZGOL, Nir GILADI a Jeffrey HAUSDORFF, 2009. The Dynamic Gait Index in healthy older adults: The role of stair climbing, fear of falling and gender. *Gait & Posture* [online]. **29**(2), 237-241 [cit. 2023-07-25]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2008.08.013
40. HORAK, Fay B., 1987. Clinical Measurement of Postural Control in Adults. *Physical Therapy* [online]. **67**(12), 1881-1885 [cit. 2023-07-26]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/67.12.1881
41. HORAK, Fay B., 2006. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?. *Age and Ageing* [online]. **35**(2), 7-11 [cit. 2023-01-08]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/afl077
42. HORAK, Fay, Diane WRISLEY a James FRANK, 2009. The Balance Evaluation Systems Test (BESTest) to Differentiate Balance Deficits. *Physical Therapy* [online]. **89**(5), 484-498 [cit. 2023-08-09]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20080071
43. CHEN, Baoliang, Peng LIU, Feiyun XIAO, Zhengshi LIU a Yong WANG, 2021. Review of the Upright Balance Assessment Based on the Force Plate. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. **18**(5) [cit. 2023-08-02]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph18052696

44. CHINSONGKRAM, Butsara, Nithinun CHAIKEEREE, Vitoon SAENGSIRISUWAN, Nitaya VIRIYATHARAKIJ, Fay HORAK a Rumpa BOONSINSUKH, 2014. Reliability and Validity of the Balance Evaluation Systems Test (BESTest) in People With Subacute Stroke. *Physical Therapy* [online]. **94**(11), 1632-1643 [cit. 2023-08-09]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20130558
45. ILLING, Sara, Nancy CHOY, Jennifer NITZ a Melissa NOLAN, 2010. Sensory system function and postural stability in men aged 30–80 years. *The Aging Male* [online]. **13**(3), 202-210 [cit. 2023-08-06]. ISSN 1368-5538. Dostupné z: doi:10.3109/13685531003657826
46. INOJOSA, Hernan, Dirk SCHRIEFER, Katrin TRENTZSCH, Antonia KLÖDITZ a Tjalf ZIEMSEN, 2020. Visual Feedback and Postural Control in Multiple Sclerosis. *Journal of Clinical Medicine* [online]. **9**(5), 12 [cit. 2023-08-11]. ISSN 2077-0383. Dostupné z: doi:10.3390/jcm9051291
47. JEŘÁBEK, Jaroslav, 2007. DIAGNOSTIKA A TERAPIE IAGNOSTIKA A TERAPIE ZÁVRATIVÝCH STAVŮ ÁVRATIVÝCH STAVŮ. *Neurologie pro praxi* [online]. **2007**(84), 231–234 [cit. 2021-05-27]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2007/04/11.pdf>
48. KAČEROVÁ, Veronika, 2022. *Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů s periferní vestibulární lézí*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova, 2. Lékařská fakulta, Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství. Vedoucí práce Klára Kučerová.
49. KEAR, Breelan, Thomas GUCK a Amy MCGAHA, 2017. Timed Up and Go (TUG) Test. *Journal of Primary Care & Community Health* [online]. **8**(1), 9-13 [cit. 2023-07-23]. ISSN 2150-1327. Dostupné z: doi:10.1177/2150131916659282
50. KHAN, Rabia Mahmood, 2018. Mobility impairment in the elderly. *InnovAiT: Education and inspiration for general practice* [online]. **11**(1), 14-19 [cit. 2023-08-09]. ISSN 1755-7380. Dostupné z: doi:10.1177/1755738017748567
51. KHAN, Sarah, Richard CHANG, Brian GREENWALD a James GURLEY, 2013. Anatomy of the vestibular system: A review. *NeuroRehabilitation* [online]. **32**(3), 437-443 [cit. 2023-04-16]. ISSN 18786448. Dostupné z: doi:10.3233/NRE-130866
52. KINGMA, H. a R. VAN DE BERG, 2016. Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system. *Neuro-Otology* [online]. Elsevier, **2016**(137), 1-16 [cit. 2023-08-06]. Handbook of Clinical Neurology. ISBN 9780444634375. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-63437-5.00001-7
53. KIRTANE, M. V., 1999. Rote of adaptation exercises in clinical practice. *Indian Journal Otolaryngology Head Neck Surgery* [online]. **51**(2), 27-36 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0019-5421. Dostupné z: doi:10.1007/BF02997986
54. KITTNAR, Otomar, 2007. Stručná fyziologie a patofyziologie smyslů. *Vnitřní lékařství* [online]. **2007**(535), 477–482 [cit. 2023-03-19]. Dostupné z: <https://casopisvnitrnilekarstvi.cz/pdfs/vnl/2007/05/02.pdf>
55. KOCH, Andreas, Ingolf CASCORBI, Martin WESTHOFEN, Manuel DAFOTAKIS, Sebastian KLAPA a Johann KUHTZ-BUSCHBECK, 2018. The Neurophysiology and Treatment of Motion Sickness. *Deutsches Ärzteblatt international* [online]. **2018**(115), 687–96 [cit. 2023-08-05]. ISSN 1866-0452. Dostupné z: doi:10.3238/arztebl.2018.0687

56. KOLÁŘOVÁ, Barbora, 2012. *Posouzení vlivu vybraných aspektů na posturální kontrolu u jedinců po transtibiální amputaci [online]*. Olomouc. Dizertační práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Faculty of Physical Culture.
57. KOLÁŘ, Pavel, 2009. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. dotisk. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.
58. KRÁLÍČEK, Petr, 2011. *Úvod do speciální neurofyzologie*. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén. ISBN 978-807-2626-182.
59. LACOUR, Michel, Laurent TARDIVET a Alain THIRY, 2020. Rehabilitation of dynamic visual acuity in patients with unilateral vestibular hypofunction: earlier is better. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* [online]. **277**(1), 103-113 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0937-4477. Dostupné z: doi:10.1007/s00405-019-05690-4
60. LAIRD, NM a JH WARE, 1982. Random-effects models for longitudinal data. *Biometrics* [online]. **1982**(963-74), 384 [cit. 2023-07-29]. PMID: 7168798. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7168798/>
61. LANE, J.I., R.J. WITTE, B. BOLSTER, M.A. BERNSTEIN, K. JOHNSON a J. MORRIS, 2008. State of the Art: 3T Imaging of the Membranous Labyrinth. *American Journal of Neuroradiology* [online]. **29**(8), 1436-1440 [cit. 2023-04-16]. ISSN 0195-6108. Dostupné z: doi:10.3174/ajnr.A1036
62. LATASH, Mark, 2008. *Neurophysiological basis of movement*. 2. Stanningley: Human Kinetics. ISBN 9780736063678.
63. LIN, Dingding, Hyang SEOL, Maury NUSSBAUM a Michael MADIGAN, 2008. Reliability of COP-based postural sway measures and age-related differences. *Gait & Posture* [online]. **28**(2), 337-342 [cit. 2023-08-08]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2008.01.005
64. MARIONI, Gino, Salvatore FERMO, Marco LIONELLO et al., 2013. Vestibular rehabilitation in elderly patients with central vestibular dysfunction: a prospective, randomized pilot study. *AGE* [online]. **35**(6), 2315-2327 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0161-9152. Dostupné z: doi:10.1007/s11357-012-9494-7
65. MARTIN, E., C. LEUE, P. DELESPAUL et al., 2020. Introducing the DizzyQuest: an app-based diary for vestibular disorders: an app-based diary for vestibular disorders. *Journal of Neurology* [online]. **267**(1), 12 [cit. 2023-08-05]. ISSN 0340-5354. Dostupné z: doi:10.1007/s00415-020-10092-2
66. MARTINS E SILVA, Diandra, Victor BASTOS, Mariana DE OLIVEIRA SANCHEZ, Monara NUNES, Marco ORSINI, Pedro RIBEIRO, Bruna VELASQUES a Silmar TEIXEIRA, 2016. Effects of vestibular rehabilitation in the elderly: a systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research* [online]. **28**(4), 599-606 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1720-8319. Dostupné z: doi:10.1007/s40520-015-0479-0
67. MEMPOUO, E, K LAU, F GREEN, C BOWES a J RAY, 2021. Customised vestibular rehabilitation with the addition of virtual reality based therapy in the management of persistent postural-perceptual dizziness. *The Journal of Laryngology & Otology* [online]. **135**(10), 887-891 [cit. 2023-08-03]. ISSN 0022-2151. Dostupné z: doi:10.1017/S0022215121002127

68. MORSE, Janice, Colleen BLACK, Kathleen OBERLE a Patricia DONAHUE, 1989. A prospective study to identify the fall-prone patient. *Social Science & Medicine* [online]. **28**(1), 81-86 [cit. 2023-08-06]. ISSN 02779536. Dostupné z: doi:10.1016/0277-9536(89)90309-2
69. MUSTAPA, Amirah, Maria JUSTINE, Nadia MOHD MUSTAFAH, Nursuriati JAMIL a Haidzir MANAF, 2016. Postural Control and Gait Performance in the Diabetic Peripheral Neuropathy: A Systematic Review. *BioMed Research International* [online]. **2016**, 1-14 [cit. 2021-05-27]. ISSN 2314-6133. Dostupné z: doi:10.1155/2016/9305025
70. NASHNER, Lewis a Gin MCCOLLUM, 1985. The organization of human postural movements: A formal basis and experimental synthesis. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. **8**(1), 135-150 [cit. 2023-08-06]. ISSN 0140-525X. Dostupné z: doi:10.1017/S0140525X00020008
71. NeuroCom International, 2015. In: *Natus Medical Incorporated* [online]. San Carlos, USA: NATUS [cit. 2023-08-02]. Dostupné z: https://heartmedical.nl/public/products/015368A_SMART_EquiTest_EN-US_lo-res.pdf
72. NOVOTNÝ, Miroslav a Rom KOSTŘICA, 2007. VERTIGO. *Medicína pro praxi* [online]. **2007**(410), 483–486 [cit. 2021-05-27]. Dostupné z: <https://www.medicinapropraxi.cz/pdfs/med/2007/11/11.pdf>
73. OMAÑA, Humberto, Kari BEZAIRE, Kyla BRADY, Jayme DAVIES, Nancy LOUWAGIE, Sean POWER, Sydney SANTIN a Susan HUNTER, 2021. Functional Reach Test, Single-Leg Stance Test, and Tinetti Performance-Oriented Mobility Assessment for the Prediction of Falls in Older Adults: A Systematic Review. *Physical Therapy* [online]. **101**(10), 17 [cit. 2023-05-27]. ISSN 0031-9023. Dostupné z: doi:10.1093/ptj/pzab173
74. ORTEGA-BASTIDAS, Paulina, Britam GÓMEZ, Pablo AQUEVEQUE, Soledad LUARTE-MARTÍNEZ a Roberto CANO-DE-LA-CUERDA, 2023. Instrumented Timed Up and Go Test (iTUG)—More Than Assessing Time to Predict Falls: A Systematic Review. *Sensors* [online]. **23**(7) [cit. 2023-08-06]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi:10.3390/s23073426
75. PETERKA, Robert J., 2018. Sensory integration for human balance control. *Balance, Gait, and Falls* [online]. Elsevier, **2018**(159), 27-42 [cit. 2023-04-02]. Handbook of Clinical Neurology. ISBN 9780444639165. Dostupné z: doi:10.1016/B978-0-444-63916-5.00002-1
76. PINHEIRO, J a D BATES, 2023. R Core Team. In: *Nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models: R package version 3.1-162* [online]. [cit. 2023-07-29].
77. R Core Team: *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [online], 2023. Vienna, Austria.: R Foundation for Statistical Computing [cit. 2023-07-29]. Dostupné z: <<https://www.R-project.org/>>
78. REOLI, Rachel, Amanda THERRIEN, Kendra CHERRY-ALLEN, Jennifer KELLER, Jennifer MILLAR a Amy BASTIAN, 2021. Is the dynamic gait index a useful outcome to measure balance and ambulation in patients with cerebellar ataxia?. *Gait & Posture* [online]. **2021**(89), 200-205 [cit. 2023-07-25]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2021.07.011

79. REUSS, Stefan, Elena SIEBRECHT, Ulla STIER et al., 2020. Modeling Vestibular Compensation: Neural Plasticity Upon Thalamic Lesion. *Frontiers in Neurology* [online]. **11**, 18 [cit. 2023-08-04]. ISSN 1664-2295. Dostupné z: doi:10.3389/fneur.2020.00441
80. ROKYTA, Richard, 2016. *Fyziologie*. Třetí, přepracované vydání (první vydání v nakladatelství Galén). Praha: Galén. ISBN 978-807-4922-381.
81. RUBENSTEIN, Laurence Z., 2006. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and Ageing* [online]. **35**(2), 37-41 [cit. 2023-08-06]. ISSN 1468-2834. Dostupné z: doi:10.1093/ageing/afl084
82. RUHE, Alexander, René FEJER a Bruce WALKER, 2011. Center of pressure excursion as a measure of balance performance in patients with non-specific low back pain compared to healthy controls: a systematic review of the literature. *European Spine Journal* [online]. **20**(3), 358-368 [cit. 2023-08-08]. ISSN 0940-6719. Dostupné z: doi:10.1007/s00586-010-1543-2
83. SALARI, Nader, Niloofar DARVISHI, Melika AHMADIPANAH, Shamarina SHOHAIMI a Masoud MOHAMMADI, 2022. Global prevalence of falls in the older adults: a comprehensive systematic review and meta-analysis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research* [online]. **17**(1), 13 [cit. 2023-08-11]. ISSN 1749-799X. Dostupné z: doi:10.1186/s13018-022-03222-1
84. SHUMWAY-COOK, Anne a Marjorie WOOLLACOTT, 2011. *Motor Control: Translating Research into Clinical Practice*. 4th Edition. USA, Pensylvánie: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-1608310180.
85. SHUPERT, Charlotte a Fay HORAK, 1999. Adaptation of Postural Control in Normal and Pathologic Aging: Implications for Fall Prevention Programs. *Journal of Applied Biomechanics* [online]. **15**(1), 64-74 [cit. 2023-08-11]. ISSN 1065-8483. Dostupné z: doi:10.1123/jab.15.1.64
86. SCHÄDLER, Stefan, 2011. *Bauanleitung für Lampenschirm (für CTSIB)* [online]. Sumiswald [cit. 2023-07-30]. Dostupné z: https://www.stefan-schaedler.ch/wp-content/uploads/2014/11/Bauanleitung_Lampenschirm.pdf
87. SCHMID, M., L. CASABIANCA, A. BOTTARO a M. SCHIEPPATI, 2008. Graded changes in balancing behavior as a function of visual acuity. *Neuroscience* [online]. **153**(4), 1079-1091 [cit. 2023-08-06]. ISSN 03064522. Dostupné z: doi:10.1016/j.neuroscience.2008.03.024
88. SIBLEY, Kathryn, Marla BEAUCHAMP, Karen VAN OOTEGHEM, Sharon STRAUS a Susan JAGLAL, 2015. Using the Systems Framework for Postural Control to Analyze the Components of Balance Evaluated in Standardized Balance Measures: A Scoping Review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. **96**(1), 122-13229 [cit. 2023-08-09]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2014.06.021
89. SMITH, Paul F., 2019. The Growing Evidence for the Importance of the Otoliths in Spatial Memory. *Frontiers in Neural Circuits* [online]. **13**(66), 14 [cit. 2023-08-06]. ISSN 1662-5110. Dostupné z: doi:10.3389/fncir.2019.00066

90. STRUPP, Michael, Julia DLUGAICZYK, Birgit ERTL-WAGNER, Dan RUJESCU, Martin WESTHOFEN a Marianne DIETERICH, 2020. Vestibular Disorders. *Deutsches Ärzteblatt international* [online]. **2020**(117300–10), 15 [cit. 2023-08-02]. ISSN 1866-0452. Dostupné z: doi:10.3238/arztebl.2020.0300
91. SULWAY, Shaleen a Susan WHITNEY, 2019. Advances in Vestibular Rehabilitation. *Vestibular Disorders* [online]. S. Karger, **2019**, 164-169 [cit. 2021-06-02]. Advances in Oto-Rhino-Laryngology. ISBN 978-3-318-06370-7. Dostupné z: doi:10.1159/000490285
92. TANAKA, Ryozo, Hiroaki FUSHIKI, Reiko TSUNODA et al., 2023. Effect of Vestibular Rehabilitation Program Using a Booklet in Patients with Chronic Peripheral Vestibular Hypofunction: A Randomized Controlled Trial. *Progress in Rehabilitation Medicine* [online]. **8**(0), 10 [cit. 2023-08-06]. ISSN 2432-1354. Dostupné z: doi:10.2490/prm.20230002
93. TIMMANN-BRAUN, Dagmar, 2012. Posturographie. In: *Das Neurophysiologie-Labor* [online]. s. 113-118 [cit. 2023-08-02]. ISSN 14394847. Dostupné z: doi:10.1016/j.neulab.2012.05.001
94. VAŘEKA, Ivan, 2002. Rehabilitace a fyzikální lékařství: POSTURÁLNÍ STABILITA(II. část)ŘÍZENÍ, ZAJIŠTĚNÍ, VÝVOJ, VYŠETŘENÍ. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. **2002**(4), 122-129 [cit. 2023-03-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/280087508_Posturalni_stabilita_Cast_2
95. VĚLE, František, 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton. ISBN 80-725-4837-9.
96. VELLAS, Bruno, Sharon WAYNE, Linda ROMERO, Richard BAUMGARTNER, Laurence RUBENSTEIN a Philip GARRY, 1997. One-Leg Balance Is an Important Predictor of Injurious Falls in Older Persons. *Journal of the American Geriatrics Society* [online]. **45**(6), 735-738 [cit. 2023-08-09]. ISSN 00028614. Dostupné z: doi:10.1111/j.1532-5415.1997.tb01479.x
97. VUILLERME, Nicolas, Cyril BURDET, Brice ISABLEU a Sylvain DEMETZ, 2006. The magnitude of the effect of calf muscles fatigue on postural control during bipedal quiet standing with vision depends on the eye–visual target distance. *Gait Posture* [online]. **24**(2), 169-172 [cit. 2023-08-06]. ISSN 09666362. Dostupné z: doi:10.1016/j.gaitpost.2005.07.011
98. WHITNEY, Susan a Diane WRISLEY, 2004. The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. **85**(3), 439-443 [cit. 2023-07-26]. ISSN 00039993. Dostupné z: doi:10.1016/j.apmr.2003.05.005
99. WIJESINGHE, Rajiv a Aaron CAMP, 2020. The intrinsic plasticity of medial vestibular nucleus neurons during vestibular compensation—a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews* [online]. **9**(1) [cit. 2023-08-04]. ISSN 2046-4053. Dostupné z: doi:10.1186/s13643-020-01399-2
100. WILLIAMS, Brian, Brandon ALLEN, Zhen HU, Hanna TRUE, Jin CHO, Austin HARRIS, Nancy FELL a Mina SARTIPI, 2017. Real-Time Fall Risk Assessment Using Functional Reach Test. *International Journal of Telemedicine and*

Applications [online]. 2017, 1-8 [cit. 2023-08-09]. ISSN 1687-6415. Dostupné z: doi:10.1155/2017/2042974

101. WIŚNIEWSKA-SZURLEJ, Agnieszka, Agnieszka ĆWIRLEJ-SOZAŃSKA, Anna WILMOWSKA-PIETRUSZYŃSKA a Bernard SOZAŃSKI, 2022. The Use of Static Posturography Cut-Off Scores to Identify the Risk of Falling in Older Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online]. 19(11), 11 [cit. 2023-08-11]. ISSN 1660-4601. Dostupné z: doi:10.3390/ijerph19116480
102. *World Health Organization: Falls* [online], 2021. WHO Global Health Estimates [cit. 2023-08-06]. Dostupné z: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>
103. WU, Peixia, Wenzhu CAO, Yan HU a Huawei LI, 2019. Effects of vestibular rehabilitation, with or without betahistine, on managing residual dizziness after successful repositioning manoeuvres in patients with benign paroxysmal positional vertigo: a protocol for a randomised controlled trial. *BMJ Open* [online]. 9(6), 10 [cit. 2023-08-03]. ISSN 2044-6055. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2018-026711
104. ZHANG, Sulin, Dan LIU, E. TIAN, Jun WANG, Zhaoqi GUO a Weijia KONG, 2022. Central vestibular dysfunction: don't forget vestibular rehabilitation. *Expert Review of Neurotherapeutics* [online]. 22(8), 669-680 [cit. 2023-08-03]. ISSN 1473-7175. Dostupné z: doi:10.1080/14737175.2022.2106129

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Schéma posturální kontroly	15
Obr. č. 2 Anatomie vnitřního ucha	18
Obr. č. 3 Orientace sakulu a utrikulu v labyrintu	19
Obr. č. 4 Functional reach test.....	24
Obr. č. 5 Single-leg stance test (bez korekce horních končetin)	25
Obr. č. 6 Timed up and go test	26
Obr. č. 7 Znárodnění Opěrné báze a COG.....	29
Obr. č. 8 Silová plošina	30
Obr. č. 9 Tlaková plošina RS scan.....	31
Obr. č. 10 Dynamická posturografie NeuroCom.....	32
Obr. č. 11 Absolutní frekvence různých závrativých syndromů	34
Obr. č. 12 Rozdělení nejčastějších vestibulárních diagnóz vzhledem k věku	35
Obr. č. 13 Výroba zrakově – konfliktního domu.....	45

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Sway Path – Total	50
Graf 2 Sway Area – Total.....	51
Graf 3 Sway Area – Total, Vestibular disorder cause	52
Graf 4 Sway Area – Total, Sensory Manipulation	53
Graf 5 Sway Velocity – Total.....	54
Graf 6 Sway Area – Total, Sensory Manipulation visit comparison.....	55
Graf 7 Sway Area – Total (Age group)	56
Graf 8 Sway Area – Total, SLST	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Přehled sledovaného souboru.....	49
Tabulka 2 Nárůst Sway Area - Total.....	53
Tabulka 3 Pokles Sway Area – Total, porovnání 1. a 4. návštěvou.....	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Informovaný souhlas	80
Příloha č. 2 Testování Kistler® – Protokol	81
Příloha č. 3: Vestibulární rehabilitace – brožura 1	81
Příloha č. 4 Vestibulární rehabilitace – brožura 2	81

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se zásadami etické realizace výzkumu Vás žádám o souhlas s Vaší účastí ve výzkumném projektu v rámci diplomové práce na téma: Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů poruchou posturální stability

Název práce: Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů poruchou posturální stability

Řešitel práce: Ševčík Marek, mardasevcik@centrum.cz

Vedoucí práce: Mgr. Kučerová Klára, klara.kucerova@lfmotol.cuni.cz

Vysvětlení pojmů a popis práce:

- Závrativé stavy jsou pro mnoho pacientů velmi často důvodem návštěvy lékaře. Mimo farmakologickou léčbu má nezastupitelnou roli v terapii i rehabilitace, která při správně zvoleném postupu může značně urychlit proces kompenzace. Cílem této diplomové práce je zhodnotit efekt vestibulární pomoci posturografie.
- Před začátkem rehabilitace bude každý proband vyšetřen na posturografické plošině Kistler za pomoci standardizovaného testu: Clinical Test for Sensory Integration and Balance (CTSIB), testu stoje na jedné noze (Single-leg stance test) a testu Limits of Stability 8 Directions. Následně bude každý proband instruován k domácí rehabilitaci, která bude probíhat po dobu 3 měsíců. Po tuto dobu bude průběžně kontrolován a rehabilitace bude individuálně upravována. Druhé posturografické měření proběhne po 1 měsíci rehabilitace, třetí po následujícím měsíci a čtvrté po jejím ukončení. Z výsledků pak bude možné zhodnotit, kromě celkové adaptace vestibulárního systému, rychlost nástupu vestibulární úpravy či její případnou stagnaci.

Cíle práce:

Cílem práce je zhodnotit celkovou adaptaci vestibulárního systému, rychlost nástupu vestibulární úpravy či její případnou stagnaci.

.....
Datum a podpis řešitele práce

Souhlas účastníků o zapojení do výzkumu:

Svým podpisem níže souhlasím se všemi uvedenými informacemi a dobrovolně se účastním zmíněného výzkumu, a že jsem měl(a) možnost se na všechny podstatné informace v rámci výzkumu zeptat a že jsem obdržel(a) dostatečně srozumitelné odpovědi na své dotazy.

Jméno a příjmení účastníka:

Datum narození:

Podpis:

Příloha č. 2 Testování Kistler® – Protokol**Testování Kistler – Protokol Diplomová práce: Efekt vestibulární rehabilitace u pacientů poruchou posturální stability**

Jméno a příjmení:

Výška:

Datum narození:

Hmotnost:

Diagnóza:

CTSIB

Testování probíhá bez obuvi, ve vzpřímeném postoji a s neutrálním postavením hlavy. Test má celkem 6 podmínek. Měření každé podmínky trvá 30 sekund, chodidla měřeného pacienta jsou umístěny do vyznačených míst na silové plošině Kistler. Horní končetiny jsou překříženy přes sebe, dlaně se dotýkají protilehlých ramen.

Podmínky CTSIB jsou stanoveny takto:

- 1) Stoj s otevřenýma očima na pevné podložce.
- 2) Stoj se zavřenýma očima na pevné podložce.
- 3) Stoj s otevřenýma očima a se zrakově-konfliktním dómem na hlavě na pevné podložce
- 4) Stoj s otevřenýma očima na měkké podložce.
- 5) Stoj se zavřenýma očima na měkké podložce.
- 6) Stoj s otevřenýma očima a se zrakově-konfliktním dómem na hlavě na měkké

Single-leg stance test

30 sekundový stoj na jedné noze

Měření končí, když se zdvižená noha dotkne země, stojná noha se posune po podložce, zdvižená noha se dotkne stojné nohy, nebo pokud je dosaženo maximálního přiděleného času.

Limits of Stability – Test 8D

Počáteční poloha: bez obuvi, s očima otevřeným, s neutrálním postavením hlavy s horními končetinami překříženými přes hrudník, ruce se dotýkají protilehlých ramen, chodidla měřeného pacienta jsou umístěny do vyznačených míst na silové plošině Kistler.

Cílem pacienta je vychylovat se tak, aby co nejpřesněji kopíroval požadovaný úkon, který je zobrazen na obrazovce před pacientem. Během testování se nesmí dojít k odlepení nohy od podložky.

Příloha č. 3: Vestibulární rehabilitace – brožura 1



Vestibulární rehabilitace

Stabilizace zraku při pohybech hlavou

Výchozí pozice:

- a - sed
- b - stoj
- c - stoj na měkké podložce
- d - stoj v tandemu (viz obrázek)
- e - stoj na jedné noze

Zaujměte výchozí pozici. Papír s textem mějte před sebou ve výši očí. Otáčejte hlavu doprava a doleva a přitom se snažte stále vidět text ostře. Otáčení probíhá co nejrychleji a pohyby hlavou stačí dělat v malém rozsahu.





tandem

Cvičení rovnováhy ve stoj

- a - stoj + zavřít oči
- b - stoj v tandemu
- c - stoj v tandemu + zavřít oči
- d - stoj na jedné noze
- e - stoj na jedné noze + zavřít oči
- f - stoj na jedné noze otáčení hlavy do stran (otevřené oči!)
- g - stoj na jedné noze předklon a záklon (otevřené oči!)
- h - stoj na jedné noze + házet míček


Stoupněte si tak, abyste si neublížili v případě pádu. Například do rohu místnosti (pokud ztratíte balanc, opřete se o stěny). Zaujměte výchozí pozici. Snažte se v dané pozici vydržet co nejdéle.




Cvičení stability v pozici rytíře

- a - úklon + dívat se před sebe
- b - úklon + dívat se na za rukou dolů
- c - úklon + dívat se za rukou dolů a pak nahoru


Nastavte se do pozice rytíře (viz obrázek). Dále provedte úklon trupu. Pokud Vám to Váš stav dovoluje, můžete se pohlédnout na spodní ruku a případně hlavu otočit a podívat se i na ruku horní.




a



b



c



Příloha č. 4 Vestibulární rehabilitace – brožura 2

Vestibulární rehabilitace

Třénink chůze

- a - chůze a pohled do strany
- b - chůze a pohled nahoru / dolů
- c - chůze s obcházením a překračováním překážek
- d - otočky

Při cvičení byste neměli zastavit. Na úsek dlouhý přibližně pět metrů stačí hlavu jednou otočit doprava a jednou doleva. Pohyb hlavy zkuste provádět co nejrychleji. Stejná pravidla platí pro cvičení s pohledem nahoru a dolů.

Na obrázku vpravo můžete vidět příklad překážkové dráhy. Cvičení si můžete stěžovat tím, že si zvolíte vyšší překážky.

Otočky by měly být rychlé, na místě, bez přešlapování.



Cvičení stability ve stoji na měkké podložce

Výchozí pozice:

- a - stoj
- b - stoj + zavřít oči
- c - stoj na jedné noze
- d - stoj na jedné noze



Stabilizace zraku pomocí videí

- a - sakadické pohyby - barevná kulička
- b - sakadické pohyby - černá písmena
- c - sakadické pohyby - barevná písmena
- d - plynulé sledovací pohyby