



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

# Využití robotických systémů při terapii pacienta s paleocerebellárním syndromem

## Application of Robotic Systems in Therapy of a Patient with Paleocerebellar Syndrome

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

Autor bakalářské práce: Clara Nagláková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Příhoda

---

Kladno 2021



# ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Nagláková** Jméno: **Clara** Osobní číslo: **482922**  
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**  
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**  
Studijní program: **Specializace ve zdravotnictví**  
Studijní obor: **Fyzioterapie**

## II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

**Využití robotických systémů při terapii pacienta s paleocerebellárním syndromem**

Název bakalářské práce anglicky:

**Application of Robotic Systems in Therapy of a Patient with Paleocerebellar Syndrome**

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce se bude zabývat využitím robotické rehabilitace u pacienta s paleocerebellárním syndromem a bude zpracována formou kazuistiky. Teoretická část se bude zabývat anatomii a fyziologií dané problematiky. Rovněž zde budou popsány další poruchy cerebella a vysvětlení rozdílu mezi paleocerebellárním a neocerebellárním syndromem. Speciální část bakalářské práce bude obsahovat vstupní kineziologický rozbor a popis jednotlivých terapií v laboratoři robotické rehabilitace na FBMI ČVUT. Bude zde definován cíl aplikovaných terapií spolu s popisem funkce a požadovaným výsledkem terapií na jednotlivých přístrojích. Na konci speciální části bude zařazeno výstupní vyšetření, které bude posuzovat přínos robotické rehabilitace a v závěru bakalářské práce bude vyhodnocen reálný přínos pro konkrétního pacienta. V diskuzi bude navržen optimální rehabilitační plán s využitím robotických systémů na základě získaných poznatků a výsledků odborných studií.

Seznam doporučené literatury:

- [1] AMBLER, Zdeněk, Základy neurologie. [učebnice pro lékařské fakulty], ed. 7, Praha: Galén, c2011, ISBN 978-80-7262-707-3
- [2] DYLEVSKÝ, Ivan, Funkční anatomie, ed. První, Praha: Grada, 2009, ISBN 978-80-247-3240-4
- [3] PFEIFFER, Jan, Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi, Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1135-5

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

**Ing. Aleš Příhoda**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **15.02.2020**

Platnost zadání bakalářské práce: **18.09.2022**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.  
podpis vedoucí(ho) katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
podpis děkana(ky)

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v bakalářské práci.

7.5.2021

Datum převzetí zadání

Mogel

Podpis studenta(ky)

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Využití robotických systémů při terapii pacienta s paleocerebellárním syndromem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 03.05.2021

.....  
Clara Nagláková

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu své práce Ing. Aleši Příhodovi za cenné rady a věcné připomínky, trpělivost, vstřícnost při konzultacích, a především za skvělou komunikaci. Dále bych ráda poděkovala vedení Fakulty biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze za poskytnutí prostorů a možnost využít přístroje v Laboratoři robotické rehabilitace pro účely této bakalářské práce. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat své rodině za podporu během celého studia.

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce je zaměřena na využití robotické rehabilitace u pacientky s paleocerebellárním syndromem a hodnotí efektivitu této metody u dané diagnózy. Je zpracována formou kazuistiky.

Teoretická část práce se zabývá anatomií a kineziologií dané problematiky a popisuje také další získané poruchy cerebella. Studie probíhala od února 2020 do června 2020 v Laboratoři robotické rehabilitace Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT.

Ve speciální části jsou kromě popisu terapií zpracována vstupní a výstupní data, na jejichž základě bylo provedeno výsledné vyhodnocení účinnosti léčebného efektu robotické rehabilitace. Během společných terapií byly použity přístroje ReoAmbulator, AlterG, Medi Tutor (jednotky pro horní a dolní končetinu) a také vysokovýkonná laserová terapie. Efektivita robotické rehabilitace u diagnózy paleocerebellárního syndromu byla prokázána, což je podrobněji popsáno v závěrečné diskuzi. Diskuze pojednává rovněž o výsledcích jiných autorů a obsahuje také pohled terapeuta na celkovou účinnost a spolupráci.

### **Klíčová slova**

Paleocerebellární syndrom; mozeček; robotická rehabilitace; ReoAmbulator; stabilita; chůze.

## **ABSTRACT**

Bachelor's thesis is focused on robotic rehabilitation of a patient with paleocerebellar syndrome and it evaluates effectiveness of this method in case of this diagnose. It is worked out using form of casuistry.

Theoretical part of thesis deals with anatomy and kinesiology of the given problem and it describes gained defects of cerebellum. The study took place from February 2020 till June 2020 in Laboratory of Robotic Rehabilitation of Faculty of Biomedical Engineering in CTU in Prague.

The specialised part contains, except for description of therapies, the input and output data, based on which the final appraisal of effectiveness of robotic rehabilitation was performed. Instrumental apparatuses ReoAmbulator, AlterG, Medi Tutor (units for upper and lower limb) and high-intensity laser therapy were used during cooperative therapies. Effectiveness of robotic rehabilitation in case of paleocerebellar syndrome was proven, which is described in detail in the final discussion. Discussion also deals with results of other authors and it includes the therapist's point of view to overall effectiveness and co-operation.

## **Keywords**

Paleocerebellar syndrome; cerebellum; robotic rehabilitation; ReoAmbulator; stability; gait.

## Obsah

1	Úvod .....	12
2	Cíle práce.....	13
3	Přehled současného stavu.....	14
3.1	Uvedení do problematiky, anatomie mozečku .....	14
3.1.1	Spojení mozečku .....	14
3.1.2	Dráhy mozečku .....	15
3.2	Klinické dělení, fyziologie mozečku .....	15
3.2.1	Funkce mozečku.....	16
3.3	Vady cerebella .....	17
3.3.1	Ataxie .....	18
3.3.2	Hypermetrie .....	19
3.3.3	Asynergie a adiadochokineze .....	19
3.3.4	Mozečková hypotonie a hypertonie .....	20
3.4	Paleocerebellární a neocerebellární syndrom.....	21
3.5	Fyzioterapie po traumatech cerebella.....	22
3.6	Robotická rehabilitace .....	23
3.7	Popis vybraných přístrojů.....	24
3.7.1	ReoAmbulator .....	24
3.7.2	AlterG.....	25
3.7.3	Medi Tutor .....	25
3.7.4	Vysokovýkonná laserová terapie.....	26
3.8	Studie .....	27
3.8.1	Úvod.....	27



3.8.2	Studie v kontextu .....	27
3.8.3	Cíl a průběh studie.....	28
3.8.4	Závěr .....	29
4	Metodika .....	31
4.1	Sběr dat.....	31
4.2	Vyšetřovací metody.....	32
4.2.1	Anamnéza.....	32
4.2.2	Antropometrie.....	32
4.2.3	Goniometrie.....	33
4.2.4	Vyšetření stoje .....	33
4.2.5	Vyšetření chůze .....	34
4.2.6	Vyšetření svalové síly .....	34
4.2.7	Vyšetření zkrácených svalů.....	35
4.2.8	Neurologická vyšetření .....	36
4.2.9	Vyšetření stability – Berg Balance Test.....	39
4.3	Terapeutické metody.....	40
4.3.1	ReoAmbulator .....	40
4.3.2	AlterG.....	40
4.3.3	Distanční terapie – Hand Tutor.....	41
4.3.4	3D Tutor .....	41
4.3.5	Vysokovýkonná laserová terapie.....	42
5	SPECIÁLNÍ ČÁST .....	43
5.1	Vstupní vyšetření – kineziologický rozbor a anamnéza.....	43
5.1.1	Anamnéza.....	43

5.1.2	Antropometrie.....	43
5.1.3	Goniometrie.....	44
5.1.4	Vyšetření stoje aspekci.....	45
5.1.5	Vyšetření chůze aspekci .....	45
5.1.6	Vstupní vyšetření svalové síly .....	47
5.1.7	Neurologická vyšetření .....	48
5.1.8	Berg Balance Test.....	49
5.2	Průběh terapií.....	50
5.2.1	Průběžné domácí terapie s přístrojem Hand Tutor.....	53
6	Výsledky.....	55
6.1	Antropometrie.....	55
6.2	Goniometrie.....	55
6.3	Výstupní vyšetření stoje.....	56
6.4	Výstupní vyšetření chůze.....	56
6.4.1	Modifikace chůze .....	57
6.5	Vyšetření svalové síly.....	58
6.6	Neurologická vyšetření.....	59
6.6.1	Zkouška taxu.....	59
6.6.2	Šlachookosticové reflexy .....	59
6.6.3	Iritační jevy na DKK .....	59
6.6.4	Zánikové jevy na DKK.....	60
6.6.5	Zánikové jevy na HKK .....	60
6.6.6	Vyšetření diadochokineze.....	60
6.7	Berg Balance Test .....	60

6.8	Celkové zhodnocení terapií .....	61
7	Diskuze.....	62
8	Závěr.....	68
9	Seznam použitých zkratk.....	69
10	Seznam použité literatury.....	71
11	Seznam použitých obrázků .....	74
12	Seznam použitých tabulek.....	75
13	Seznam Příloh.....	76

# 1 ÚVOD

Zranění a úrazy jsou bohužel nedílnou součástí našich životů, a to ať se jedná o úrazy těžší či méně závažné. Pro nikoho z nás není jednoduché, když nás podobná situace potká. Pokud se tak již stane, je potřeba hledat cestu, jak se znovu navrátit do normálního života.

Robotická rehabilitace otevírá v oblasti léčby nové možnosti, jak přistupovat k neurologickým onemocněním a v moderní medicíně si postupně nachází své místo. Jelikož Fakulta biomedicínského inženýrství spadá pod České vysoké učení technické, tedy pod technickou univerzitu, je zde možnost provozu robotické rehabilitace v rámci výzkumu, což naši fakultu dělá jedinečnou a zajímavou. Sbírat data pro tuto bakalářskou práci právě v Laboratoři robotické rehabilitace pro mě bylo unikátní příležitostí a neurologické diagnózy mi vždy připadaly jako velmi zajímavá součást fyzioterapie, což je také jedním z důvodů, proč jsem se rozhodla zaměřit bakalářskou práci právě na toto téma.

## 2 CÍLE PRÁCE

1. Vytvořit stručný tematický přehled o problematice paleocerebellárního syndromu, neocerebellárního syndromu a mozečkových poruchách obecně ze současné literatury.
2. Na základě vstupního vyšetření pacientky stanovit vhodný krátkodobý rehabilitační plán a následně ho uskutečnit.
3. Na základě všech informací ze sběru dat vyhodnotit účinnost využití robotické rehabilitace u pacientky s diagnózou paleocerebellárního syndromu a také účinnost terapií.

## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 3.1 Uvedení do problematiky, anatomie mozečku

Mozeček neboli cerebellum je část mozku, která leží v zadní jámě lební, kde najdeme také mozkový kmen. Vzniká spojením dvou hemisfér a vermisu. Jeho hlavní role spočívá v udržení správného svalového napětí, udržení rovnováhy při chůzi a stoji, koordinaci pohybu, a rovněž se stará o vzpřímenou polohu trupu. (Kolář, 2020)

Z morfologického hlediska se cerebellum rozděluje pomocí transversálních rýh na tři laloky, a to sice na přední lalok neboli lobus anterior, dále na zadní lalok neboli lobus posterior, a na lalok flokulonodulární, neboli lobus flocculonodularis. (Čihák, 2016)

#### 3.1.1 Spojení mozečku

Cerebellum je s mozkovým kmenem propojeno pomocí tří stonků neboli pedunculů – jedná se o pedunculus inferior, medius a superior. Pedunculus superior propojuje cerebellum s mezimozkem (diencephalonem), středním mozem (mesencephalonem) a retikulárními formacemi (formatio reticularis). Pedunculus medialis obsahuje dráhy, které cerebellum propojují s nukleus pontis (s Varolovým mostem) a pedunculus inferior mozeček pojí s prodlouženou míchou. Pomocí těchto tří pedunculů mohou do cerebella přicházet všechny aferentní dráhy. (Dylevský, 2009)

Co se týče povrchu cerebella, hemisféry a vermis jsou pokryty mozečkovou kůrou, která obsahuje jemné vrásky, kterými je mozeček rozčleněn na menší oddíly. Složení kůry cerebella obsahuje tři hlavní buněčné vrstvy. Tyto vrstvy jsou stratum moleculare, kde se nachází košíčkové a hvězdicovité buňky, dále stratum gangliosum, kde najdeme buňky Purkyňovy, a stratum

granulosum, kde se nachází buňky zrnité a Golgiho buňky, jejichž dendrity vybíhají do všech vrstev cortexu cerebella. (Mysliveček, 2009)

### **3.1.2 Dráhy mozečku**

Mozeček se řadí k drahám motorickým, a to jak pyramidovým, tak extrapyramidovým. Je spojen s kůrou senzitivní i motorickou a je rovněž propojený se vzestupnými senzitivními dráhami. Díky těmto propojením dokáže cerebellum korigovat pohyb včetně jeho správného provedení. Před provedením každého pohybu mozeček daný pohyb zanalyzuje – toto se nazývá schopnost extrapolace – schopnost, kdy mozeček porovná úmyslný pohyb se skutečným v závislosti na jeho dráze, kterou v případě potřeby dokáže upravit – zapojuje se tedy nejen do analýzy pohybu, nýbrž i do zpětnovazebného řízení. Ve většině případů se jedná o proces inhibiční, aby nedošlo k přestřelení daného pohybu. Jeho snahou je, aby každý pohyb byl plynulý, účelný a co nejvíce efektivní. (Ambler, 2011)

## **3.2 Klinické dělení, fyziologie mozečku**

Mozeček je část mozku, která se během ontogeneze postupně vyvíjí a dozrává poměrně pozdě, a to sice v 6. roce života. Jelikož cerebellum má na starosti mimo jiné také cílené pohyby a jemnou motoriku, je jeho dozrávání vázáno právě na 6. rok života, kdy je jedinec připraven zahájit povinnou školní docházku. Všechny části cerebella pracují jako celek. Co se však týče klinického dělení, rozdělujeme mozeček na tři hlavní části – archicerebellum, paleocerebellum a neocerebellum. (Kolář, 2020)

Archicerebellum je vývojově nejstarší částí cerebella a říká se mu jinak také vestibulární mozeček. To proto, že je spojen s vestibulární soustavou a ačkoli jde o velmi malou část cerebella, je velmi důležitá. Do archicerebella přicházejí

informace z vestibulárního systému o pohybech a pozici hlavy, díky čemuž je zajištěna stabilita během veškeré posturální aktivity. (Kolář, 2020)

Do paleocerebella se řadí střední část cerebella (konkrétně lobus anterior), dolní část vermis a nucleus fastigii. Paleocerebellum se nazývá jinak také spinální mozeček, protože zpracovává především informace přicházející z míchy a z proprioreceptorů. Jeho úkolem je především udržení stability při chůzi a stojí za pomoci držení správného svalového napětí. Spolu s archicerebellem se stará také o koordinaci agonistů a antagonistů, kteří se rovněž zapojují do aktivity chůze a stoje. (Kolář, 2020)

Neocerebellum, nebo jinak také cerebrální mozeček, je vývojově nejmladší částí a řadíme do něj mozkové hemisféry spolu se střední částí vermis. Nachází se zde velké množství spojení s motorickými oblastmi kůry mozkové a rovněž s jádry thalamu, díky čemuž se neocerebellum někdy nazývá také pontinní mozeček. Jeho úkolem je postarat se o koordinaci pohybu a končetin, kdy každý cílený pohyb je přesně analyzován a kontrolován. (Kolář, 2020)

### **3.2.1 Funkce mozečku**

Cerebellum se řadí mezi regulační okruhy, které mají na starosti udržení stability, regulaci svalového napětí a v neposlední řadě také koordinaci pohybů. Rovněž má na starosti regulaci jak volných, tak mimovolných pohybů. Cílem mozečku je především starat se o plynulost a relevantnost každého pohybu, a to tak, aby každý jeden pohyb byl vykonaný co možná nejefektivněji. (Dylevský, 2019)

Aktivitu cerebella však nelze chápat jako činnost samostatně izolovaných částí, nýbrž jako ucelenou funkční jednotku. Cerebellum jako celek zpracovává podněty přicházející z motorických drah, z proprioreceptorů a exteroceptorů,



z ústrojí zrakového a sluchového a v neposlední řadě také ze statokinetického aparátu. Kromě plynulosti pohybu koriguje také jeho sílu, zacílení, dobu trvání a rovněž jeho intenzitu. Je také zodpovědný za tvorbu podmíněných reflexů a účastní se tak procesu učení. (Myslivoček, 2009)

Informace přijímané ze zrakového a sluchového aparátu umožňují cerebellu průběžně analyzovat rychlost a vzdálenost přibližujících se objektů a následně na tuto situaci přiměřeně reagovat. Cerebellum nepřetržitě zpracovává veškeré podněty týkající se pohybu a případně opravuje jakékoli potenciální nepřesnosti, kdy se jedná zejména o činnost inhibiční – tedy tlumící, kdy cerebellum zabraňuje přestřelování pohybů. Pohyb je tlumený takovým způsobem, aby jeho rozsah byl co nejpřesněji zacílený. Cerebellum si rozfází každý pohyb a postupně naplňuje zahájení každé jeho části. Je tedy zapojeno jak do motoriky hrubé, tak do motoriky jemné. Mozeček slouží rovněž k uchování naučených pohybových stereotypů, což má na starosti spolu se senzoricou kůrou. (Kolář, 2020)

### **3.3 Vady cerebella**

Cerebellum může být poškozeno všemožnými patologickými ději, počínaje úrazy a nádory, přes ischemii, krvácení či neurodegenerativní onemocnění, až po metabolické či intoxikační poškození. Rovněž se může mozkové poškození objevit již v dětském věku, kdy se postižení cerebella projeví v případě dětské mozkové obrny. (Kolář, 2020)

Mozeček slouží především pro koordinaci a orientaci pohybu, pro udržení správného svalového tonu a v neposlední řadě pro udržení rovnováhy. Jakmile je tedy narušená některá z jeho částí, dochází následně k poruchám rovnováhy či svalového napětí. K řízení motoriky dochází pomocí zkřížených kortikospinálních, rubrospinálních, vestibulospinálních a retikulospinálních

drah – nacházíme zde dvojí křížení, kvůli čemuž se poruchy mozečku ve většině případů projevují homolaterálně s oblastí léze. (Ambler, 2011)

### 3.3.1 Ataxie

Mezi základní poruchy koordinace pohybu řadíme ataxii neboli poruchu hybnosti. Ataxie může být jak trupová, tak na končetinách – záleží, o kterou konkrétní poruchu cerebella jde. Obecně se jedná o neschopnost spolupráce jednotlivých svalových skupin, jejichž zapojení je potřeba pro vykonávání plynulého pohybu. Pohyby u člověka s ataxií jsou tedy velmi nepřesné a trhané, pacient se pohybuje neobratně a má problém svůj pohyb přesně zacílit. Provádění pohybů je velmi neefektivní, často také s vychýlením do jiného směru, než bylo požadováno. Ať už se tedy jedná o ataxii trupovou, končetinovou či řečovou, z popisu vyplývá, že pacient s ataxií bude úkony jako jsou chůze, stoj, zapojení končetin či řeč provádět nekoordinovaně a trhaně. (Ambler, 2011)

To, zda se jedná o ataxii, můžeme vyzkoušet pomocí několika vyšetření. Jedním z nich je zkouška na ataxii horních končetin, takzvaná zkouška „prst-nos“, kdy vyzveme pacienta, aby se prstem dotkl svého nosu. U pacientů s ataxií pozorujeme velké přestřelení pohybu, kdy se pacient do svého nosu mnohdy ani netrefí nebo musí cílit opakovaně. Rovněž pozorujeme takzvaný intenční tremor – tedy třes, který se stupňuje, čím blíže se pacient dostává ke svému cíli. (Kolář, 2020)

Zda má pacient ataxii nám však může prozradit i pouhá chůze, kdy pacient chodí o velmi široké bázi, jeho chůze je velmi nejistá a kroky nestejně s výchyly do různých směrů, a to bez stranové preference. Pacienti také často uvádí strach z pádů a jejich chůze se často popisuje jako opilecká. (Čada, 2017)

### 3.3.2 Hypermetrie

Hypermetrie je rovněž jeden z mozečkových příznaků. Jedná se o takzvané přestřelení pohybu, kdy zamýšlený pohyb je proveden velmi nepřesně a s velkou nejistotou. Hypermetrii pozorujeme nejen při zkouškách taxy, nýbrž také u obranných pohybů, kdy sedícího pacienta nečekaně strčíme do ramene a následně vidíme velmi nepřiměřenou (ve smyslu nadměrnou) obrannou reakci, a to především na pacientových končetinách. (Kolář, 2020)

Hypermetrie se však neprojevuje pouze v pohybu, ale také v písmu či v řeči. Písmo zde bývá nadměrně velké a často také roztřesené. Co se týče řeči, objevuje se zde buď takzvaná skandovaná řeč, kdy pacient jednotlivá slova či slabiky explozivně vyřadí a mluví velmi nahlas, nebo naopak řeč pomalá a nesouvislá (tzv. mozečková dysartrie), která může budít dojem, že pacient je opilý. (Kolář, 2020)

### 3.3.3 Asynergie a adiachokineze

Asynergie je stav, kdy dochází k chybné souhře svalových skupin či jednotlivých svalů během pohybu. Tyto svaly pracují nezávisle na sobě, pohyby nejsou plynulé a zapojení jednotlivých svalů neprobíhá ve správný čas. U komplexnějších pohybů tedy dochází k jejich rozfázování, pohyby jsou trhané a často také přehnané, protože kvůli špatnému načasování zapojení jednotlivých svalů či svalových skupin tyto svaly nestíhají pohyb dostatečně včas zabrzdit. Vyšetření asynergie probíhá tak, že pacient stojí zády k terapeutovi, který ho následně zatáhne za ramena směrem dozadu. Fyziologická reakce je pokrčení kolenou, avšak při lézi mozečku tato flexe chybí a kolena zůstávají propnutá, což má za následek tendenci pádu vzad. Zároveň zde můžeme vidět nadměrnou reakci rukou, které jdou do nepřiměřené obranné reakce. (Kolář, 2020)

Adiadochokineze je porucha souhry agonistů a antagonistů u pohybů, které se rychle za sebou opakují – tzv. repetitivních pohybů. Adiadochokineze se dá vyšetřit například pomocí testu „supinace-pronace“, kdy pacient provádí tyto pohyby rychle za sebou oběma rukama. U mozečkových lézí je charakteristické, že zanedlouho se jedna ruka opozdí oproti druhé a každá má jiný rytmus a tempo. Dále pozorujeme také přestřelení tohoto pohybu a taktéž je zde problém se zabrzděním pohybu. (Kolář, 2020)

### **3.3.4 Mozečková hypotonie a hypertonie**

Dalším příznakem poruchy mozečku je potom svalová hypotonie neboli pasivita, tedy stav, kdy je ve svalech snížené napětí. Snížené svalové napětí se při vyšetření projeví především při testech zkoumajících výdrž – například u Mingazziniho zkoušky, kdy je úkolem pacienta se zavřenýma očima udržet obě horní končetiny natažené před sebou. Při poškození cerebella zde vidíme pokles předpažené horní končetiny homolaterálně se stranou léze. (Kolář, 2020)

Neméně častým příznakem mozečkovým je také svalová hypertonie, která však bývá většinou pouze přechodná a vzniká na základě velkého množství požitého alkoholu, který má i na zdravý lidský organismus obecně toxické působení. Ve většině případů následuje po prvotní svalové hypotonii a je charakterizována takzvanými „mozečkovými křečemi“, kdy dochází zpravidla k silné extenzi hlavy a páteře a rovněž prohnutí končetin. Tyto křeče jsou způsobeny utlumením struktur, které za normálních podmínek cerebellum tlumí, avšak kvůli toxickému působení alkoholu k tomuto útlumu nedochází. (Pfeiffer, 2007)

### 3.4 Paleocerebellární a neocerebellární syndrom

Paleocerebellární syndrom se řadí rovněž do sekce mozečkových poruch. Úkolem paleocerebella je především udržení rovnováhy při stoji a chůzi, proto pacienti s paleocerebellárním syndromem dominují především porušením stability. Dále nacházíme trupovou ataxii (poruchu koordinace pohybů) a rovněž ataxii při stoji a chůzi. Chůze u pacientů s paleocerebellárním syndromem tedy bývá velmi nejistá, pacient má strach, chodí o široké bázi a pozorujeme rovněž titubace – stav, kdy se pacient při chůzi kymácí a vychyluje do různých směrů, když se snaží udržet rovnováhu. Důležitým faktorem je, že mozečkovou ataxii pozorujeme jak při otevřených, tak při zavřených očích. (Ambler, 2011)

U pacientů s paleocerebellárním syndromem však nevidíme pouze ataxii trupovou, nýbrž také porušenou vzájemnou koordinaci jednotlivých svalů či svalových skupin mezi trupem a končetinami, kterou pozorujeme především právě při chůzi, která může budít dojem, že pacient je opilý. Tyto příznaky jsou stejné jak s otevřenýma, tak se zavřenýma očima. Důležité je také zdůraznit, že tyto příznaky nejsou patrné, pokud je pacient v klidu – pozorujeme je až ve chvíli, kdy pacient započne nějakou aktivitu. (Seidl, 2015)

Oproti tomu při syndromu neocerebellárním vidíme ataxii končetin, která je přítomna stejnostranně s poškozením hemisféry mozečku. Ataxie končetin je stav, kdy svalové skupiny či jednotlivé svaly nejsou schopny pracovat koordinovaně a pohyb tak není plynulý, nýbrž trhaný a nesouvislý. Dále nacházíme dysmetrii, což je špatné odhadnutí daného pohybu. Dysmetrii zkoumáme například pomocí zkoušky „prst – nos“, kdy vyzveme pacienta, aby se prstem ruky postižené strany dotkl nosu. U pacientů s neocerebellárním syndromem pozorujeme při provedení této zkoušky přestřelení pohybu, kdy pacient špatně odhadne daný cíl a v souvislosti s nesouladem agonisty a antagonisty pohyb přežene. Dále nacházíme intenční tremor, který vzniká při

pohybu. Jedná se o třes, který se zpravidla více zesiluje, čím více se pacient blíží k cíli a v některých případech dosahuje takové intenzity, že pacient se nedokáže ani najíst, protože jídlo nedokáže donést od talíře až k ústům. V neposlední řadě nacházíme také adiadochokinezi, kdy pacient není schopen provádět rychle se střídající pohyby a dochází ke zpoždění jedné končetiny oproti druhé. (Ambler, 2011)

Hlavním rozdílem mezi paleocerebellárním a neocerebellárním syndromem je tedy ten, že při poškození paleocerebella dochází k poruše koordinace rovnováhy u celého těla, tedy především při chůzi a stoji, zatímco u syndromu neocerebellárního pozorujeme hlavně nesoulad končetin. Je však nutné podotknout, že tyto dva syndromy se velmi často u pacientů vyskytují společně, tedy nacházíme velkou většinu výše popsaných příznaků. (Ambler, 2011)

### **3.5 Fyzioterapie po traumatech cerebella**

Mozeček má za úkol především udržení stability při chůzi a stoji a rovněž svalovou souhru. Po jeho porušení či odstranění má tedy daný jedinec značné potíže s těmito funkcemi, nicméně pokud nedojde k poškození některé z dalších struktur, se kterými je cerebellum dálkově propojeno, potom se za určitý čas a po rehabilitacích daří tyto obtíže poměrně úspěšně korigovat. (Pfeiffer, 2007)

Rehabilitace po mozečkových lézích či dysfunkcích se tedy cílí především na ovlivnění koordinace pohybu, dále na jemnou (cílenou) i hrubou motoriku a v neposlední řadě také na zlepšení svalové síly a zmírnění cerebellárního třesu. (Kolář, 2020)

Léčebné a rehabilitační postupy se odvíjejí především od tíže postižení, ale základní princip léčby se v zásadě neliší. Pokud se jedná o závažnější stavy, vždy je nejprve potřeba zajistit životně důležité funkce jako jsou funkce srdce a plic.

Základním terapeutickým úkonem u závažnějších stavů je potom polohování, aby se předešlo nežádoucím dekubitům, kontrakturám a dalším komplikacím. (Pfeiffer, 2007)

Bezprostředně po operaci či úrazu cerebella je nutné začít s rehabilitací co nejdříve, tedy již na lůžku. Zde se fyzioterapie snaží především o obnovení aktivní hybnosti v kořenových kloubech, od kterých se vždy začíná, a postupně se zaměřuje i na klouby periferní. Dále se léčebná tělesná výchova zaměřuje na prevenci vzniku dekubitů a kontraktur, k čemuž se využívá polohování pacientů a pasivní pohyby. U pacientů, kteří jsou imobilní, je vhodné začít s nácvikem otáčení na lůžku, k čemuž se využívá Vojtova reflexní lokomoce. (Jandová, 2017)

Základem všech cílených pohybů je rovnováha, k jejímuž poškození či zhoršení při lézích mozečku často dochází, a proto je potřeba při rehabilitaci začít právě s nácvikem stability. Stabilitu je vhodné začít zlepšovat co nejdříve, a to pomocí cvičení na neurofyziologickém podkladě, kam se řadí například cvičení dle Frenkela, Vojtova reflexní lokomoce, PNF (proprioceptivní neuromuskulární facilitace), Bobath koncept a další. Všechny tyto metody vychází z vývojové kineziologie a slouží k edukaci pacientů ke správným pohybovým vzorům a zapojení svalů do pohybových stereotypů. (Kříž, 2009)

### **3.6 Robotická rehabilitace**

Robotická rehabilitace je jednou z možností moderní fyzioterapie, která je vhodná především pro pacienty s neurologickou diagnózou, kam spadá také poškození cerebella. Jedná se především o pacienty po těžkých úrazech, dále o pacienty trpící spasticitou, kvadruplegiky, paraplegiky, o pacienty po cévní mozkové příhodě a další. Ať už se jedná o úraz či dlouhodobou nemoc, je v každém případě potřeba pravidelná rehabilitace pro navrácení pacienta do

normálního života. A právě robotická rehabilitace, která se neustále vyvíjí a k dispozici jsou stále novější a lepší přístroje, může v tomto ohledu velmi účinně pomoci a v neposlední řadě také usnadnit práci terapeutům. Přístroje určené pro robotickou rehabilitaci jsou vybaveny pokročilými robotickými systémy a v kombinaci s rehabilitací manuální představují velmi efektivní způsob léčby. (Vařeka, 2016)

## **3.7 Popis vybraných přístrojů**

### **3.7.1 ReoAmbulator**

ReoAmbulator je přístroj, který se zaměřuje na obnovení funkce chůze, a to především u pacientů s neurologickou diagnózou. Tento přístroj přináší možnost časně, a především velice efektivní terapie. ReoAmbulator byl vyroben primárně pro rehabilitaci dolních končetin a jedná se o jednu z nejpokročilejších metod pro nácvik chůze. (ReoAmbulator, Uživatelský manuál 2014)

Toto zařízení obsahuje posuvný chodník, nad nímž se nachází závěsné popruhy, které jsou připevněné ke zvedacímu zařízení a jsou určeny pro snadné a komfortní zajištění pacienta. Závěsný systém umožňuje odlehčení pacienta, které se odvíjí od individuální potřeby každého jedince. Rehabilitační chodník, nad nímž je pacient zavěšen, má možnost měnit rychlost svého posuvu dle potřeby. Na stranách ReoAmbulatoru se nachází robotické ortézy, které se připevní pacientovi na dolní končetiny a mohou mu tak napomáhat k fyziologickému pohybu díky robotické asistenci přístroje. ReoAmbulator je rovněž opatřen virtuální realitou, která je pacientovi promítána na obrazovku nacházející se před rehabilitačním chodníkem. Tato funkce slouží především pro motivaci a zájem pacienta o rehabilitaci. Je zde na výběr několik virtuálních prostředí, kde pacient může svůj nácvik provozovat – například lesní krajina, centrum Říma či procházka po riviéře. Ovládání je zařízení skrz dotykový



displej, kde je následně vidět také analýza chůze pacienta. (ReoAmbulator, Uživatelský manuál 2014)

### **3.7.2 AlterG**

Přístroj AlterG je antigravitační trenážér chůze, který umožňuje zahájení včasné a bezbolestné rehabilitace pacientů po úrazech či operacích. Toto zařízení pracuje na principu změny tlaku vzduchu uvnitř přetlakového vaku. Díky pozitivnímu přetlaku je vytvářeno antigravitační prostředí, které dokáže odlehčit pacienta až o 80 % jeho tělesné hmotnosti. Zařízení je dále vybaveno pohyblivým chodníkem, jehož rychlost a sklon se dají regulovat dle potřeby. Velkou výhodou AlterG je, že díky snížení tělesné hmotnosti se dá cvičit pod prahem bolesti, což zajišťuje bezbolestný průběh cvičení a urychluje tak návrat pacienta do normálního života. Rovněž zde dochází k posilování posturálních svalů, zlepšení pohybových stereotypů a ke zdokonalování stability pacienta. (AlterG, 2018)

### **3.7.3 Medi Tutor**

Systém Medi Tutor je zpětnovazebný rehabilitační přístroj, který je složen z jedné či několika jednotek, mezi něž patří mimo jiné také Hand Tutor a 3D Tutor. Tyto přístroje jsou určeny rovněž pro neurologické pacienty a využívají se především pro domácí doléčení, během kterého je vidět jak pacientova aktivita, tak jeho pokroky a zlepšení. Přístroje jsou vybaveny moderním rehabilitačním softwarem a pacient je motivován k aktivitě pomocí různých her a úkolů. Jednotlivé terapie lze přizpůsobit aktuálním možnostem a schopnostem pacienta. (Medi Tutor, 2020)

#### **Hand tutor**

Přístroj Hand tutor je určený pro pacienty s funkční poruchou horních končetin. Hand tutor obsahuje senzorickou rukavici, ve které jsou umístěny

poziční a rychlostní senzory v oblasti prstů. Je určena pro zlepšení rozsahu pohybu, přesnosti a jemné motoriky horní končetiny pacienta, kterému je díky sensorům dodávána zpětná vazba. (Medi Tutor, 2020)

### **3D Tutor**

3D Tutor je rovněž zpětnovazebný přístroj, který je možno využít na jednotlivých izolovaných částech těla, jako jsou horní končetiny, dolní končetiny či hlava. Je určen pro zvětšení rozsahu pohybu v dané oblasti a také pro posílení svalů a nácvik stability. (Medi Tutor, 2020)

#### **3.7.4 Vysokovýkonná laserová terapie**

Laserový paprsek má 4 charakteristické vlastnosti, kterými jsou monochromaticnost, polarizace, koherence a nondivergence – tedy jedna vlnová délka, vlnění jen v jedné rovině, kmitání jen v jedné fázi a velmi malá rozbíhavost paprsku. Díky těmto vlastnostem má laserový paprsek velmi vysokou energii, avšak v medicíně se využívají energie nižší. (Zeman, 2013)

Účinků laseru je mnoho, avšak pro naše účely jsou nejdůležitější efekt stimulační a efekt analgetický. Účinek analgetický je získán především díky snížení citlivosti povrchové tkáně a díky působení na aktivitu nervosvalových plotének. (Navrátil, 2019)

Účinek stimulační je zajištěn skrze působení na vnitřní membrány mitochondrií, kdy je urychlen reparační mechanismus a dochází k regeneraci a obnově tkání. (Poděbradský, 2009)

Kontraindikace laseru je aplikace v blízkosti očí – při každé aplikaci laseru je povinnost mít na sobě ochranné brýle, a to jak pro aplikujícího terapeuta, tak

pro pacienta. Další kontraindikací je aplikace v oblasti štítné žlázy, růstových štěrbin a zhoubných nádorů. (Navrátil, 2019)

## **3.8 Studie**

### **3.8.1 Úvod**

Vzhledem k tématu této bakalářské práce jsem si vybrala studii, která pojednává o podobné problematice, a to o tom, zda kombinace kognitivního tréninku s fyzickým tréninkem může mít za výsledek zlepšení rovnováhy a redukci pádů u pacientů s cerebellární ataxií. Cerebellární ataxie (dále jen „CA“) zahrnuje mimo jiné posturální nestabilitu, poruchy chůze, špatnou koordinaci a také kognitivní poruchy – tedy mozečkovou symptomatiku. Mozeček hraje hlavní roli v motorické adaptaci a regulování rovnováhy, proto je rehabilitace u pacientů s CA považována za klíčovou intervenci. Tato studie zkoumala, zda zadání dvojího úkolu (zahrnující fyzický a kognitivní úkol) pacientům s CA vede ke zlepšení rovnováhy a snižuje riziko pádů. Pro zjištění, zda toto tvrzení platí, byl v rámci této studie navržen takzvaný Cognitive-coupled Intensive Balance Training (kognitivně vázaný intenzivní trénink rovnováhy – dále jen „CIBT“). (Winser, 2019)

### **3.8.2 Studie v kontextu**

Již dříve byl hodnocen vliv Tai-Chi na zlepšení rovnováhy a snížení počtu pádů u lidí s neurologickou poruchou. Tai-Chi totiž vyžaduje pozornost, aby došlo ke správnému pořadí zapojení pohybu a paměti, a rovněž je potřeba zapamatovat si správné pohyby při nácviku. Tato kombinace fyzické aktivity s potřebou pozornosti a paměti tedy z Tai-Chi dělá trénink dvojího úkolu. Závěrem tohoto výzkumu, který byl rovněž proveden S. Winserem bylo, že Tai-Chi má pozitivní vliv na zlepšení rovnováhy u lidí s CA. (Winser, 2019)

Následně byla provedena randomizovaná kontrolovaná studie, aby byla porovnána účinnost Tai-Chi (dle předchozího výzkumu) ve srovnání s obvyklou terapeutickou intervencí u pacientů s CA. Bylo však zjištěno, že Tai-Chi nesnížilo počet pádů v poměru k obvyklé terapeutické intervenci. Vzhledem k nedostatečnému zlepšení rovnováhy tedy byla vyvinuta Cognitive-coupled Balance Training (CIBT) pro rovnováhu a prevenci pádů pro lidi s CA, která měla za cíl těchto účinků dosáhnout. (Winser, 2019)

### **3.8.3 Cíl a průběh studie**

Konkrétním cílem studie bylo vyhodnotit účinnost tréninku s dvojitým úkolem (CIBT) ve srovnání s tréninkem jednoho úkolu (rovnováha, koordinace, kognitivně aktivní ovládnutí). Bylo předpokládáno, že zadáním dvojitého úkolu se sníží počet pádů spíše než při zadání jednoho úkolu. Výsledky pilotní studie ukazují, že dvojitý úkol (CIBT) má potenciál snížit počet pádů u lidí s CA. (Winser, 2019)

Do této studie bylo zapojeno celkem 44 účastníků s diagnózou CA, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin po 22 lidech. Skupina 1 měla výcvik s dvojitým úkolem (CIBT) a skupina 2 měla trénink aktivní kontroly jednoho úkolu (konvenční rovnováha, koordinace a kognice). Kritérium pro zařazení do studie bylo, aby se účastníci pohybovali ve věku od 18 do 60 let, aby měli potvrzenou diagnózu CA (jakéhokoli typu) a aby byli schopni samostatně chodit – s pomůckou nebo bez ní. Rovněž byl přijat fyzioterapeut, který oběma skupinám poskytoval potřebnou terapeutickou intervenci. Během celkové doby studie byla provedena čtyři kontrolní hodnocení, a to sice před začátkem výzkumu (T1), po 6 týdnech od prvního vyšetření (T2), poté vyšetření po 4 týdnech intervence (T3) a poslední vyšetření proběhlo po 6 měsících od intervence (T4). Celková doba výzkumu byla 34 týdnů. (Winser, 2019)

Obě skupiny absolvovaly intervence dlouhé 60 minut, 3x týdně, po dobu 4 týdnů. Tyto intervence probíhaly po dobu 1 měsíce pod dohledem odborného terapeuta a následně byli pacienti vyzváni, aby cvičili po dobu 6 měsíců sami doma na základě předchozích zkušeností a instrukcí. (Winsler, 2019)

Skupina 1: účastníci skupiny se dvěma úkoly absolvovali 10 minut rozehrání, 40 minut tréninku CIBT a 10 minut zklidnění. Program CIBT zahrnoval provádění čtyř typů kognitivních úkolů během stoje o široké bázi, stoje na jedné noze, stoje ze sedu, tandemového stoje, během natahování se do různých směrů, chůzi po schodech a chůzi po rovině na 10 m dráze. Čtyři kognitivní úkoly zahrnovaly počítání pozpátku při odečítání 4 čísel (pro mentální zapojení), jmenování ovoce, zeleniny či zvířat (pro zapojení paměti), sluchové podněty – například zvednutí paty, když pacienti uslyší tón (pro zapojení sluchové diskriminace) a vyprávění krátkého příběhu (pro slovní plynulost). (Winsler, 2019)

Skupina 2: Skupina s jedním úkolem – účastníci absolvovali 10 minut rozvíčky, následně 20 minut plnění jednoho úkolu (návěk rovnováhy a koordinace), 20 minut kognitivního tréninku (kdy se jednalo o stejné 4 úkoly, jako u skupiny 1) a nakonec 10 minut zklidnění. (Winsler, 2019)

#### **3.8.4 Závěr**

Bylo předpokládáno, že CIBT zlepší rovnováhu a sníží počet pádů, a k testování této hypotézy byla využita randomizovaná kontrolovaná studie. Bylo zjištěno, že intenzivní a cílený zásah CIBT skutečně zlepšil rovnováhu a snížil počet pádů u pacientů s CA. Rovněž bylo zjištěno, že zapojení návěku rovnováhy a koordinace v kombinaci s kognitivním tréninkem zlepšuje stabilitu a snižuje počet pádů u pacientů po cévní mozkové příhodě, u pacientů s Parkinsonovou chorobou a rovněž u starší populace. (Winsler, 2019)

Winserova studie, ve které zkusil spojení fyzického a kognitivního tréninku pro zlepšení rovnováhy, mě hodně zaujala. Proto jsem se rozhodla, že do rehabilitačního plánu zařadím podobný pokus – a to sice kombinaci fyzického tréninku ve formě chůze na ReoAmbulatoru ve spojení s virtuální realitou, kde pacientka musela zapojit rovněž paměť a horní končetiny.

## 4 METODIKA

### 4.1 Sběr dat

Veškeré informace, které byly shromažďovány pro účely této bakalářské práce, byly sbírány v Laboratoři robotické rehabilitace, na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT v Praze. Sběr dat probíhal od začátku února 2020 pravidelně dvakrát či třikrát týdně po dobu dvou měsíců, poté však byly terapie přerušeny kvůli vládním nařízením v návaznosti na situaci s onemocněním COVID-19. Během terapeutické pauzy pacientka cvičila sama doma podle předchozích doporučení a následně terapie pokračovaly opět během celého června.

Léčená pacientka měla diagnózu paleocerebellárního syndromu a vzhledem k tehdejšímu stavu pacientky byl sběr dat a terapie na jednotlivých přístrojích zaměřena především na postupné zlepšení stability, korekci chůzového mechanismu, automatizaci chůze a v neposlední řadě také na zlepšení jemné motoriky a hybnosti kloubů u pravé horní končetiny. Kromě ReoAmbulatoru byl zařazen také přístroj AlterG, který umožnil odlehčení tělesné váhy pacientky a následnou korekci správného stereotypu chůze. Dále byl využit Medi Tutor, konkrétně jednotka 3D Tutor pro dolní končetinu. Pomocí 3D Tutoru pacientka trénovala stabilitu ve stoji a rovněž posilovala svalstvo dolních končetin. Pro domácí cvičení byl pacientce propůjčen Hand Tutor, díky kterému mohla zlepšovat jemnou motoriku a přesnost pohybu horní končetiny, což jí bylo umožněno také během přerušování terapií kvůli COVIDU-19. Pacientka trpěla rovněž periferní parézou lícního nervu, proto byla zařazena také vysokovýkonná laserová terapie. Vysokovýkonná laserová terapie byla využita pro svalstvo obličeje, kdy postižená polovina obličeje byla pomocí laserového paprsku stimulována a polovina zdravá byla relaxována.

## **4.2 Vyšetřovací metody**

### **4.2.1 Anamnéza**

Anamnéza je soubor informací, které vypovídají o zdravotním stavu daného pacienta. Dělí se na přímou a nepřímou. Anamnéza přímá je získávána přímo od pacienta, zatímco anamnéza nepřímá je získávána od rodinných příslušníků či osob, které pacienta doprovázejí. Cílem anamnézy je zjistit, jaký je pacientův současný stav, jaké potíže je potřeba řešit a v neposlední řadě také postupně zjistit, jaká je jejich příčina. (Navrátil, 2017)

V této bakalářské práci byla anamnéza zaměřena především na prodělané úrazy a operace a na současný subjektivní stav pacientky s otázkou, na co by se pacientka chtěla nejvíce zaměřit v rámci terapie.

### **4.2.2 Antropometrie**

Antropometrie je vyšetření, které zkoumá délkové a obvodové rozměry lidského těla. Pro lepší orientaci při tomto měření se vždy musí určit antropometrické body, které se promítají na povrch těla pacienta a následně se měří vzdálenosti mezi těmito body. Pro větší přesnost vyšetření by se antropometrie měla provádět ve spodním prádle a vyšetřuje se pomocí krejčovského metru. Aby nedošlo k chybě, každý obvod i délka by měl být změřen alespoň dvakrát. Kromě délkových a obvodových rozměrů antropometrie zkoumá také výšku a váhu pacienta. (Haladová, 2010)

V této bakalářské práci byla odebrána antropometrická data z dolních končetin, horních končetin a trupu a také pacientčina výška a váha.



### 4.2.3 Goniometrie

Goniometrie je vyšetření rozsahu pohybu v kloubu. Při goniometrickém vyšetření se zkoumá buď rozsah pohybu nebo fyziologické postavení v daném kloubu, kterého je vyšetřovaný jedinec schopen dosáhnout. Goniometrii lze vyšetřovat aktivně, kdy pacient daný pohyb provede sám, nebo pasivně, kdy daný pohyb udělá za pacienta terapeut. Kromě rozsahu pohybu zkoumá goniometrie také ovlivňující okolnosti, které pohybu brání, jako jsou například bolest či další omezení. Pro měření každého kloubu je určena výchozí poloha a měření se provádí pomocí goniometru. (Haladová, 2010)

Pro účely této bakalářské práce byla odebrána goniometrická data při vstupním a výstupním vyšetření z dolních a horních končetin. Zápis je proveden metodou SFTR: S – rovina sagitální (flexe a extenze), F – rovina frontální (abdukce a addukce), T – rovina transversální (horizontální addukce, extenze v abdukci), R – rovina rotační (vnitřní a zevní rotace). První hodnota je měřena směrem od těla (extenze, zevní rotace a abdukce), 0 je nulové postavení a třetí hodnota je měřena směrem k tělu (flexe, vnitřní rotace, addukce)

### 4.2.4 Vyšetření stoje

Neméně důležitou součástí kineziologického rozboru je rovněž vyšetření stoje aspekci (pohledem). U vyšetření stoje terapeut zkoumá především symetrii pravé a levé strany těla a rovněž rozložení váhy na obě chodidla, kdy sleduje takzvanou hru prstů, která vypovídá mimo jiné o schopnosti udržení rovnováhy. Dále je důležité také svalové napětí a postavení jednotlivých segmentů těla vůči sobě. Stoj pacienta je zkoumán nejprve zezadu, následně z boku a naposledy zepředu. Vyšetření se provádí rovněž v různých modifikacích, jako je stoj o úzké bázi, stoj o úzké bázi se zavřenýma očima a stoj na jedné noze. (Kolář, 2020)

Pro účely této bakalářské práce byla zkoumána především stabilita ve stoji a rozložení váhy na obou chodidlech, protože se jednalo o mozečkovou poruchu, a tudíž byla stabilita jedním z klíčových aspektů, na které se následně zaměřovala také terapie. Kromě stability se vyšetření stoje zabývalo také symetrií jednotlivých tělesných segmentů a svalovým napětím.

#### **4.2.5 Vyšetření chůze**

Vyšetření chůze se provádí rovněž pomocí aspekce, tedy pohledem. Při tomto vyšetřování by měl být pacient bez bot a ve spodním prádle, kdy pacienta sledujeme nejprve zezadu, poté ze strany a také zepředu. Terapeut se zaměřuje na způsob, jakým pacient došlapuje, dále sleduje délku a symetrii kroku, rytmus pacientovy chůze, odvíjení chodidla od podložky a rovněž celkové postavení obou dolních končetin. Kromě dolních končetin sledujeme také souhyby horních končetin, trupu a hlavy. V neposlední řadě si terapeut všímá také svalové aktivity a pacientovy schopnosti udržet při chůzi rovnováhu. (Haladová, 2010)

Stejně jako vyšetření stoje i vyšetření chůze má různé modifikace. Vedle běžné pacientovy chůze můžeme vyšetřovat například také chůzi o zúžené bázi, chůzi pozpátku, chůzi se vzpaženými horními končetinami či chůzi s opěrnými pomůckami. (Kolář, 2020)

Vyšetření chůze v pro účely této bakalářské práce bylo rovněž zaměřeno především na zkoumání stability pacientky, kdy bylo sledováno (mimo jiné) odvíjení chodidla od podložky, svalová aktivita, spolupráce horních končetin při chůzi a rovněž vychylování do různých směrů.

#### **4.2.6 Vyšetření svalové síly**

Vyšetření svalové síly jednotlivých svalů či svalových skupin se provádí pomocí svalových funkčních testů. Jedná se o analytickou metodu, která

vyšetřuje nejen svalovou sílu jako takovou, ale klade důraz rovněž na kvalitu provedení daného pohybu. Tato metoda slouží k analýze jednoduchých pohybových stereotypů a využívá se také při reedukaci oslabených svalů. Při testování se každý pohyb provádí třikrát v plném rozsahu, a to plynule bez švihů. Terapeut musí vždy správně fixovat a odpor je kladen stále stejnou silou po celou dobu pohybu. Hodnocení testu je na základě šesti stupňů (0–5) a v případě, že některý sval vykazuje nerozhodnou hodnotu, přidá se k danému stupni znaménko plus nebo minus. Základní stupně hodnocení jsou:

Stupeň 5 – odpovídá 100 % svalové síly, tedy normálnímu svalu

Stupeň 4 – odpovídá přibližně 75 % svalové síly normálního svalu

Stupeň 3 – odpovídá 50 % svalové síly normálního svalu

Stupeň 2 – odpovídá asi 25 % svalové síly normálního svalu, kdy má pacient problém provést pohyb proti gravitaci

Stupeň 1 – odpovídá zhruba 10 % svalové síly, sval se při pokusu o provedení pohybu pouze smrští

Stupeň 0 – při pokusu o pohyb nedochází k záškubu (Janda, 2004)

#### **4.2.7 Vyšetření zkrácených svalů**

O svalovém zkrácení mluvíme tehdy, kdy je sval v klidovém stavu kratší a při pasivním protažení neumožní provedení plného rozsahu pohybu. Ke zkracování mají tendenci především svaly, které se podílejí na udržení postury – tedy svaly, které mají za úkol držet vzpřímený stoj. Vyšetření svalového zkrácení má rovněž určitá pravidla, stejně jako vyšetření svalové síly. V zásadě se jedná o změření pasivního rozsahu pohybu v daném kloubu, kdy podmínkou je správná fixace, správná výchozí poloha, neměnná síla vyvíjeného tlaku a také zásada, že nesmí

být stlačen vyšetřovaný sval. Svalové zkrácení se následně hodnotí pomocí tří stupňů – 0, 1 a 2, kdy při stupni 0 se nejedná o zkrácení, při stupni 1 se jedná o malé zkrácení, a při stupni 2 jde o velké zkrácení. (Janda, 2004)

#### **4.2.8 Neurologická vyšetření**

##### **Zkouška taxe**

Zkouška taxe se vyšetřuje jak na horních, tak na dolních končetinách. Existuje zkouška prst – nos, kdy pacienta vyzveme, aby se se zavřenými očima v poloze vsedě dotkl prstem svého nosu. Na dolních končetinách se provádí zkouška pata – koleno, kdy má vyšetřovaný v poloze vleže na zádech za úkol přejít si patou jedné dolní končetiny od kolene přes tibií až ke kotníku končetiny druhé. Při mozečkové poruše pozorujeme při obou těchto zkouškách velké přestřelení pohybu spolu s jeho nepřesným provedením. (Opavský, 2003)

##### **Šlachookosticové reflexy**

Šlachookosticové neboli napínací reflexy se vyšetřují jak na horních, tak na dolních končetinách pomocí neurologického kladívka, kterým terapeut udeří na šlachy svalů a odpovědí je záškub ve směru kontrakce vyšetřovaného svalu, který je následně hodnocen a porovnáván vzhledem ke druhé polovině těla. Na horních končetinách se vyšetřují reflexy: bicipitový pro segment C5, styloidiální pro segment C5-C6, reflex tricipitový pro segment C7 a reflex flexorový pro segment C8. Na dolních končetinách se potom vyšetřují reflexy: patellární pro segment L2-L4, reflex Achillovy šlachy pro segment L5-S2 a reflex medioplantární pro stejný segment jako reflex Achillovy šlachy, avšak se slabší odpovědí. (Slezáková, 2014)

U paleocerebellárního syndromu či obecně u mozečkových postižení je velmi pravděpodobné, že při vyšetřování šlachookosticových reflexů bude odpověď

zvýšená, jedná se o takzvanou hyperreflexii. Rovněž se u postižení mozečku často vyskytují kyvadlové reflexy, tedy zvýšený počet odpovědí na jeden úder neurologickým kladívkem. (Kolář, 2020)

### **Vyšetření iritačních jevů na DKK**

Spastické jevy na dolních končetinách se rozdělují na extenční a flekční. Ze spastických jevů extenčních je nejčastěji vyšetřován příznak Babinskiho a jako doplňující vyšetření se provádí zkoušky Oppenheim a Chaddock. (Opavský, 2003)

Babinskiho příznak se vybavuje na plosce chodidla pomocí ostrého předmětu, kterým se přejede od paty po malíkové hraně až pod prsty. U zdravých osob by se měla objevit flexe prstů nebo případně žádná reakce. Pokud se objeví dorzální flexe palce a abdukce u ostatních prstů, pak se jedná o spasticitu. U Oppenheimovy a Chaddockovy zkoušky je odpovědí, která značí spasticitu, dorzální flexe palce až dorzální flexe celého chodidla. U těchto zkoušek je však odpověď podstatně méně výbavná než u zkoušky Babinskiho, a proto se Chaddock a Oppenheim pokládají pouze za doplňující zkoušky. (Opavský, 2003)

### **Vyšetření zánikových jevů na DKK**

Základní vyšetření, kterými se zjišťuje obrna na dolních končetinách, jsou zkouška Mingazziniho a zkouška Barrého. Zkouška Mingazziniho se provádí vleže na zádech, kdy úkolem vyšetřovaného je se zavřenýma očima pokrčit obě dolní končetiny v kyčelních a kolenních kloubech a následně tuto polohu udržet po dobu 20 sekund. Při nejlehčím stupni obrny je patrné mírné vychylování postižené dolní končetiny. Pokud dojde k jejímu poklesu o 15 (či méně) centimetrů, jedná se o obrnu lehkou. Pokud postižená dolní končetina poklesne o 30-40 cm, jde o obrnu středně těžkou a při poklesu o více než 40 cm se jedná o obrnu těžkou. Pokud dojde k prudkému poklesu postižené dolní končetiny

ihned po nastavení do výchozí pozice, potom se již nejedná o parézu (obrnou), nýbrž o plegii. (Opavský, 2003)

Zkouška Barrého (Barré I) se provádí vleže na břiše, kdy vyšetřovaný má flektované kolenní klouby do 90 stupňů a terapeut sleduje, zda oba bérce zůstávají stále ve vertikále. Při lehké obrně dochází k mírnému vychylování postižené dolní končetiny a při obrně těžší dochází k poklesu postižené dolní končetiny směrem k podložce. (Opavský, 2003)

### **Vyšetření zánikových jevů na HKK**

Pro zjištění, zda nemocný trpí obrnou, se na horních končetinách provádí dvě základní vyšetření, a to sice vyšetření Mingazziniho a vyšetření Ruseckého. Při vyšetření Mingazziniho pacient sedí na židli ve vzpřímeném sedu a jeho úkolem je se zavřenýma očima předpažit natažené horní končetiny, které má následně udržet po dobu 20 sekund. To, zda pacient trpí obrnou, prozradí několik projevů – nejlehčím projevem je vychylování horní končetiny, na jejíž straně se obrna nachází. U těžší obrny dochází k poklesu postižené končetiny o několik centimetrů. Pokud postižená horní končetina poklesne o méně než 15 cm za 20 sekund, jedná se o lehkou obrnu. Pokud poklesne o 30-40 cm, jde o obrnu středně těžkou a o obrnu těžkou se jedná ve chvíli, kdy postižená horní končetina poklesne o více než 40 cm za 20 sekund. Pokud při předpažení horních končetin dojde k okamžitému prudkému poklesu, nejde již o parézu (obrnou), nýbrž o plegii. (Opavský, 2003)

Zkouška Ruseckého se vyšetřuje rovněž vsedě, kdy pacient drží předpažené extendované horní končetiny, ale na rozdíl od zkoušky Mingazziniho je zde navíc ještě dorzální flexe v zápěstních kloubech. V této pozici se pacient následně opět snaží udržet horní končetiny po dobu 20 sekund bez kontroly zraku. Pokud

se jedná o lehkou obrnu, dochází zde k poklesu ruky s dorzální flexí. Při těžší obrně se ruku ani nepovede nastavit do této pozice. (Opavský, 2003)

### **Patofyziologie u iritačních a zánikových jevů**

U zdravého člověka by odpověď při vyšetřování jak iritačních, tak zánikových jevů měla být negativní, tedy bez výše uvedených odpovědí. Zatímco u postižení mozečku je odpověď na tyto zkoušky pozitivní, tedy s výše uvedenými odpověďmi, a často zde bývá také rozšířená výbavná zóna. (Opavský, 2003)

### **Vyšetření diadochokineze**

Jak již bylo řečeno, adiadochokineze je porucha souhry agonistů a antagonistů u pohybů, které se rychle za sebou opakují. Vyšetřuje se pomocí zkoušky „supinace-pronace“, kdy je pacient vyzván, aby dělal tyto dva pohyby rychle za sebou oběma rukama. U poruch mozečku následně pozorujeme, jak se jedna ruka opozdí oproti druhé. (Kolář, 2020)

#### **4.2.9 Vyšetření stability – Berg Balance Test**

Vyšetření Berg Balance Test se využívá k posouzení stavu statické i dynamické rovnováhy pacienta a rovněž ukazuje riziko pádu u pacientů po mozkových traumatech. Tento test se skládá ze 14 různých úkolů, jejichž obtížnost by se měla postupně zvyšovat a, každý z úkolů může být hodnocen na stupnici od 0 do 4, kdy 0 znamená, že pacient není schopen daný úkol provést a 4 znamená, že pacient nemá s provedením úkolu žádný problém. Maximální počet bodů, kterého je možné dosáhnout, je 56. Dosažení 41-56 bodů značí malé riziko pádu, 21-40 bodů značí středně velké riziko pádu a při 0-20 pacientovi hrozí velké riziko pádu. (Novotná, 2019)

Vyšetření Berg Balance Test bylo pro účely této bakalářské práce provedeno celkem dvakrát, a to na začátku a na konci naší spolupráce pro sledování zlepšení pacientčiny stability.

## **4.3 Terapeutické metody**

### **4.3.1 ReoAmbulator**

Terapie pomocí ReoAmbulatoru byla u vyšetřované pacientky zaměřena především na zlepšení chůzového mechanismu a délka terapií na tomto přístroji se pohybovala okolo šedesáti minut. Pomocí posuvného chodníku a nastavitelného tempa se pacientka mohla zaměřit na stejnost délky kroku a správné odvíjení chodidla od podložky. Jelikož byly terapie zaměřené také na zlepšení rovnováhy, pomocí vestavěné virtuální reality zapojovala pacientka do pohybu skrze hru rovněž horní končetiny. Tato hra promítaná na obrazovku před posuvným chodníkem sloužila k tomu, aby pacientka zaměstnala mozek a odvedla tak pozornost od přílišné soustředěnosti, tudíž mohlo posléze dojít k postupnému zautomatizování chůze. Během jednotlivých terapií postupně docházelo také ke zrychlování tempa posuvného chodníku v souladu s tím, jak se pacientka postupně zlepšovala.

### **4.3.2 AlterG**

Terapie na přístroji AlterG byla rovněž zaměřena na zlepšení chůzového mechanismu a délky terapií na tomto přístroji se pohybovaly okolo čtyřiceti pěti minut. Díky odlehčení tělesné váhy pacientky, které tento přístroj umožňuje, se pacientka mohla lépe soustředit na to, aby měla delší kroky a aby bylo chodidlo na podložku kladeno správným způsobem. Cílem terapií na přístroji AlterG bylo především eliminovat kladení chodidla pravé dolní končetiny na špičku, které se u pacientky ze začátku vyskytovalo. Díky kameře, která při chůzi snímá dolní



končetiny pacienta, měla pacientka přímou zpětnou vazbu a mohla se tak lépe soustředit na korekci správného stereotypu chůze.

#### **4.3.3 Distanční terapie – Hand Tutor**

Pomocí přístroje Hand Tutor byla terapie zaměřena na jemnou motoriku pravé horní končetiny, která byla postižena hemiparézou. Díky zpětnovazebné rukavici, která se dá připojit pomocí USB do počítače, a interaktivním hrám promítaným na obrazovku, mohlo postupně docházet ke zlepšení hybnosti kloubů postižené ruky a ke zvětšování rozsahu pohybu. Přístroj Hand Tutor měla pacientka půjčený na domácí doléčení i během terapeutické pauzy při pandemii COVID-19, kdy si sama cvičila během dne a zlepšovala si tak jemnou motoriku pravé horní končetiny.

#### **4.3.4 3D Tutor**

Pomocí 3D Tutoru cvičila pacientka na společných terapiích na Fakultě biomedicínského inženýrství na Kladně, kdy jednotka byla připevněna nejprve na jednu a potom i na druhou dolní končetinu a pacientka si díky této jednotce zlepšovala stabilitu a rovněž posilovala svaly dolních končetin. Jednotka 3D Tutor pracuje na principu biofeedbacku, kdy jsou pomocí vestavěného gyroskopu nejprve změřeny maximální rozsahy v daném kloubu (v tomto případě se jednalo o kloub kyčelní – flexi a extenzi), kterých je pacient schopen dosáhnout, a následně je zahájena terapie cílená právě na tyto pohyby. Pohyby pacienta jsou přenášeny do počítače, kde pacient skrze ně ovládá interaktivní hru. Délka terapie pomocí 3D Tutoru byla obvykle okolo dvaceti minut pro jednu dolní končetinu.

#### 4.3.5 Vysokovýkonná laserová terapie

Kromě paleocerebellárního syndromu trpěla pacientka rovněž periferní parézou lícního nervu, proto byla do společných rehabilitací zařazena také vysokovýkonná laserová terapie. Na pravou (postiženou) stranu obličeje byla použita 100 % intenzita a frekvence 1500 Hz, kdy docházelo ke stimulaci všech tří větví nervus facialis. Na levou (zdravou) polovinu obličeje byla oproti tomu použita pouze 50 % intenzita a frekvence 500 Hz, aby tak došlo k uvolnění a zklidnění přetížených svalů s následným snížením obličejové asymetrie.

## 5 SPECIÁLNÍ ČÁST

Pacientka P.M. docházela na pravidelné terapie do Laboratoře robotické rehabilitace na Fakultě biomedicínského inženýrství ČVUT, kde probíhala léčba na přístrojích ReoAmbulator, AlterG a Medi Tutor. Společných terapií bylo celkem 14. V průběhu celé spolupráce cvičila pacientka rovněž pomocí rukavice Hand Tutor.

Pacientčina hlavní diagnóza byl těžký paleocerebellární a lehký neocerebellární syndrom a rovněž pravostranná periferní paréza lícního nervu.

### 5.1 Vstupní vyšetření – kineziologický rozbor a anamnéza

#### 5.1.1 Anamnéza

*Status præsens:* Pacientka P. M. je indikována k rehabilitační léčbě s diagnózou středně těžkého až těžkého paleocerebellárního syndromu, lehkého neocerebellárního syndromu, lehkou parézou PHK a PDK a periferní parézou lícního nervu vpravo.

*Prodělané úrazy a operace:* Až do vzniku nynějšího onemocnění pacientka nestonala, úrazy a operace neguje. Kompletní anamnéza je uvedena v Příloze 2.

#### 5.1.2 Antropometrie

Při vstupním vyšetření byla odebrána antropometrická data z dolních končetin, horních končetin a trupu a také pacientčina výška a váha. Při tomto vyšetření nebyla nalezená žádná výrazná asymetrie. Kompletní informace jsou uvedeny v Příloze 2.

### 5.1.3 Goniometrie

Kompletní goniometrická data naměřená při vstupním vyšetření jsou uvedena v Příloze 2. Zápís je proveden pomocí metody SFTR – vše měřeno aktivně.

*Tabulka 1 – Vstupní goniometrická data, DKK*

Kloub	Levá	Pravá
<b>Kyčelní kloub</b>		
<b>S – s flexí v kolenním kloubu</b>	15 – 0 - 130	15 – 0 - 130
<b>S – extenze v koleni</b>	15 – 0 - 90	15 – 0 - 90
<b>F</b>	45 0 - 30	45 – 0 - 30
<b>R</b>	35 – 0 - 30	35 – 0 - 30
<b>Kolenní kloub</b>		
<b>S</b>	0 – 0 – 130	0 – 0 - 130
<b>Hlezenní kloub</b>		
<b>S</b>	20 – 0 - 30	20 – 0 - 40
<b>F</b>	20 – 0 - 30	20 – 0 - 25

*Tabulka 2 – Vstupní goniometrická data, HKK*

Kloub	Levá	Pravá
<b>Zápěstí</b>		
<b>S</b>	50 – 0 - 80	40 – 0 - 90
<b>F</b>	20 – 0 - 45	20 – 0 - 45

#### 5.1.4 Vyšetření stoje aspektů

Při vstupním vyšetření bylo provedeno kompletní vyšetření stoje aspektů, a to zezadu, zepředu a z boku. Bylo provedeno rovněž vyšetření modifikací ve stoji. Kompletní informace k tomuto vyšetření jsou uvedeny v Příloze 2.

#### 5.1.5 Vyšetření chůze aspektů

Bylo provedeno celkové vyšetření chůze (viz Příloha 2), avšak pro účely této bakalářské práce byla sledována především symetrie chůze, schopnost udržení rovnováhy, odvíjení chodidel od podložky a souhra horních končetin.

Zhodnocení vstupního vyšetření chůze: rytmus kroku pacientky je nepravidelný, levou nohou dělá kratší kroky než pravou nohou. U pravé dolní končetiny je přítomna poměrně výrazná cirkumdukce a laterální pohyb pánve je v normě. Odvíjení levého chodidla od podložky je relativně v normě, avšak pravé chodidlo je kladeno přes špičku, pacientka opomíjí úder paty a na konci švihové fáze opomíjí odraz od palce, a to jak u pravé, tak u levé dolní končetiny. Souhra horních končetin je relativně pravidelná, u LHK je větší pohyb než u PHK.

Při vstupním vyšetření bylo možno pozorovat, že pacientka je při chůzi velmi nejistá, je nutná velká soustředěnost a pacientčiny kroky jsou velmi krátké a asymetrické. Levou nohou dělá pacientka velmi krátké kroky, protože se bojí ztratit oporu zdravé nohy na delší dobu, než je nutné. Celkově je pacientčina chůze velmi nestabilní, chodí o široké bázi a bez jištění by hrozilo reálné riziko pádu.

## Modifikace chůze

- *Chůze pozpátku* – Pacientka jde velmi pomalu, je velmi nejistá, problém se stabilitou; zapojení gluteálních svalů je velmi malé
- *Chůze se zavřenými očima* – Pacientka není schopna jít sama se zavřenými očima, potřebuje jištění – jinak hrozí riziko pádu, značné problémy se stabilitou, velmi nejistá
- *Chůze se vzpaženými končetinami* – pacientka je nejistá, jde velmi pomalu a s obtížemi; laterolaterální pohyb pánve je beze změny oproti normální chůzi

### 5.1.6 Vstupní vyšetření svalové síly

Při vstupním vyšetření bylo provedeno kompletní vyšetření svalové síly (viz Příloha 2).

Tabulka 3 – Vstupní vyšetření svalové síly

<b>Kyčelní kloub</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	3+	4
<b>Abdukce</b>	4	5
<b>Addukce</b>	3+	5
<b>Zevní rotace</b>	4	4+
<b>Vnitřní rotace</b>	4	4+
<b>Kolenní kloub</b>		
<b>Flexe</b>	4	5
<b>Extenze</b>	4	4+
<b>Hlezenní kloub</b>		
<b>Plantární flexe (m. triceps surae)</b>	5	5
<b>Plantární flexe (m. soleus)</b>	5	5
<b>Supinace s dorzální flexí</b>	4	4
<b>Supinace v plantární flexi</b>	4	5
<b>Plantární pronace</b>	4+	5

### 5.1.7 Neurologická vyšetření

#### Zkouška taxie

- Zkouška prst – nos: LHK v normě, PHK nepřesná taxie a mírně přestřelený pohyb
- Zkouška koleno – holeň: LDK i PDK v normě

#### Šlachookosticové reflexy

Tabulka 4 – Šlachookosticové reflexy, vstupní data

Šlachookosticové reflexy - DKK		
Patellární	PDK – hyperreflexie	LDK – v normě
Achillovy šlachy	PDK – v normě	LDK – v normě
Medioplantární	PDK – hyperreflexie	LDK – hyperreflexie
Šlachookosticové reflexy - HKK		
Bicipitový	PHK – hyperreflexie	LHK – hyperreflexie + synkineze v ramenním kloubu
Tricipitový	PHK – hyperreflexie	LHK – v normě
Styloradiální	PHK – hyperreflexie	LHK – v normě
Flexorový	PHK – hyperreflexie	LHK – v normě

#### Iritační jevy DKK

- Babinski – PDK extenze prstů s abdukcí, LDK mírná flexe prstů
- Oppenheim – PDK bez reakce, LDK bez reakce



- Chaddock – PDK bez reakce, LDK mírná flexe prstů

### Zánikové jevy DKK

- Mingazini – PDK pokles o 3 cm
- Barré – PDK pokles o 3 cm

### Zánikové jevy HKK

- Mingazini – výchylka vpravo o 30° + pokles PHK o 3 cm, LHK norma
- Rusecký – výchylka vpravo 30° + pokles PHK o 3 cm, LHK norma

### Diadochokineze

- Test supinace – pronace: PHK byla při tomto testu opožděná oproti LHK

### 5.1.8 Berg Balance Test

14 úkolů – max. 4 body za úkol, maximálně 56 bodů celkem

1. Postavit se ze sedu bez opory rukou – 4 body
2. Stoj bez opory po dobu 2 minut – 4 body
3. Sed na židli bez opěrky, bez opory rukou – 4 body
4. Sed ze stoje na židli – 4 body
5. Přesun z jedné židle na druhou – 4 body
6. Stoj se zavřenýma očima po dobu 10 sekund – 4 body
7. Stoj spojný po dobu 10 sekund – 4 body
8. Posun předpažené horní končetiny horizontálně – 4 body
9. Zvednutí předmětu ze země – 2 body (problémy s jemnou motorikou, uchopení předmětu)
10. Rotace hlavy – podívat se přes rameno za sebe - 4 body

11. Rotace o 360° - 2 body (pacientka nejistá, problémy s udržením rovnováhy)
12. Střídaté pokládání chodidel na zvýšený schod – 2 body (problém s udržení rovnováhy, pomalé provedení)
13. Tandemový stoj – 2 body (problém s udržením rovnováhy)
14. Stoj na 1 noze – 1 bod (velký problém s rovnováhou)

Celkem: 45 bodů z 56

## 5.2 Průběh terapií

### 1. Terapie

Při první terapii proběhlo seznámení s pacientkou a jejími rodiči, kteří jí dělali doprovod. Rodiče pacientky s sebou přinesli lékařské zprávy a proběhla společná domluva na tom, na co se terapie budou především zaměřovat, a rovněž na rozvržení terapií do budoucna. Následně byla pacientka seznámena s jednotlivými přístroji v laboratoři robotické rehabilitace. Na přístroji ReoAmbulator jí byl vytvořen profil a potřebné nastavení podle váhy, výšky a schopností pacientky pro budoucí terapie. Poté proběhla první terapie na ReoAmbulatoru, kdy pacientka šla rychlostí 1,1 km/h po dobu 53 minut. Nejprve jsme zkoušeli alternativu s ortézami, jelikož pacientka byla při chůzi velmi nejistá a potřebovala oporu. Tato možnost však pacientce nevyhovovala, proto měla jištění jen v podobě závěsných popruhů. Tato první terapie na ReoAmbulatoru byla zaměřená především na udržení stability při chůzi. Následně proběhla první terapie na přístroji Hand Tutor, kde byl pacientce rovněž vytvořen profil podle jejích možností a schopností s cílem zlepšit jemnou motoriku pravé ruky.

Jako poslední během první terapie proběhla terapie obličeje, postiženého periferní parézou nervu facialis, pomocí vysokovýkonné laserové terapie, kdy byl nastaven program pro stranu paretickou a rovněž program pro stranu

zdravou. Pro paretickou stranu byla nastavena frekvence 1500 Hz, 100% intenzita a čas 3 minuty, pro stimulaci tří větví lícního nervu. Pro stranu zdravou byl nastaven program s frekvencí 500 Hz, intenzitou 50%, po dobu 4 minut pro uvolněné přetížených svalů obličeje.

## **2. Terapie**

Během druhé terapie bylo provedeno vstupní vyšetření. Bylo provedeno vyšetření stoje včetně modifikací (stoj o úzké bázi, stoj bez kontroly zraku, stoj na jedné noze a stoj na jedné noze bez kontroly zraku), vyšetření chůze včetně modifikací (chůze pozpátku, chůze se vzpaženými končetinami, chůze bez kontroly zraku). Dále byla pacientce odebrána antropometrická a goniometrická data a následně byl proveden svalový test pro horní a dolní končetiny. V neposlední řadě bylo provedeno neurologické vyšetření a také Berg Balance Test pro posouzení stavu statické i dynamické rovnováhy pacientky. Po vstupním vyšetření proběhla terapie na ReoAmbulatoru, kdy šla pacientka rychlostí 1,6 km/h po dobu 47 minut a následovala vysokovýkonná laserová terapie.

## **3. Terapie**

Během třetí terapie byla pacientka na přístroji ReoAmbulator, kde šla rychlostí 1,5 km/h po dobu 42 minut. Následně proběhla terapie pomocí zpětnovazebné rukavice Hand Tutor a jako poslední byla provedena vysokovýkonná laserová terapie na obličejové svalstvo.

## **4. Terapie**

Při čtvrté terapii šla pacientka nejprve na ReoAmbulator, kde chodila rychlostí 1,8 km/h po dobu 25 minut se zapojením horních končetin za pomoci virtuální reality. Následně proběhla vysokovýkonná laserová terapie pro svaly

obličej, dále cvičení s Hand Tutorem a jako poslední proběhla terapie s Medi Tutorem, jednotkou pro dolní končetinu.

## **5. Terapie**

V průběhu páté terapie šla pacientka na AlterG, kde strávila 40 minut a šla rychlostí 2,5 km/h. Její tělesná váha byla postupně odlehčena až na 50 % a pacientka uvedla, že během terapie necítila žádnou bolest. Následovalo cvičení s Hand Tutorem, dále vysokovýkonná laserová terapie, a nakonec byl využit Medi Tutor – jednotka pro DK.

## **6. Terapie**

Během 6. terapie šla pacientka na ReoAmbulator, kde šla rychlostí 2 km/h po dobu 36 minut. Následovala vysokovýkonná laserová terapie a cvičení s Medi Tutorem pro DK.

## **7. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2 km/h po dobu 50 minut, vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DKK.

## **8. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,2 km/h po dobu 1 hodina a 12 minut, vysokovýkonná laserová terapie a Medi Tutor pro DK.

## **9. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,8 km/h po dobu 24 minut; dále AlterG po dobu 46 minut, rychlost 2,4 km/h a odlehčení postupně až na 60 % tělesné váhy, bez bolesti, náklon pásu 5 %; vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DK.

## **10. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,3 km/h po dobu 1 hodina a 5 minut, vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DK.

## **11. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,4 km/h po dobu 1 hodina a 13 minut, vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DK.

## **12. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,3 km/h po dobu 1 hodina a 2 minuty, vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DK.

## **13. Terapie**

ReoAmbulator – rychlost 2,3 km/h po dobu 50 minut, vysokovýkonná laserová terapie, Medi Tutor pro DK.

## **14. Terapie**

Během poslední terapie proběhlo výstupní vyšetření.

### **5.2.1 Průběžné domácí terapie s přístrojem Hand Tutor**

Pomocí zpětnovazebné rukavice Hand Tutor cvičila pacientka průběžně sama doma, a to i během pauzy kvůli pandemii COVID-19. Celkem je na tomto přístroji zaznamenáno 123 terapií, které probíhaly v průběhu měsíců březen až srpen. Pacientka hrála vždy 2-3 hry, kterými si zlepšovala jemnou motoriku pravé horní končetiny. Při první terapii hrála pacientka hru po dobu 600 sekund a dosáhla skóre 4590 bodů, rozsah prstů při této hře byl: palec – 20 mm, ukazováček – 22 mm, prostředníček – 28 mm, prsteníček – 30 mm a malíček – 17 mm. Při poslední terapii pacientka hrála hru po dobu 900 sekund a dosáhla

skóre 7792, rozsah prstů při této hře byl: palec – 12 mm, ukazováček – 19 mm, prostředníček – 22 mm, prsteníček – 23 mm a malíček – 16 mm.

## 6 VÝSLEDKY

### 6.1 Antropometrie

Při výstupním vyšetření byla odebrána kompletní antropometrická data, která jsou uvedena v Příloze 3. Při tomto vyšetření nebyla nalezena žádná výrazná asymetrie.

### 6.2 Goniometrie

Zápis pomocí metody SFTR – vše měřeno aktivně. Kompletní goniometrická data naměřená během výstupního vyšetření jsou uvedena v Příloze 3.

*Tabulka 5 – Výstupní goniometrická data, DKK*

<b>Kloub</b>	<b>Levá</b>	<b>Pravá</b>
<b>Kyčelní kloub</b>		
<b>S – s flexí v kolenním kloubu</b>	15 – 0 – 130	15 – 0 – 130
<b>S – extenze v koleni</b>	15 – 0 – 90	15 – 0 – 90
<b>F</b>	45 – 0 – 35	45 – 0 – 30
<b>R</b>	35 – 0 – 30	30 – 0 – 30
<b>Kolenní kloub</b>		
<b>S</b>	0 – 0 – 130	0 – 0 – 130
<b>Hlezenní kloub</b>		
<b>S</b>	20 – 0 – 30	20 – 0 – 40
<b>F</b>	20 – 0 – 30	20 – 0 – 25

Tabulka 6 – Výstupní goniometrická data, HKK

Kloub	Levá	Pravá
<b>Zápěstí</b>		
<b>S</b>	60 – 0 – 90	50 – 0 – 90
<b>F</b>	20 – 0 – 45	20 – 0 – 45

### 6.3 Výstupní vyšetření stoje

Při výstupním vyšetření bylo provedeno kompletní vyšetření stoje aspekci zezadu, zepředu a z boku. Bylo provedeno rovněž vyšetření modifikací ve stoji. Kompletní informace k tomuto vyšetření jsou uvedeny v Příloze 3.

### 6.4 Výstupní vyšetření chůze

Během výstupního vyšetření bylo provedeno celkové vyšetření chůze (viz Příloha 3). Zhodnocení výstupního vyšetření chůze: rytmus kroku pacientky je pravidelný, kroky jsou více méně stejně dlouhé pravou i levou dolní končetinou. U pravé dolní končetiny již není zdaleka tolik výrazná cirkumdukce, jako byla při vstupním vyšetření a laterální posun pánve při chůzi je v normě. Odvíjení chodidla od podložky u levé dolní končetiny je v normě (pata – ploska – špička), u pravé dolní končetiny pacientka občas trochu opomíná odraz od špičky na konci švihové fáze, nicméně oproti vstupnímu vyšetření je zde vidět výrazné zlepšení a rytmus kroku je pravidelný. Souhra horních končetin je relativně v normě, pohyb levou horní končetinou je větší než pohyb pravou horní končetinou.



Při porovnání první a poslední terapie je vidět velmi výrazný pokrok a zlepšení v chůzi pacientky. Při výstupním vyšetření bylo možno pozorovat, že chůze pacientky byla mnohem jistější než při první terapii, a rovněž mechanismus chůze byl znatelně lepší. Také báze byla užší než při první terapii. Celkově je chůze pacientky výrazně stabilnější, pacientka je schopna jít sama bez opory a bez vychylování se do různých směrů.

#### **6.4.1 Modifikace chůze**

- *Chůze pozpátku* – pacientka zvládá, mírné výchyly rytmu kroku, extenze kyčelních kloubů a zapojení gluteálních svalů v normě, pacientka je stabilní
- *Chůze se zavřenýma očima* – rytmus kroku nepravidelný, jde pomalu, nejistá; chůzi se zavřenýma očima však zvládá, je relativně stabilní
- *Chůze se vzpaženými končetinami* – pacientka zvládá, je stabilní, k laterálnímu posunu pánve nedochází

## 6.5 Vyšetření svalové síly

Svalový test – výstupní hodnoty. Kompletní data naměřená během výstupního vyšetření jsou uvedena v Příloze 3.

Tabulka 7 – Výstupní vyšetření svalové síly

<b>Kyčelní kloub</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5
<b>Abdukce</b>	5	5
<b>Addukce</b>	4	5
<b>Zevní rotace</b>	4+	5
<b>Vnitřní rotace</b>	4+	4+
<b>Kolenní kloub</b>		
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5
<b>Hlezenní kloub</b>		
<b>Plantární flexe (m. triceps surae)</b>	5	5
<b>Plantární flexe (m. soleus)</b>	5	5
<b>Supinace s dorzální flexí</b>	4	5
<b>Supinace v plantární flexi</b>	4+	5
<b>Plantární pronace</b>	5	5

## 6.6 Neurologická vyšetření

### 6.6.1 Zkouška taxie

- Zkouška prst – nos: LHK v normě, PHK nepřesná taxie a mírně přestřelený pohyb
- Zkouška koleno – holeň: LDK i PDK v normě

### 6.6.2 Šlachookosticové reflexy

Tabulka 8 – Šlachookosticové reflexy, výstupní data

Šlachookosticové reflexy - DKK		
Patellární	PDK – v normě	LDK – v normě
Achillovy šlachy	PDK – v normě	LDK – v normě
Medioplantární	PDK – hyperreflexie	LDK – v normě
Šlachookosticové reflexy - HKK		
Bicipitový	PDK – v normě	LDK – v normě
Tricipitový	PDK – v normě	LDK – v normě
Styloradiální	PDK – v normě	LDK – v normě
Flexorový	PDK – v normě	LDK – v normě

### 6.6.3 Iritační jevy na DKK

- Babinski – PDK extenze prstů, LDK mírná flexe prstů
- Oppenheim – PDK i LDK bez reakce

- Chaddock – PDK bez reakce, LDK mírná flexe prstů

#### 6.6.4 Zánikové jevy na DKK

- Mingazini – v normě (bez poklesu)
- Barré – PDK pokles o 2 cm

#### 6.6.5 Zánikové jevy na HKK

- Mingazini – PHK vychýlení cca o 20° do strany, pokles o 2 cm, LHK v normě
- Rusecký – PHK výchylka do strany cca o 20°, pokles o 2 cm, LHK v normě

#### 6.6.6 Vyšetření diadochokineze

- Test supinace – pronace: PHK mírně opožděná oproti LHK

### 6.7 Berg Balance Test

1. Postavit se ze sedu bez opory rukou – 4 body
2. Stoj bez opory po dobu 2 minut – 4 body
3. Sed na židli bez opěrky, bez opory rukou – 4 body
4. Sed ze stoje na židli – 4 body
5. Přesun z jedné židle na druhou – 4 body
6. Stoj se zavřenýma očima po dobu 10 sekund – 4 body
7. Stoj spojný po dobu 10 sekund – 4 body
8. Posun předpažené horní končetiny horizontálně – 4 body
9. Zvednutí předmětu ze země – 4 body
10. Rotace hlavy – podívat se přes rameno za sebe - 4 body
11. Rotace o 360° - 4 body

12. Střídavé pokládání chodidel na zvýšený schod – 3 body (mírné problémy s rovnováhou)
13. Tandemový stoj – 3 body (mírný problém s udržením rovnováhy, lehce nejistá)
14. Stoj na 1 noze – 2 body (problémy s rovnováhou)

Celkem: 52 bodů z 56

## 6.8 Celkové zhodnocení terapií

Jak je patrné z výsledků výstupního vyšetření, v porovnání se vstupními hodnotami došlo k výraznému zlepšení v mnoha oblastech. Z hodnocení vyšetření stoje je patrné, že pacientka měla na konci terapií výrazně lepší stabilitu, o čemž vypovídá rovněž výstupní vyšetření chůze. Průkazným testem, který dokazuje zlepšení stability, je vyšetření Berg Balance Test, ve kterém měla pacientka při vstupním hodnocení 45 bodů, zatímco při výstupním vyšetření měla 52 bodů (tedy o 7 bodů více) a zadané úkoly zvládala mnohem lépe než na začátku. Rovněž došlo ke zlepšení svalové síly, a to především u svalů dolních končetin. Výrazné zlepšení je vidět i na videozáznamech, které ReoAmbulator umožňuje pořídit.

## 7 DISKUZE

Robotická rehabilitace ve spojení s virtuální realitou jsou poměrně novými prvky v rehabilitaci a v moderní medicíně obecně. Jedná se prozatím o ne příliš prozkoumané území, avšak dle mého názoru je robotická rehabilitace do budoucna velmi perspektivním prvkem. Výhodou robotické rehabilitace a obecně robotické medicíny je především úspora energie, a to zejména u robotické rehabilitace chůze, kde přístroj nahradí fyzickou práci rehabilitačního pracovníka. Další výhodou je preciznost provedených výkonů, protože robotický přístroj pracuje stále stejnou silou a plní přesně zadaný úkol, ve kterém se nezmýlí. Nespornou výhodou je také použití virtuální reality, která umožňuje zlepšování kognitivních dovedností a stimulaci mozku, kterou činnost terapeuta sama o sobě není schopna poskytnout. Tím se otvírá nové spektrum možností ve světě medicíny a rehabilitace, a to především právě u pacientů s neurologickým postižením. Obzvláště propojení fyzického tréninku a virtuální reality, které nabízí ReoAmbulator, jsou velmi perspektivní metodou do budoucna. Velkou výhodou přináší rovněž distanční terapie pomocí přístrojů, kdy pacient může zlepšovat své schopnosti a rehabilitovat i z domova bez přítomnosti terapeuta, který však vidí zpětnou vazbu díky vzdálenému přístupu. Tato možnost je výhodná především v dnešní době probíhající světové pandemie COVID-19, kdy není příznivá situace pro docházení do rehabilitačních či jiných zdravotních zařízení, a to zvláště u pacientů, kteří jsou nemocí COVID-19 více ohroženi.

O vlivu robotické rehabilitace spolu s virtuální realitou na pacienty s neurologickým onemocněním pojednává studie provedená Alfredem Manuli a kolektivem, která vyšla ve vědeckém časopisu *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, v roce 2020. Tato studie zkoumala vliv neurorehabilitace pomocí přístroje Lokomat s virtuální realitou a bez virtuální reality u pacientů po cévní mozkové příhodě, ve srovnání s klasickou terapií.

Jednalo se o skupinu devadesáti pacientů, kteří v minulosti prodělali cévní mozkovou příhodu (dále jen „CMP“) a během studie na nich byl zkoumán vliv robotické rehabilitace ve spojení s virtuální realitou či bez virtuální reality. Tito pacienti byli pro účely studie rozděleni do tří skupin po třiceti lidech – první skupina podstoupila robotickou rehabilitaci s virtuální realitou, druhá skupina podstoupila robotickou rehabilitaci bez virtuální reality a třetí skupina podstoupila konvenční rehabilitaci.

Výsledná analýza této studie ukázala, že všechny tyto tři terapie zlepšují kognitivní dovednosti pacientů po CMP, nicméně největší velmi markantní pokrok byl vidět u pacientů, kteří podstoupili robotickou rehabilitaci s virtuální realitou. U této skupiny bylo zaznamenáno velmi výrazné zlepšení pohybových funkcí (a to především rovnováhy při chůzi), kognitivních funkcí, dále zlepšení pozornosti a rovněž lepší kvalita života s ohledem na fyzický i psychický stav pacientů.

Závěr této studie tedy ukazuje, že robotická léčba, a to především ve spojitosti s virtuální realitou, může velmi pozitivně ovlivnit kognitivní schopnosti, zrychlit zotavení a navodit psychickou pohodu u pacientů s chronickou cévní mozkovou příhodou, a to především díky výše zmiňované kombinaci pohybového a kognitivního tréninku v podobě virtuální reality. Spojení virtuální reality a kognitivního tréninku je u neurologických pacientů velkou výhodou, protože díky virtuální realitě je odvedena pozornost pacienta, u kterého se následně postupně zautomatizuje chůze.

Další světová studie, publikovaná na vědeckém portálu Elsevier, provedená v roce 2019 panem C. Iacovellim a kolektivem, zkoumala efekt robotické rehabilitace chůze v kombinaci s robotickým nácvikem stability u pacientů s akutní cévní mozkovou příhodou. Cílem této studie bylo porovnat

kombinovanou léčbu (robotické chůze a stability) se samotnou robotickou chůzí. Do této studie bylo zařazeno 24 pacientů s akutní CMP (prodělané maximálně v době 6 měsíců před zahájením studie), kteří byli následně rozděleni do dvou skupin po dvanácti lidech – první skupina absolvovala samotnou robotickou chůzi a skupina druhá absolvovala trénink robotické chůze a stability (kombinovaný trénink). Rehabilitační program obou skupin byl také kombinován s klasickou fyzioterapií.

Cílem této studie bylo zjistit, zda robotická chůze v kombinaci s nácvikem balancu má na pacienty s neurologickým onemocněním větší efekt než robotická chůze samotná, avšak v závěru studie nebyl zjištěn žádný výrazný rozdíl ve výsledcích těchto dvou skupin. Bylo však zjištěno, že robotická rehabilitace obecně (ať už samotná chůze nebo v kombinaci s nácvikem stability) má na pacienty s akutní CMP pozitivní vliv ve smyslu zlepšení rovnováhy.

Z výsledků výstupního vyšetření pacientky P.M. rovněž plyne, že terapie v Laboratoři robotické rehabilitace přinesly pacientce mnohá zlepšení jak pohybových, tak kognitivních dovedností (především paměti a řeči), a jsem toho názoru, že kdyby nedošlo k přerušení terapií kvůli světové pandemii COVID-19, mohlo by být konečné zlepšení ještě markantnější. Je však nutno dodat, že pacientka byla velmi poctivá a svědomitá nejen během společných terapií, ale také během samostatného cvičení doma, což byl jeden z důvodů, proč si vedla tak dobře. Motivace je jedním z klíčových faktorů, který je potřeba pro postupné zlepšování a posun a pacientka P.M. byla velmi motivovaná, měla velkou snahu se zlepšit a důsledně dodržovala každou radu či instrukci, která byla z mé strany vyřčena.

Co pro mě však bylo poměrně překvapující byly výsledky z přístroje Medi Tutor, jednotky pro horní končetinu (zpětnovazebná rukavice, kterou měla



pacientka zapůjčenou na domácí doléčení). Pacientka P.M. sice velmi poctivě hrála každý den, z čehož rovněž plyne, že měla velkou touhu se zlepšit, nicméně rozsahy prstů pravé ruky na začátku byly větší než rozsahy na konci terapií. Tyto výsledky pro mě byly velmi matoucí a vedly mě k zamyšlení. Nakonec jsem došla k závěru, že pacientka P.M. se sice chtěla zlepšit, nicméně postupem času si, možná i nevědomky, našla způsob, jak dosáhnout většího skóre ve hře, ale s menším úsilím. Nutno však dodat, že v domácím léčení byla pacientka velmi zodpovědná a věnovala mu každý den minimálně půl hodiny času. K celkovému zlepšení jemné motoriky a síly stisku ruky tedy došlo i přes tyto drobné problémy.

Bylo pro mě úžasné pozorovat pacientčino zlepšení a spolupráce s ní i s její rodinou pro mě byla novou cennou zkušeností. Z porovnání vstupního a výstupního vyšetření plyne, že u pacientky došlo k velmi výraznému zlepšení v mnoha oblastech, ať už mluvíme o stabilitě ve stoji, stabilitě při chůzi, zvýšení svalové síly, zlepšení celkové kondice či kognitivních dovednostech.

Během první terapie byla pacientka na přístroji velmi nejistá i přesto, že byla jištěna pomocí závěsných popruhů a její kroky byly velmi krátké a asymetrické, stejně tak rytmus chůze byl velmi nepravidelný s reálným rizikem pádu. U pacientky P.M. však bylo možno pozorovat zlepšení terapii od terapie a rychlost posuvného chodníku na ReoAmbulatoru jsem postupně zvyšovala v souladu s tím, jak se pacientka zlepšovala. Rovněž čas terapií byl v průběhu času delší a díky propojení fyzické aktivity a kognitivního tréninku došlo u pacientky k automatizaci chůze, což byl dle mého názoru jeden z hlavních důvodů, díky kterému bylo následně dosaženo celkového zlepšení její stability. Při poslední terapii byla pacientčina chůze výrazně lepší, jistější a stabilnější než při první terapii.

Pokud by spolupráce pokračovala i do budoucna, myslím si, že by mohlo dojít k dalším výrazným zlepšením. Určitě bych pokračovala v terapiích na ReoAmbulatoru se zapojením virtuální reality, aby došlo k dalšímu zlepšení stability a kognitivních funkcí. Rovněž by bylo potřeba zapracovat na odstranění posledních drobných nedostatků chůze pacientky, jako je mírná cirkumdukce u pravé dolní končetiny, která byla stále přítomna i na konci terapií (i když v o hodně menší míře než na začátku), či opomíjení odrazu od špičky a neúplná souhra horních končetin. Dále bych zařadila terapie na přístroji AlterG, který je vhodný také pro sportovce a nabízí možnosti různého náklonu posuvného chodníku. Přístroj dále nabízí funkci běhu, aby mohlo dojít ke zlepšení fyzické kondice, kdy by v průběhu jednotlivých terapií byla zaznamenávána data o přesném rozložení váhy a síly na obě dolní končetiny. Díky tomu bychom se mohly s pacientkou zaměřit také na úplné vyrovnaní stejnosti délky kroku, ještě větší pravidelnost rytmu kroku a rozložení její tělesné váhy na 50 % na každou nohu.

V průběhu sbírání dat pro mou bakalářskou práci mě limitovalo především to, že od poloviny března 2020 byl vyhlášen nouzový stav v souvislosti se světovou pandemií onemocnění COVID-19, a tudíž nemohla být návaznost terapií a rehabilitační plán dodržen podle původních představ. I přes veškerá omezení lze pozorovat velmi významná zlepšení díky přístroji ReoAmbulator a celkové výsledky posuzování vlivu robotické rehabilitace u diagnózy paleocerebellárního syndromu lze považovat za relevantní.

Co se týče subjektivního hodnocení pacientky, také z její strany byly ohlasy na společnou spolupráci velmi pozitivní. Na konci terapií sama pociťovala velmi výrazné zlepšení stability i celkové tělesné kondice, a to především při chůzi.

Výsledky této bakalářské práce jsou rovněž ve shodě se zahraničními studii, jejichž výsledkem je, že robotická rehabilitace je velmi efektivním způsobem léčby u pacientů s neurologickým onemocněním, ať už se jedná o cerebellární ataxii, cévní mozkovou příhodu či jinou diagnózu. Přístroj ReoAmbulator, který byl hlavním pomocníkem při společných rehabilitacích, hodnotím jako velmi přínosný. Myslím si, že by měl být zařazen do rehabilitačního plánu neurologických pacientů, protože otevírá dveře novým možnostem a postupům, které jsou dle mého názoru u neurologických pacientů velmi perspektivním prvkem. Také ovládání přístroje je relativně uživatelsky přívětivé a celkově hodnotím společné rehabilitace jako velmi přínosné. Jednou z nevýhod robotické rehabilitace je však vysoká pořizovací cena potřebných přístrojů a rovněž jejich provozní náklady. Její použití v širokém měřítku je tedy zatím ve veřejném zdravotnictví spíše nereálné.

## 8 ZÁVĚR

Ve své bakalářské práci jsem zjišťovala efektivitu využití robotické rehabilitace u pacientky s paleocerebellárním syndromem. Z výsledků práce plyne, že přístroj ReoAmbulator a robotická rehabilitace obecně je pro tuto diagnózu vhodná a přináší s sebou velmi pozitivní zlepšení. Všech stanovených cílů práce bylo dosaženo, avšak pro dosažení ještě lepších výsledků by bylo vhodné spolupracovat s pacientkou delší dobu a bez terapeutické pauzy.

Rovněž výsledky zahraničních studií potvrzují výsledky této práce, nicméně také jsou ve shodě s touto prací v tom smyslu, že robotická rehabilitace ještě není dostatečně prozkoumanou oblastí. Závěry studií však působí velmi slibně a do budoucna bude jistě velmi zajímavé sledovat další studie na toto téma. Věřím, že i další výzkumy potvrdí to, co se podařilo dokázat v této práci – a sice že robotická rehabilitace může být velmi přínosná nejen pro pacienty s paleocerebellárním syndromem, ale i pro terapeuty, kterým usnadní práci. S postupem času se její použití jistě rozšíří i mimo specializovaná pracoviště, a proto bude možné její použití dále rozvíjet a porovnávat její efektivitu i u pacientů s jinými diagnózami.

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ARO – Anesteziologické a resuscitační oddělení

CA – cerebellární ataxie

CIBT – Cognitive-coupled Intensive Balance Training

CMP – Cévní mozková příhoda

ČVUT – České vysoké učení technické

DK – Dolní končetina

DKK – Dolní končetiny

HK – Horní končetina

HKK – Horní končetiny

Hz – Hertz

JIP – Jednotka intenzivní péče

kg – Kilogram

km/h – Kilometry za hodinu

LDK – Levá dolní končetina

LHK – Levá horní končetina

mm – Milimetr

PDK – Pravá dolní končetina

PHK – Pravá horní končetina

PNF – Proprioceptivní neuromuskulární facilitace

SFTR – S – sagitální, F – frontální, T – transverzální, R – rotace

USB – Universal Serial Bus

## 10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. *AlterG* [online]. 2018 [cit. 2020-12-22]. Dostupné z:  
<https://www.alterg.com/for-you/physical-therapists>
2. AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
3. ČADA, Zdeněk. *Závratě: Medicína hlavy a krku*. Frýdek Místek: Tobiáš, 2017. ISBN 978-80-7311-165-6.
4. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 3*. Třetí, upravené a doplněné vydání. Praha: Grada, 2016. ISBN 978-80-247-5636-3.
5. DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
6. DYLEVSKÝ, Ivan. *Somatologie: pro předmět Základy anatomie a fyziologie člověka*. 3. přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada Publishing, 2019. ISBN 978-80-271-2111-3.
7. HALADOVÁ, Eva a Ludmila NECHVÁTALOVÁ. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 3., nezměn. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2010. ISBN 978-80-7013-516-7.
8. IACOVELLI, C. EFFICACY OF END-EFFECTOR ROBOT-ASSISTED GAIT TRAINING COMBINED WITH ROBOTIC BALANCE TRAINING IN SUB-ACUTE STROKE PATIENTS: PRELIMINARY RESULTS. *Gait & Posture* [online]. 2019, , 1 [cit. 2021-04-04]. ISSN 0966-6362.
9. JANDA, Vladimír. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0722-8.
10. JANDOVÁ, Dobroslava a Pavla FORMANOVÁ. *Léčebná rehabilitace u neurologických diagnóz - 2. díl*. Bratislava: Dr. Josef Raabe, 2017. ISBN 978-80-8140-352-1.
11. KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. Druhé vydání. Praha: Galén, [2020]. ISBN 978-80-7492-500-9.

12. KŘÍŽ, Jan a Šárka CHVOSTOVÁ. Vyšetřovací a rehabilitační postupy u pacientů po míšní lézi. *Neurologie pro praxi*[online]. 2009, 10(3), 143-147 [cit. 2020-12-23]. Dostupné z:  
<http://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2009/03/05.pdf>
13. MANULI, Alfredo. Can robotic gait rehabilitation plus Virtual Reality affect cognitive and behavioural outcomes in patients with chronic stroke? A randomized controlled trial involving three different protocols. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* [online]. Italy, 2020, 29(8), 1-9 [cit. 2021-04-04]. Dostupné z: [https://www.strokejournal.org/article/S1052-3057\(20\)30412-2/fulltext](https://www.strokejournal.org/article/S1052-3057(20)30412-2/fulltext)
14. *Medi Tutor* [online]. [cit. 2020-12-22]. Dostupné z:  
<https://www.btl.cz/produkty-porkocile-rehabilitacni-systemy-medi-tutor>
15. MYSLIVEČEK, Jaromír. *Základy neurověd. 2., rozš. a přeprac. vyd.* Praha: Triton, 2009. ISBN 978-80-7387-088-1.
16. NAVRÁTIL, Leoš. *Fyzikální léčebné metody pro praxi.* Praha: Grada, 2019. ISBN 978-80-271-0478-9.
17. NAVRÁTIL, Leoš. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory. 2., zcela přepracované a doplněné vydání.* Praha: Grada Publishing, 2017. ISBN 978-80-271-0210-5.
18. NOVOTNÁ, Klára. Biofeedback Based Home Balance Training can Improve Balance but Not Gait in People with Multiple Sclerosis. *Multiple Sclerosis International* [online]. 2019, 2019, 3-4 [cit. 2021-01-03]. ISSN 2090-2662.  
Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6942900/>
19. OPAVSKÝ, Jaroslav. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty.* Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0625-X.
20. PERRIN, P., N. COLLONGUES, S. BALOGLU, et al. Cytokine release syndrome-associated encephalopathy in patients with COVID-19. *European Journal of Neurology* [online]. 2021, 28(1), 248-258 [cit. 2021-02-03]. ISSN 1351-5101. Dostupné z: doi:10.1111/ene.14491



21. PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci: Pro studium a praxi*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1135-5.
22. PODĚBRADSKÝ, Jiří a Radana PODĚBRADSKÁ. *Fyzikální terapie: manuál a algoritmy*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2899-5.
23. *ReoAmbulator* [online]. [cit. 2020-12-22]. Dostupné z:  
<https://www.btl.cz/produkty-porkocile-rehabilitacni-systemy-reo-ambulator>
24. SEIDL, Zdeněk. *Neurologie pro studium i praxi*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-5247-1.
25. SLEZÁKOVÁ, Zuzana. *Ošetřovatelství v neurologii*. Praha: Grada, 2014. Sestra (Grada). ISBN 978-80-247-4868-9.
26. VAŘEKA, Ivan. Robotická rehabilitace chůze. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2016, **79**(2), 168-172 [cit. 2020-12-22]. ISSN 1802-4041. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2016-2-9/roboticka-rehabilitace-chuze-57772>
27. WINSER, Stanley a Marco Y.C. PANG. Does integrated cognitive and balance (dual-task) training improve balance and reduce falls risk in individuals with cerebellar ataxia? *Medical Hypotheses* [online]. 2019, **2019**(126), 149-153 [cit. 2021-02-23]. ISSN 0306-9877. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306987719301422>
28. ZEMAN, Marek. *Základy fyzikální terapie*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2013, 105 s. ISBN 978-80-7394-403-2.

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

## 12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Vstupní goniometrická data, DKK .....	42
Tabulka 2 - Vstupní goniometrická data, HKK .....	42
Tabulka 3 - Vstupní vyšetření svalové síly .....	45
Tabulka 4 - Šlachookosticové reflexy, vstupní data .....	46
Tabulka 5 - Výstupní goniometrická data, DKK .....	53
Tabulka 6 - Výstupní goniometrická data, HKK .....	54
Tabulka 7 - Výstupní vyšetření svalové síly .....	56
Tabulka 8 - Šlachookosticové reflexy, výstupní data .....	57

## 13 SEZNAM PŘÍLOH

### Příloha 1 – informovaný souhlas

### Příloha 2 – vstupní kineziologický rozbor

V příloze číslo 2 se nachází kompletní informace ze vstupního kineziologického vyšetření zkoumané pacientky.

Základní informace				
Iniciály	Věk	Pohlaví	Výška	Váha
P. M.	24	Žena	174 cm	67 kg

### Anamnéza

**Status præsens:** Pacientka P. M. je indikována k rehabilitační léčbě s diagnózou středně těžkého až těžkého paleocerebellárního syndromu, lehkého neocerebellárního syndromu, lehkou parézou PHK a PDK a periferní parézou lícního nervu vpravo.

**Nynější onemocnění:** Pacientka přišla v listopadu 2018 s kašlem, předtím byla v únoru v Keni a v říjnu v Egyptě, stav se začal projevovat jako chřipka. Byla hospitalizována na interně v Chrudimi, náhlá febrilie, antipyretika bez efektu, stav se zhoršoval. Pacientka byla odeslána na JIP, následně na ARO. 15. 11. 2018 došlo k akutnímu respiračnímu selhání, nutnost venovenózní extrakorporální membránové oxygenace, v důsledku antikoagulační léčby pro mimotělní oběh následoval rozvoj akutního cerebelárního krvácení do pravé mozečkové hemisféry s následným provalením do komor. 22. 11. 2018 byla provedena evakuace hematomu z kraniotomie a resekce pravé mozečkové hemisféry.

23. 11. 2018 provedena zevní komorová drenáž okcipitálně vlevo a frontálně vlevo. V neurologickém nálezu byla nalezena těžká kvadruparéza, více vpravo. Odeslána do péče rehabilitační kliniky, mobilita pacientky se postupně zlepšovala, lepší komunikace.

**Osobní anamnéza:** Až do vzniku nynějšího onemocnění nestonala, úrazy a operace neguje.

**Rodinná anamnéza:** Otec prodělal infarkt myokardu, matka zdravá.

**Pracovní a sociální anamnéza:** Pacientka je studentkou oboru nutriční terapie, zaměstnána v rodinné firmě, momentálně pracovní neschopnost.

**Sociální anamnéza:** Žije u rodičů s přítelem, v rodinném domě.

**Alergologická anamnéza:** Neguje

**Abusus:** neguje

## Antropometrie

### Obvodové rozměry

Obvodové rozměry	Výsledky měření (v cm)
Hlava	57
Krk	34
Hrudník – pod prsy	81
Hrudník – nad prsy	91
Maximální nádech	96
Maximální výdech	90
Amplituda hrudníku	6
Břicho	83
Pas	76
Boky	98

*Délkové rozměry dolní končetiny*

<b>Délkové rozměry DK</b>	<b>Výsledky měření (v cm)</b>
Funkční délka DK	PDK – 98, LDK – 97
Funkční délka DK od pupku	PDK – 114, LDK – 114
Anatomická délka DK	PDK – 94, LDK – 93
Délka stehna	PDK – 48, LDK – 49
Délka bérce	PDK – 45, LDK – 45
Délka chodidla	PDK – 23,5 , LDK - 24

*Obvodové míry dolní končetiny*

<b>Obvodové míry DK</b>	<b>Výsledky měření (v cm)</b>
Obvod stehna	PDK – 54, LDK 54
Kolenní kloub – nad patellou	PDK – 40, LDK – 41
Kolenní kloub – přes patellu	PDK – 39, LDK – 39
Kolenní kloub – pod patellou	PDK – 34, LDK – 35
Lýtko	PDK – 34, LDK – 34
Hlezno	PDK – 32, LDK – 32
Metatarsy	PDK – 22, LDK – 22
Nárt	PDK – 24, LDK – 23, 5

*Délkové rozměry horní končetiny*

<b>Délkové rozměry HK</b>	<b>Výsledky měření (v cm)</b>
Celá HK	PHK – 79, LHK – 78
Paže + předloktí	PHK – 46, LHK – 47
Předloktí	PHK – 25, LHK – 26
Ruka	PHK – 19, LHK - 21

*Obvodové rozměry horní končetiny*

<b>Obvodové rozměry HK</b>	<b>Výsledky měření (v cm)</b>
M. biceps brachii – relaxovaný	PHK – 28, LHK – 26
M. biceps brachii – kontrahovaný	PHK – 29, LHK – 27
Loket	PHK – 24, LHK – 24
Zápěstí	PHK – 15, LHK – 16
Metakarpy	PHK – 17, LHK – 17, 5

## Goniometrie – zápis pomocí metody SFTR – vše měřeno aktivně

DK

Kloub	Levá	Pravá
<b>Kyčelní kloub</b>		
S – s flexí v kolenním kloubu	15 – 0 - 130	15 – 0 - 130
S – extenze v koleni	15 – 0 - 90	15 – 0 - 90
F	45 0 - 30	45 – 0 - 30
R	35 – 0 - 30	35 – 0 - 30
<b>Kolenní kloub</b>		
S	0 – 0 – 130	0 – 0 - 130
<b>Hlezenní kloub</b>		
S	20 – 0 - 30	20 – 0 - 40
F	20 – 0 - 30	20 – 0 - 25

HK

Kloub	Levá	Pravá
<b>Ramenní kloub</b>		
S – bez souhybu	25 – 0 - 90	25 – 0 – 90
S – se souhybem	25 – 0 - 170	25 – 0 - 160
F	90 – 0 – 0	90 – 0 – 0
T	40 – 0 - 140	40 – 0 - 130
R	90 – 0 - 85	90 – 0 - 85
<b>Loketní kloub</b>		
S	0 – 0 - 130	0 – 0 - 145
<b>Předloktí</b>		
R	90 – 0 – 90	90 – 0 – 90
<b>Zápěstí</b>		
S	50 – 0 - 80	40 – 0 - 90
F	20 – 0 - 45	20 – 0 - 45

Páteř

Segment	Levá	Pravá
<b>Krční páteř</b>		
S	60 – 0 - 70	
F	45	45
R	70	80
<b>Celá páteř</b>		
F	45	45

## Vyšetření stoje

### *Vyšetření stoje aspekci – pohled zezadu*

Hodnocená oblast	Výsledek
Symetrie pat	Kuboidní tvar
Symetrie Achillovy šlachy	LDK oploštělá, PDK ostré napnutí
Symetrie lýtka	Mírná asymetrie; u PDK oploštělá vnitřní linie
Popliteální rýha	U LDK níž než PDK, mírná valgozita kolen
Symetrie stehen	Bez nálezu
Symetrie subgluteální rýhy	Levá níže než pravá
Symetrie zadních spin	Levá níže než pravá
Symetrie crist	Levá níže než pravá
Thorakobrachiální trojúhelník	Na pravé straně větší než na straně levé; na levé straně téměř chybí
Symetrie lopatek	Levá více odstává, dolní úhel levé lopatky výš než dolní úhel lopatky pravé
Symetrie trapézových svalů	Levá strana více napnutá
Symetrie uší	Bez nálezu
Hlava	Mírná predilekce k levé straně
Celkový tvar páteře	Lordóza v oblasti bederní páteře s kompenzační kyfózou páteře hrudní; osa páteře relativně v normě

### *Zepředu*

Hodnocená oblast	Výsledek
Ploska nohy	Plochonoží, oploštělá příčná klenba
Symetrie malleolů	Levý vtočený dovnitř
Symetrie lýtek	U PDK mírně oploštělá mediální strana
Patella	Mírná deviace patelly u PDK i LDK směrem dovnitř, valgozita kolenních kloubů
Symetrie stehen	Bez nálezu
Symetrie crist	L výše než P
Symetrie pupku	Bez nálezu
Symetrie ramen	P rameno níž než L rameno
Symetrie klíčních kostí	Bez nálezu, symetrie



<b>Symetrie obličeje</b>	P strana periferní paréza nervus facialis → pokleslý koutek úst, pokleslé oční víčko na pravé straně
<b>Symetrie hlavy</b>	Mírné vychýlení k levé straně
<b>Aktivita mimického svalstva</b>	Mírné synkinézy u m. mentalis
<b>Tonus obličejových svalů</b>	L strana více napnutá, P strana hypotonie
<b>Symetrie uší</b>	Bez nálezu
<b>Zvýšená hra prstců</b>	Při delším stojí přítomna

### Zboku

Hodnocená oblast	Pravý bok
<b>Ploska nohy</b>	Plochozoží – oploštělá podélná klenba
<b>Kontura lýtek</b>	Zadní strana m. triceps surae mírně oploštělá, ploché břicho svalu
<b>Postavení kolen</b>	Mírná rekurvace
<b>Kontura stehen, hýždí</b>	Bez nálezu
<b>Postavení pánve</b>	Mírná antevertze
<b>Záda (lordóza, kyfóza)</b>	Zvýšená bederní lordóza + kompenzační hrudní kyfóza
<b>Postavení ramen</b>	Mírná protrakce
<b>Postavení hlavy</b>	Mírný předsun hlavy
<b>Aktivita mimického svalstva</b>	Synkinéza m. mentalis

### Modifikace stoje

- *Stoj o úzké bázi* – Pacientka zvládá bez opory, je však přítomna zvýšená hra prstců (mírné problémy s udržením rovnováhy)
- *Stoj bez kontroly zraku* – Pacientka zvládá bez opory, je však přítomna zvýšená hra prstců (problémy s udržením rovnováhy v této pozici)
- *Stoj na pravé noze s kontrolou zraku* – Pacientka neprovede – padá, bez opory nezvládne provést
- *Stoj na levé noze s kontrolou zraku* – Pacientka neprovede – padá, bez opory nezvládne provést

## Vyšetření chůze

Hodnotíme	Výsledek
Šířka báze	24 cm
Délka kroku	26 cm
Rytmus kroku	Nepravidelný; pacientka dělá levou dolní končetinou kratší kroky, u pravé dolní končetiny přítomna mírná cirkumdukce
Pohyb pánve	Pohyb pánve relativně v normě; při chůzi se pánev pohybuje nahoru a dolů, mírné pohyby do stran
Odvíjení nohy od podložky	LDK: – Pata – ploska – špička; PDK: chodidlo je na podložku kladeno přes špičku, opomíjí úder paty, na konci švihové fáze opomíjí odraz od palce
Stabilita chůze	Chůze je nestabilní; pacientka se musí hodně soustředit, místy hrozí riziko pádu, je nejistá
Souhyb v rameni	U LHK větší pohyb než u PHK, jinak relativně pravidelný
Souhyby v lokti	U LHK větší pohyb než u PHK, jinak relativně pravidelný
Typ chůze dle Jandy	Peroneální typ chůze – největší pohyb je v kolenním kloubu
Postavení pánve	Pánev je mírně v anteflexi, při chůzi se pohybuje nahoru a dolů, mírně do stran

## Vyšetření svalové síly

DKK

Kyčelní kloub		
	Pravá	Levá
Flexe	5	5
Extenze	3+	4
Abdukce	4	5
Addukce	3+	5
Zevní rotace	4	4+
Vnitřní rotace	4	4+
Kolenní kloub		
Flexe	4	5
Extenze	4	4+
Hlezenní kloub		
Plantární flexe (m. triceps surae)	5	5
Plantární flexe (m. soleus)	5	5
Supinace s dorzální flexí	4	4
Supinace v plantární flexi	4	5
Plantární pronace	4+	5

HKK

Kloub ramenní		
	Pravá	Levá
Flexe	5	5
Extenze	4	5
Abdukce	4	5
Extenze v abdukci	4	5
Zevní rotace	5	5
Vnitřní rotace	5	5
Kloub loketní		
Flexe	5	5
Extenze	5	5

<b>Předloktí</b>		
<b>Supinace</b>	5	5
<b>Pronace</b>	5	5
<b>Zápěstí</b>		
<b>Flexe s addukcí</b>	4	5
<b>Flexe s abdukcí</b>	4	5
<b>Extenze s addukcí</b>	4	5
<b>Extenze s abdukcí</b>	4	5

### **Vyšetření svalového zkrácení**

Vyšetření zkrácených svalů – vstupní hodnoty

<b>Svalové zkrácení – vstupní hodnoty</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>M. triceps surae</b>	0	0
<b>M. rectus femoris</b>	0	0
<b>M. tensor fasciae latae</b>	0	0
<b>M. iliopsoas</b>	0	0
<b>Adduktory kyčelního kloubu</b>	0	0

### **Příloha 3 – výstupní kineziologický rozbor**

V příloze číslo 3 se nachází výstupní kineziologický rozbor pacientky.

#### **Antropometrie**

Váha pacientky: 67 kg

Výška pacientky: 174 cm

### Obvodové rozměry

Obvodové rozměry	Výsledky měření (v cm)
Hlava	55
Krk	34
Hrudník – pod prsy	80
Hrudník – nad prsy	90
Maximální nádech	84
Maximální výdech	79
Amplituda hrudníku	5
Břicho	80
Pas	76
Boky	90

### Délkové rozměry dolní končetiny

Délkové rozměry DK	Výsledky měření (v cm)
Funkční délka DK	PDK – 95    LDK – 94
Funkční délka DK od pupku	PDK – 112    LDK – 112
Anatomická délka DK	PDK – 94    LDK – 93
Délka stehna	PDK – 48    LDK – 47
Délka bérce	PDK – 44    LDK – 44
Délka chodidla	PDK – 23    LDK – 23,5

### Obvodové míry dolní končetiny

Obvodové míry DK	Výsledky měření (v cm)
Obvod stehna	PDK – 56    LDK - 57
Kolenní kloub – nad patellou	PDK – 41    LDK – 40
Kolenní kloub – přes patellu	PDK – 38    LDK – 38
Kolenní kloub – pod patellou	PDK – 34    LDK – 34
Lýtko	PDK – 35    LDK – 35
Hlezno	PDK – 32    LDK – 33
Metatarsy	PDK – 21    LDK – 21
Nárt	PDK – 26    LDK – 26

### Délkové rozměry horní končetiny

Délkové rozměry HK	Výsledky měření (v cm)
Celá HK	PHK – 79    LHK – 79
Paže + předloktí	PHK – 50    LHK – 50
Předloktí	PHK – 28    LHK – 28
Ruka	PHK – 19    LHK - 19

*Obvodové rozměry horní končetiny*

Obvodové rozměry HK	Výsledky měření (v cm)
M. biceps brachii – relaxovaný	PHK – 26 LHK – 27
M. biceps brachii – kontrahovaný	PHK – 28 LHK – 29
Loket	PHK – 24 LHK – 24
Zápěstí	PHK – 15 LHK – 15
Metakarpy	PHK – 17,5 LHK – 17

**Goniometrické vyšetření – výstupní data; měřeno aktivně**

DK

Kloub	Levá	Pravá
<b>Kyčelní kloub</b>		
S – s flexí v kolenním kloubu	15 – 0 – 130	15 – 0 – 130
S – extenze v koleni	15 – 0 – 90	15 – 0 – 90
F	45 – 0 – 35	45 – 0 – 30
R	35 – 0 – 30	30 – 0 – 30
<b>Kolenní kloub</b>		
S	0 – 0 – 130	0 – 0 – 130
<b>Hlezenní kloub</b>		
S	20 – 0 – 30	20 – 0 – 40
F	20 – 0 – 30	20 – 0 – 25

HK

Kloub	Levá	Pravá
<b>Ramenní kloub</b>		
S – bez souhybu	25 – 0 – 90	25 – 0 – 90
S – se souhybem	25 – 0 – 175	25 – 0 – 170
F	90 – 0 – 0	90 – 0 – 0
T	45 – 0 – 140	50 – 0 – 140
R	90 – 0 – 85	90 – 0 – 85
<b>Loketní kloub</b>		
S	0 – 0 – 140	0 – 0 – 145
<b>Předloktí</b>		
R	90 – 0 – 90	90 – 0 – 90
<b>Zápěstí</b>		
S	60 – 0 – 90	50 – 0 – 90
F	20 – 0 – 45	20 – 0 – 45

## Páteř

Segment	Levá	Pravá
<b>Krční páteř</b>		
<b>S</b>	60 – 0 – 70	
<b>F</b>	45	45
<b>R</b>	75	80
<b>Celá páteř</b>		
<b>F</b>	45	40

## Vyšetření stoje

### *Pohled zezadu*

Hodnocená oblast	Výsledek
Symetrie pat	Kuboidní tvar, plochonoží
Symetrie Achillovy šlachy	LDK v normě, PDK v normě
Symetrie lýtky	Mírná asymetrie – LDK silnější než PDK
Popliteální rýha	Relativně v normě, levá trochu níže než pravá
Symetrie stehy	Bez nálezu
Symetrie subgluteální rýhy	Relativně v normě, levá trochu níže než pravá
Symetrie zadních spin	Relativně v normě, levá trochu níže než pravá
Symetrie crist	Relativně v normě, levá trochu níže než pravá
Thorakobrachiální trojúhelník	Téměř vymizelý, pravý větší než levý
Symetrie lopatek	Levá trochu více odstátá, jinak norma
Symetrie trapézových svalů	Levá strana více napnutá
Symetrie uší	Bez nálezu
Hlava	V ose
Skolióza	Bez nálezu, relativně v normě
Celkový tvar páteře	Zvýšená bederní lordóza s kompenzační hrudní kyfózou

*Pohled zepředu*

<b>Hodnocená oblast</b>	<b>Výsledek</b>
Ploska nohy	Plochoňoží – mírně propadlá příčná i podélná klenba
Symetrie malleolů	V normě
Symetrie lýtek	V normě
Patella	Mírná deviace patelly u PDK i LDK směrem dovnitř, valgozita kolenních kloubů
Symetrie stehen	Bez nálezu
Symetrie crist	Levá trochu výše než pravá
Symetrie pupku	Bez nálezu
Symetrie ramen	Levé rameno trochu níže než pravé
Symetrie klíčních kostí	Bez nálezu
Symetrie obličeje	Pravá strana paréza nervus facialis; pokles ústního koutku a očního víčka
Symetrie hlavy	V ose
Aktivita mimického svalstva	Bez nálezu
Tonus obličejových svalů	Levá strana více napnutá
Symetrie uší	Bez nálezu
Zvýšená hra prstců	Při delším stojí mírně přítomna, ale jen minimálně

*Pohled z boku*

<b>Hodnocená oblast</b>	<b>Pravý bok</b>
Ploska nohy	Plochoňoží – mírně propadlá příčná klenba
Kontura lýtek	Bez nálezu
Postavení kolen	Mírná rekurvace
Kontura stehen, hýždí	Bez nálezu
Postavení pánve	Mírná anteverze
Záda (lordóza, kyfóza)	Mírně zvýšená bederní lordóza s kompenzační hrudní kyfózou
Postavení ramen	Mírně v protrakci
Postavení hlavy	Bez nálezu
Postavení uší	Bez nálezu
Aktivita mimického svalstva	Bez nálezu



## Modifikace stoje

- *Stoj o úzké bázi* – Pacientka zvládá bez opory delší stoj o úzké bázi, zvýšená hra prstců je přítomna minimálně
- *Stoj bez kontroly zraku* – pacientka zvládá bez opory, přítomna zvýšená hra prstců
- *Stoj na pravé noze s kontrolou zraku* – Pacientka zvládne udržet stoj na pravé noze bez opory horních končetin, velmi mírné problémy se stabilitou, přítomna zvýšená hra prstců
- *Stoj na levé noze s kontrolou zraku* – Pacientka zvládne udržet stoj na levé noze bez opory horních končetin, velmi mírné problémy se stabilitou, přítomna zvýšená hra prstců
- *Stoj na pravé noze bez kontroly zraku* – Pacientka zvládne udržet stoj na pravé noze bez kontroly zraku s občasnou oporou horních končetin, je nejistá, mírné problémy se stabilitou
- *Stoj na levé noze bez kontroly zraku* – Pacientka zvládne udržet stoj na pravé noze bez kontroly zraku s občasnou oporou horních končetin, je nejistá, mírné problémy se stabilitou
- Trendelenburgova – Duchennova zkouška: Byla proveden Trendelenburgova – Duchennova zkouška, výsledek negativní (nedošlo k laterálnímu posunu pánve ani kompenzačnímu úklonu).

## Vyšetření chůze

Hodnotíme	Výsledek
Šířka báze	11 cm
Délka kroku	19 cm
Rytmus kroku	Relativně pravidelný, minimální odchylky
Pohyb pánve	V normě, pohyb nahoru a dolů při pohybu
Odvíjení nohy od podložky	LDK v normě (pata – ploska – špička), PDK mírně opomíjí odraz od špičky, jinak v normě
Stabilita chůze	Relativně stabilní, pacientka je schopna jít plynule bez vychylování do stran; musí se však soustředit
Souhyb v rameni	Pravidelný, u LHK větší pohyb než u PHK
Souhyby v lokti	Pravidelný, u LHK větší pohyb než u PHK
Typ chůze dle Jandy	Peroneální – největší pohyb vychází z kolenního kloubu
Postavení pánve	Pánev v mírné anteflexi

## Modifikace chůze

- **Chůze pozpátku** – Pacientka zvládá, mírné výchylky rytmu kroku, extenze kyčelních kloubů a zapojení gluteálních svalů v normě, pacientka je stabilní
- **Chůze se zavřenými očima** – rytmus kroku nepravidelný, jde pomalu, nejistá; chůzi se zavřenými očima však zvládá, relativně stabilní
- **Chůze se vzpaženými končetinami** – Pacientka zvládá, je stabilní, k laterálnímu posunu pánve nedochází

## Vyšetření svalové síly

DKK

<b>Svalový test – výstupní hodnoty</b>		
<b>Kyčelní kloub</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5
<b>Abdukce</b>	5	5
<b>Addukce</b>	4	5
<b>Zevní</b>	4+	5
<b>Vnitřní rotace</b>	4+	4+
<b>Kolenní kloub</b>		
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5
<b>Hlezenní kloub</b>		
<b>Plantární flexe (m. triceps surae)</b>	5	5
<b>Plantární flexe (m. soleus)</b>	5	5
<b>Supinace s dorzální flexí</b>	4	5
<b>Supinace v plantární flexi</b>	4+	5
<b>Plantární pronace</b>	5	5

HKK

<b>Kloub ramenní</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5
<b>Abdukce</b>	5	5
<b>Extenze v abdukci</b>	4+	5
<b>Zevní rotace</b>	5	5
<b>Vnitřní rotace</b>	5	5
<b>Kloub loketní</b>		
<b>Flexe</b>	5	5
<b>Extenze</b>	5	5

<b>Předloktí</b>		
<b>Supinace</b>	5	5
<b>Pronace</b>	5	5
<b>Zápěstí</b>		
<b>Flexe s addukcí</b>	4+	5
<b>Flexe s abdukcí</b>	4+	5
<b>Extenze s addukcí</b>	5	5
<b>Extenze s abdukcí</b>	5	5

### **Vyšetření svalového zkrácení**

<b>Svalové zkrácení – výstupní hodnoty</b>		
	<b>Pravá</b>	<b>Levá</b>
<b>M. triceps surae</b>	0	0
<b>M. rectus femoris</b>	0	0
<b>M. tensor fasciae latae</b>	0	0
<b>M. iliopsoas</b>	0	0
<b>Adduktory kyčelního kloubu</b>	0	0