



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Využití roboticky asistované rehabilitace k terapii
pacienta po kraniocerebrálním traumatu**

**The Application of Robot-Assisted Therapy in
Treatment of Patient after Traumatic Brain Injury**

Bakalářská práce

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie

Autor bakalářské práce: Kateřina Dvořáková

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Aleš Příhoda



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Dvořáková** Jméno: **Kateřina** Osobní číslo: **482846**
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 roboticky asistované rehabilitace k terapii pacienta po kraniocerebrálním traumatu

Název bakalářské práce anglicky:

The Application of Robot-Assisted Therapy in Treatment of Patient after Traumatic Brain Injury

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude hodnocení efektivity roboticky asistované rehabilitace při terapii pacienta po kraniocerebrálním traumatu. Práce bude zpracována formou podrobné kazuistiky. V teoretické části bude popsána patofyziologie kraniocerebrálních poranění u vybraných typů těchto poranění a jejich primární projevy. Pomocí literární rešerše bude shrnut současný stav problematiky roboticky asistované rehabilitace. V metodice budou uvedeny vyšetřovací metody a popis jednotlivých terapií s využitím robotických systémů. Speciální část bude popisovat průběh plnění krátkodobého a dlouhodobého rehabilitačního plánu. Diskuze bude pojednávat o výsledcích práce v porovnání s relevantními studii problematikou se zabývajících autorů.

Seznam doporučené literatury:

- [1] AMBLER, Zdeněk, Josef BEDNAŘÍK a Evžen RŮŽIČKA, Klinická neurologie, ed. 2, Praha: Triton, 2008, ISBN 978-80-7387-157-4
- [2] POKORNÝ, Vladimír, Traumatologie, Praha: Triton, 2002, ISBN 80-7254-277-X
- [3] HIDLER, Joseph a Robert SAINBURG, Role of Robotics in Neurorehabilitation, online, Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation, ed. , [Revidováno 2011], [Citováno 2020-10-23], ročník 17, číslo 1, Přístupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3157701/>, 10820744

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.


.....
Datum převzetí zadání


.....
Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Využití roboticky asistované rehabilitace k terapii pacienta po kraniocerebrálním traumatu 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 10.05.2021

.....
Kateřina Dvořáková

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování vedoucímu práce Ing. Aleši Příhodovi za jeho čas, trpělivost a pohotové odborné rady, které mi během tvorby práce ochotně poskytoval. Zároveň mé poděkování patří pacientu Z. H. a jeho rodině za spolupráci při terapii. V neposlední řadě rovněž děkuji Fakultě biomedicínského inženýrství Českého vysokého učení technického v Praze za možnost využívat prostory a vybavení Laboratoře robotické rehabilitace.

ABSTRAKT

Předmětem bakalářské práce je využití robotických systémů při rehabilitaci pacienta se spastickou tetraparézou. Teoretická část popisuje patofyziologii vybraných typů kraniocerebrálních poranění, a zároveň shrnuje problematiku roboticky asistované rehabilitace včetně popisu konkrétních, v práci užitých přístrojů. Obsahem speciální části je kazuistika pacienta, jenž podstoupil terapii na přístrojích Gloreha, ReoAmbulator a Leg Tutor.

V rámci hodnocení efektu roboticky asistované rehabilitace byl zkoumán její vliv zejména na pacientovu chůzi, stabilitu, míru spasticity a s nimi související soběstačnost. Mimo kineziologického vyšetření bylo k hodnocení účinnosti terapie užito standardizovaných testů. Jmenovitě šestiminutového testu chůze, Bergovy funkční škály rovnováhy a funkčního indexu soběstačnosti.

Na základě vstupních a výstupních hodnot kineziologického vyšetření a užitých speciálních testů se prokázala efektivita roboticky asistovaná rehabilitace v terapii pacienta po traumaticky získaném kraniocerebrálním poranění. Konkrétně se terapie projevila účelně ve sledovaných aspektech pacientovy chůze, stability, míry spasticity a kloubních rozsahů. Výsledkem součtu těchto dílčích faktorů se podařilo zredukovat míru pacientovy závislosti na druhých osobách.

Ve výsledku se tedy zdařilo potvrdit účinnost robotických rehabilitačních systémů a rovněž opodstatnit jejich vzrůstající popularitu. Ta je patrná nejen u autorů klinických studií, kteří na základě klíčových principů a nejnovějších trendů oblasti neurorehabilitace na robotické systémy stále četněji poukazují. Dosažené výsledky jsou s nimi porovnávány a rozdíly diskutovány v závěru práce. Diskuse se též zabývá důležitostí včasnosti péče v rámci neurorehabilitace a motivací pacienta.

Klíčová slova

Kraniocerebrální poranění; robotické systémy; neurorehabilitace; spasticita; chůze; soběstačnost.

ABSTRACT

The main topic of the bachelor thesis is the use of robotic systems in the treatment of patient with spastic tetraparesis. The theoretical part describes pathophysiology of selected types of traumatic brain injuries, and also summarizes the issue of robotically assisted rehabilitation, including a description of specific devices used in the thesis. The content of the special part is a casuistry of a patient who underwent therapy on the devices Gloreha, ReoAmbulator and Leg Tutor.

Part of the evaluation of the robot-assisted therapy, was to examine its effect on patient's gait, stability, degree of spasticity and self-sufficiency. In addition to the kinesiological examination, the effectiveness of therapy was evaluated with the usage of standardized tests. Namely The six minute walk test, Berg balance scale and Functional independence measure.

Based on the input and output values of the kinesiological examination and the standardizes tests, the robot-assisted therapy came out as an effective tool in therapy of the patient after traumatic brain injury. The therapy manifested itself effectively especially in the aspects of patient's gait, stability, degree of spasticity and range of motion. Due to these factors, the self-sufficiency was increased as well.

Keywords

Traumatic brain injury; robotic systems; neurorehabilitation; spasticity; gait; self-sufficiency.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce	11
3	Přehled současného stavu.....	12
3.1	Kraniocerebrální traumata	12
3.2	Mechanismy kraniocerebrálních traumat	12
3.3	Patofyziologie poranění mozku.....	13
3.4	Poranění lebky.....	14
3.4.1	Fraktury kalvy	14
3.4.2	Fraktury báze lebni.....	14
3.4.3	Fraktury obličejové části lebky	14
3.5	Poranění mozku.....	15
3.5.1	Mozková kontuze	15
3.5.2	Komoce	16
3.5.3	Poúrazová nitrolební krvácení.....	16
3.5.4	Difuzní axonální poranění	17
3.6	Projevy kraniocerebrálních traumat	17
3.6.1	Poruchy vědomí	18
3.6.2	Kmenové syndromy	19
3.6.3	Thalamický syndrom	20
3.6.5	Mozečkové příznaky	20
3.6.6	Spasticita	21
3.7	Roboticky asistovaná rehabilitace	21
3.7.1	Principy neurorehabilitace	23
3.7.2	Současný stav problematiky.....	25
3.7.3	Přehled vybraných robotických zařízení	26
4	Metodika	31

4.1 Sběr dat	31
4.2 Použité vyšetřovací metody	31
4.2.1 Anamnéza	31
4.2.2 Aspekce a palpce	31
4.2.3 Goniometrie.....	32
4.2.4 Vyšetření svalové síly.....	32
4.2.5 Vyšetření stoje	32
4.2.6 Vyšetření chůze	33
4.2.7 Vyšetření úchopu	33
4.3 Neurologické vyšetření	33
4.3.1 Vyšetření spasticity	33
4.3.2 Vyšetření hlavových nervů	35
4.3.3 Vyšetření myotatických reflexů	36
4.3.4 Vyšetření spastických jevů	36
4.3.5 Vyšetření paretických jevů	37
4.3.6 Vyšetření taxy	38
4.3.7 Vyšetření cití.....	38
4.4 Speciální testy	39
4.4.1 Test funkční soběstačnosti	39
4.4.3 Bergova funkční škála rovnováhy.....	39
4.4.4 Funkční kategorie chůze	40
4.4.5 Šestimínutový test chůze.....	41
4.5 Využité metody roboticky asistované rehabilitace	41
4.5.1 Terapie pomocí přístroje Gloreha	41
4.5.2 Terapie na přístroji ReoAmbulator.....	41
4.5.3 Terapie s využitím přístroje LegTutor	42
5 Speciální část.....	43

5.1 Vstupní vyšetření	43
5.1.1 Anamnéza	43
5.1.2 Kineziologický rozbor	45
5.1.8 Vyšetření úchopů.....	50
5.1.3 Neurologické vyšetření	51
5.1.4 Speciální testy	53
5.2 Dlouhodobý a krátkodobý rehabilitační plán.....	55
5.2.1 Dlouhodobý rehabilitační plán.....	55
5.2.2 Krátkodobý rehabilitační plán.....	55
5.3 Průběh terapie.....	56
6 Výsledky	65
6.1 Výstupní kineziologický rozbor.....	65
6.2 Zhodnocení efektu terapie.....	70
7 Diskuze.....	72
8 Závěr	79
9 Seznam použitých zkratk	80
10 Seznam použité literatury.....	82
11 Seznam použitých obrázků	87
12 Seznam použitých tabulek	88
13 Seznam příloh	89

1 ÚVOD

Současná společnost je definována neustálou akcelerací, pokrokem a touhou po nejlepších výsledcích za co nejmenší vynaložené úsilí. Ať už se jedná o pokrok na poli medicínském, technologickém, či v oblasti překonávání vlastních možností. Tento fenomén s sebou přináší světlé i stinné stránky. V kontextu této bakalářské práce je možné jako negativní hledisko zmínit vzrůstající křivku dopravní nehodovosti, jenž je mechanismem stojícím jasně v popředí příčin způsobujících poranění mozku.

Kraniocerebrální traumata jsou nejčastější příčinou smrti u osob do 45 let věku. I díky moderní medicíně není úrazům přímo úměrný počet úmrtí, ale spíše počet těžce zraněných osob s trvalými následky. Pokud tedy nejsou traumata smrtelného charakteru, přinášejí s sebou těžká a především trvalá funkční postižení. Ta mají krom zjevného dopadu na pacientovo fyzické zdraví, schopnost mobility a samostatnosti i značně negativní vliv pro jeho sociální život. Proto představují poranění mozku velký problém napříč celým společenským spektrem. Jejich léčba je problematická, neboť tyto pacienti vyžadují kontinuální doživotní péči.

Na druhé straně vah od stoupající křivky traumat, jsou nové medicínské a technické poznatky, promítající se do dnes stále více skloňované oblasti neurorehabilitace. Roboticky asistovaná rehabilitace se v oblasti poúrazových a dalších stavů zaměřuje především na terapii motorických nedostatků. Tím výrazně usnadňuje terapeutům cenný čas a úsilí. Nicméně je velmi výhodnou i pro pacienty rozličného věku, kteří jsou vidinou atraktivně vyhlížejících technologií a prostřednictvím zpětné vazby k rehabilitaci pozitivně motivováni.

S roboticky asistovanou rehabilitací mi bylo umožněno se poprvé setkat během odborných praxí v rámci studia fyzioterapie. Toto dynamicky se rozvíjející odvětví rehabilitace mne zaujalo nejen díky svému provedení a slibovanému terapeutickému efektu. Proto jsem se rozhodla tuto problematiku podrobit zkoumání a získat tak o ní ucelenější znalosti.

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnocení efektu terapie pomocí robotických systémů ReoAmbulator, Gloreha a Leg Tutor u pacienta s diagnózou traumaticky získané spastické tetraparézy. Hodnocení po absolvování šestiměsíční terapie s využitím robotických systémů vychází z porovnání vstupního a výstupního kineziologického rozboru a kvantitativního vyhodnocení mezinárodně standardizovaných testů.

Dílčími výzkumnými otázkami jsou:

1. Jaký bude efekt vlivu roboticky asistované rehabilitace na zlepšení stability při statickém stoji a chůzi u pacienta se spastickou tetraparézou?
2. Jaký bude efekt vlivu roboticky asistované rehabilitace na snížení projevů spasticity, zvýšení svalové síly a kloubních rozsahů?
3. Jaký bude efekt vlivu roboticky asistované rehabilitace na samostatnost pacienta?

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Kraniocerebrální traumata

Kraniocerebrální traumata (KCT) představují ve vyspělých zemích u osob do 45. roku věku nejčastější traumatologickou příčinu smrti. V případech nekončících letálně mají u osob v produktivním věku často za následek invaliditu, s ní spjatou pracovní neschopnost, a často tedy i sociální a ekonomické problémy. (Smrčka 2001)

Mezi nejčastější příčiny patří bezpochyby dopravní nehody, kterým v dnešní době konkurují případy zaviněné vykonáváním sportů adrenalinové povahy. U starších osob, či naopak malých dětí jsou častým viníkem pády. Mezi další příčiny patří pracovní úrazy, traumata zaviněná násilím, či vliv alkoholu a jiných návykových látek. (Ambler 2010)

Následky KCT jsou velmi individuální, například u lehkých mozkových poranění je mortalita téměř vyloučena, naopak u střelných poranění mozku nastává v 90 %. Rozdílná je i doba hospitalizace a rekonvalescence. (Ambler 2010; Smrčka 2001)

3.2 Mechanismy kraniocerebrálních traumat

Poranění hlavy častěji než izolovaně vznikají jako součást polytraumatu sdružená s poraněním dalších systémů. Při vícečetném poranění je závažnost KCT markantnější a léčba komplikovanější.

Hlavním původcem poranění mozku je síla dynamicky působící ve velmi krátkém čase. Udává se mezi 20 a 200 milisekundami. Jednat se může o přímý dopad rozličných předmětů na hlavu, či hlava sama dopadá na pevný povrch. (Pokorný 2002; Ambler 2010)

Dalším mechanismem, řadícím se stejně jako výše zmíněný k mechanismům kontaktním, je působení statické síly, při kterém je hlava zmáčknuta či drcena. Následkem této pomalejší síly jsou často fraktury skeletu. Krom fraktur jsou častým důsledkem kontaktního poranění i kontuze mozku. (Wendsche 2019)

Mozek může být poraněn i izolovaně, a to jedním z nepřímých mechanismů. Například při prudkém pohybu v oblasti krční páteře, typickém pro dopravní nehody. Mezi taková poranění patří akcelerace translační, či závažnější rotační, a decelerace. Tato poranění se

označují jako inerciální. Mezi klenbou lebeční a povrchem mozku, či přímo uvnitř mozku při nich vzniká napětí. Působící tenzní síly pak postiženou tkáň napínají a síly kompresní ji stlačují. Závažnost takto postižené tkáně je přímo úměrná času působení sil. Čím je oblast vystavena napětí déle, propagují se síly do mozkové tkáně hlouběji. (Wendsche 2019; Smrčka 2001)

3.3 Patofyziologie poranění mozku

V průběhu času se klasifikace KCT několikanásobně měnila a upravovala. Dnes se nejčastěji používá rozdělení na poranění primární a sekundární, a poranění fokální a difuzní. Přičemž pojmy primární a sekundární ukazují na časovou osu (po)úrazového období, a označení fokální a difuzní se zabývá charakterizováním poškození mozku dle lokalizace. Nejde ale o striktní rozdělení na sobě nezávislých pojmu. Výše zmíněné dvojice se mezi sebou prolínají a doplňují. (Ambler 2010)

Primární poranění mozku je takové strukturální poškození, které bezprostředně vzniká v souvislosti s úrazem. Příkladem je kontuze. V současnosti existují pouze velmi omezené možnosti reparace těchto poranění, pozornost se tedy směřuje spíše k prevenci. (Ambler 2010)

Sekundární kraniocerebrální trauma může být způsobeno faktory intrakraniálními i faktory působícími z vnějšího prostředí. Do sekundárních traumat vznikajících v důsledku intrakraniálních faktorů lze zařadit nitrolební krvácení, či mozkový edém. Mezi extrakraniální faktory patří hlavně hypoxie a systémová hypotenze. (Ambler 2010)

Fokální poranění mozku je takové, které je ohraničené a zahrnuje pouze určitou oblast tkáně. Mezi tento typ poranění lze řadit intra a extracerebrální hematomy, kontuze, penetrující poranění, fraktury kalvy a báza lební a v neposlední řadě poranění v oblasti skalpu. Ta mohou záhy přejít do velmi závažného stavu způsobeného velkou ztrátou krve a šokovým stavem.

Difuzní poranění se současně projevuje vícečetným a víceetážovým postižením. (Wendsche 2019)

Dalším hlediskem, dle kterého lze kraniocerebrální traumata rozčlenit, je komunikace se zevním prostředím. Dle něj se traumata hlavy a mozku dělí na otevřená, která mohou být penetrující, nepenetrující, či penetrující skrytě, a na poranění uzavřená. (Smrčka 2001)

3.4 Poranění lebky

3.4.1 Fraktury kalvy

Zlomeniny klenby lební jsou zastoupeny třemi velkými skupinami. Jedná se o fraktury lineární, tříštivé a fraktury impresivní, neboli vpáčené. Jak již název napovídá, impresivní fraktury jsou spojeny s rizikem zasažení mozkové tkáně kostními úlomky, které jsou při tomto typu fraktur vpáčeny intrakraniálně a mohou způsobit místní deficit parenchymu, či vyvolat epilepsii. Pokud současně dojde i k roztržení meningeální vény či arterie, vzniká epidurální hematom. (Wendsche 2019)

Lineární fraktury s sebou nemusí nést příliš velké riziko, pokud se jedná o jednoduchou uzavřenou lineární frakturu. V případě lineární otevřené fraktury riziko stoupá z důvodu infekce.

Tříštivé (kominutivní) víceúlomkové zlomeniny zpravidla vznikají při větším násilí, například při nárazu či úderu. (Wendsche 2019)

3.4.2 Fraktury báze lební

K frakturám báze ve většině případů dochází následkem komprese hlavy. Lokalizace fraktur se často shoduje s místy na lebce, která jsou anatomicky zeslabená. Kost se zde láme mimo místo nárazu a fraktura tvoří svým průběhem kresbu spojující otvory pro výstup hlavových nervů a cév. Například nejčastěji se vyskytující lomná linie roviny frontální vede stropem dutiny nosní ke canalis opticus, dále k foramen ovalum, rotundum a spinosum, přes tegmen tympani až na šupinu kosti spánkové. Fraktury v této oblasti bývají nápadné vzniklým brýlovým hematomem signalizujícím krvácení do měkkých tkání očníce. (Hirt 2011)

3.4.3 Fraktury obličejové části lebky

Fraktury obličejových kostí se z hlediska lokalizace rozdělují do tří oblastí. Dolní oblast představuje dolní čelist, která je kvůli svému uložení částí skeletu nejvíce

exponovanou. Střední obličejová část zahrnuje horní čelist s horní hranicí v úrovni kořene nosu. Část třetí je vymezena horní polovinou šupiny kosti čelní. (Wendsche 2019)

Fraktury střední části obličeje byly pro svou anatomickou složitost mnohonásobně děleny a kvalifikovány. Nicméně pro svou obraznost se stále často využívá třídění dle francouzského anatoma René Le Forta (1869-1951).

Fraktura Le Fort I, neboli dolní subzygomatická zlomenina, bývá oboustranná a vzniká působením síly zřepedu či šikmo ze strany na dolní část horní čelisti. Linie lomu probíhá horizontálním směrem od apertury piriformis nasí směrem k tuber maxillae. Le fort II nastává z fraktur střední části obličejového skeletu nejčastěji, a to převážně při dopravních nehodách. Linie lomu této horní subzygomatické zlomeniny vzniká za působení přímého tupého násilí. Vede přes kůstky nosu, frontální výběžek horní čelisti, slznou kost, přes dolní okraj očnice a kolem foramen infraorbitalis. V úrovni sutura zygomaticomaxillaris zabíhá pod lícni kost, odkud sestupuje laterálně na stěnu dutiny čelisti a pokračuje až ke kosti klínové. Následkem této linie se odlamuje středová část prostřední obličejové třetiny včetně septa. Fraktura typu Le Fort III se vyskytuje o poznání vzácněji, nicméně klinicky se jedná o poranění nejtěžší. (Hirt 2011; Mazánek 2007)

3.5 Poranění mozku

3.5.1 Mozková kontuze

Ruku v ruce s kontaktními mechanismy zapříčiňujícími část výše zmíněných fraktur může vzniknout i kontuze mozku způsobena nepenetrujícím traumatem. Typicky je lokalizována v kortikální či subkortikální oblasti, tedy povrchově. Mikroskopicky je tkáň zhmožděna a nalézá se u ní různý stupeň prokrvácení. V praxi se často prolíná s traumatickým intracerebrálním hematomem za vzniku lézí zahrnujících krom složky kontuzní i složku hemoragickou. (Ambler 2010)

Dle svého rozsahu může mít různé následky. Pokud kontuze zasahuje do bílé hmoty a poškození je masivnějšího rázu, dochází až k laceraci. To je stav velmi závažný a zmiňuje se spíše v souvislosti s poraněními penetrujícími.

Nehledě na tíži a mechanismus vzniku zhmoždění existují určitá místa, kde je její výskyt častější. Jedná se o báze frontálního a temporálního laloku. S lokalizací úzce souvisí i pojmy *par coup* a *par contre coup*. (Ambler 2010; Smrčka 2001)

3.5.2 Komoce

Mozková komoce, tedy otřes mozku, označuje funkční poruchu bez patrné anatomické změny. Provází ji poruchy vědomí. Nejčastěji jde o krátkodobé bezvědomí trvající do deseti minut. Dále pacienta postihuje retrográdní či anterográdní amnézie, nauzea a zvracení. Pokud bezvědomí trvá déle než 60 minut, jedná se o poruchu závažnější. (Wendsche 2019)

3.5.3 Poúrazová nitrolební krvácení

Nitrolební krvácení je intrakraniálním faktorem ovlivňujícím mozkovou tkáň sekundárně. U konkrétních příkladů je klíčová lokalizace jejich vzniku.

Pro **epidurální hematom** je charakteristický rychlý nástup bezvědomí, s nímž může být spjatý lucidní interval délkou závislý na velikosti poškozené tepny. Mezi další příznaky patří kontralaterální hemiparéza, anizokorie, bolest hlavy a vomitus. Jedná se o akutní stav s vysokou mortalitou. Příčinou krvácení je nejčastěji *arteria meningea media*. (Smrčka 2001)

Při **intracerebrálním krvácení** vzniká častěji, než akutní hematom v okamžiku úrazu, opožděné krvácení během 48 hodin z důvodu ruptury stěny cévy. Symptomy odpovídají lokalizaci, nicméně malé hematomy mohou probíhat i bezpříznakově. Typická je porucha vědomí. (Hirt 2011)

Subdurální hematom se dle latence projevení příznaků rozděluje na akutní, subakutní a chronický. Akutní je charakterizován nástupem do tří dnů od úrazu a jeho příznaky jsou shodné s hematomem epidurálním, jen přicházejí pozvolněji. Subakutní subdurální hematom se manifestuje v časovém odstupu delším než tři dny a příznaky chronického stádia nastupují až po třech týdnech. (Ambler 2010)

Traumatické subarachnoidální krvácení často vzniká při mozkové kontuzi. Projevuje se zejména oboustranně lokalizovanými bolestmi hlavy, meningeálními příznaky, neklidem a teplotou. (Ambler 2010)

3.5.4 Difuzní axonální poranění

Difuzní axonální poranění vzniká při závažných krytých úrazech hlavy, nejčastěji následkem tupého násilí. Výskyt je spojen převážně s dopravními nehodami, ale za vznik mu mohou dát i pády z výšek či kriminální jednání. Jde o traumatické poškození axonů bílé hmoty. Charakter axonálního poškození nemusí být pouze funkční, tedy reverzibilní, ale i strukturální ve smyslu jejich úplného přerušení. Častou lokalizací jsou přechodné oblasti mezi bílou a šedou hmotou. Konkrétně například oblast bazálních ganglií, capsula interna, corpus callosum či dorzolaterální část mezencefala a pontu. Na umístění lézí má také podíl přesné umístění a pohyb hlavy při úrazu. Zmíněné lokalizace jsou predilekční z důvodu větší hustoty i setrvačnosti šedé hmoty mozkové nad hmotou bílou. V okamžiku úrazu mezi oběma strukturami dojde k vzájemnému posunu a tím k poškození axonů. (Štefan 2005)

Základním příznakem difuzního axonálního poranění je bezvědomí nastupující bezprostředně po úrazu. V případě těžšího stupně poranění, zahrnujícího i změny strukturální, se bezvědomí vyskytuje v řádu hodin až dnů. Mezi další příznaky, různě se vyskytující dle lokalizace léze, patří poruchy motorických funkcí v podobě centrálních paréz, poruchy autonomních funkcí, mozečkové příznaky, či příznaky rozpojení hemisfér. Vyskytovat se mohou i poruchy percepce a paměti, či bradypsychie. (Štefan 2005)

Diagnostika je ztížena dalšími úrazovými změnami, které difuzní axonální poranění překrývají, i různými nespecifickými neurologickými příznaky.

V rámci prognózy hraje roli nespočet faktorů včetně mechanismu úrazu, přítomnosti přidružených poranění, užití návykových látek, či věku. S vyšším věkem stoupá pravděpodobnost akutních intracerebrálních a subdurálních hematomů, spojených s vyšší letalitou. Pro co nejpřesnější stanovení prognózy má největší význam magnetická rezonance. (Štefan 2005; Ambler 2010)

3.6 Projevy kraniocerebrálních traumat

Projevy a následky kraniocerebrálních poranění se spíše než od sekundárních komplikací, odvíjí od tíže vlastního poranění a jeho lokalizace. Může se tedy objevit celá škála více, či méně rozvinutých projevů. Objevuje se ložiskový neurologický nálezh v podobě hemiparézy, poškození některého z hlavových nervů, či poškození řeči.

Po těžším difuzním axonálním poranění, nebo kontuzi, se vyskytuje demence, parkinsonský syndrom, nebo poruchy psychiky organických příčin. Následkem penetrujících poranění bývá častá epilepsie. Po velmi těžkých poraněních nastává vigilní koma. (Ambler 2010)

3.6.1 Poruchy vědomí

Stav vědomí je jedním z nejsledovanějších prognostických faktorů nejen u KCT. V dnešní době je publikováno obrovské množství systémů hodnotících poruchy vědomí. Nejpoužívanější z nich je stále Glasgow Coma Scale, publikované již v roce 1974. Zahrnuje sledování otevírání očí, slovní odpovědi a motorické odpovědi na podněty. Detailnějším systémem pro hodnocení je například Schéma kmenových příznaků, publikované Benešem (1984), které hodnotí krom stavu zornic a reakce na bolest i vegetativní funkce. (Smrčka 2001)

Kvantitativní poruchy vědomí

Kvantitativní porucha vědomí nastane v případě poškození ascendentní části retikulární formace. A to buď při přímém poškození mozkového kmene, dále při kompresi kmenových struktur z okolí, či při přerušení toku impulzů po drahách mezi retikulární formací a kůrou.

Nejpříznivější kvantitativní poruchou je somnolence, při které je pacient spavý. Na slovní podněty reaguje krátkou odpovědí, ale bez stimulace opět usíná. V případě soporu, se pacient probouzí pouze po bolestivém stimulu. Reaguje cíleným pohybem končetin, či nesrozumitelným mumláním. Slovní kontakt není možné vyvolat. (Ambler 2010)

Nejtěžší formou kvantitativní poruchy vědomí je kóma. Pacient na bolestivý podnět nereaguje vůbec, necílenou reakcí končetin, nebo stereotypní odpovědí ve formě dekortikační, či decerebrační odpovědi. (Smrčka 2001)

Pro dekortikační držení je typická addukce paží, flexe v loketních a zápěstních kloubech a ruce zaťaté v pěst. Ve většině případů vznik odpovídá těžkému podkorovému postižení v bílé hmotě hemisfér. Decerebrační držení charakterizují extendované loketní klouby s pronovanými předloktími. DKK jsou, stejně jako u dekortikačního držení, extendovány. K tomuto postavení dochází u hlouběji uložené léze, či při poškození

mezencefala, případně u lokalizace supratentoriální. Je známkou rozpojení mezi mozkovým kmenem a koncovým mozkiem. (Ambler 2010)

Kvalitativní poruchy vědomí

Kvalitativní poruchy vědomí jsou projevem poškozené funkce mozkové kůry. V těchto případech je retikulární formace, a stejně tak její spoje s kůrou mozku, neporušená. Rozlišují se zde dva stavy: delirium, tedy obluzené vědomí, a obnubilace.

Problémy pak nastávají, a je třeba vyšetřit, orientaci (místem, osobou, časem), řeč, pozornost, myšlení, paměť, schopnost poznávání a vnímání. (Smrčka 2001)

3.6.2 Kmenové syndromy

Projevy poruch oblasti mozkového kmene jsou svou charakteristikou rozdílné a rozmanité. Jsou charakterizovány výškou léze a místem poškození. Důležité je, zda je poškozena kmenová oblast lokalizována mediálně, či laterálně. Objevují se i alternující syndromy, u kterých je na straně léze poškozena funkce související s hlavovým nervem, a kontralaterálně hemiparéza, případně hemiestezie. (Kolář 2020)

Co se týče etiologie kmenových syndromů, symptomy odpovídají poškození jednotlivých mozkových arterií a dělí se na arteriální syndromy mediální a laterální. Mediální syndromy vznikají po poškození některé z větví arteria basilaris, které zásobují právě mediální část mozkového kmene. Naopak laterální syndromy se objevují po poškození mozečkových arterií a jejich větví. (Kolář 2020)

Mediální syndromy

Léze medulla oblongata se projevuje homolaterálně ke straně léze postižením nervus hypoglossus, poruchou propriocepce a diskriminačního cití. Kontralaterálně se objevuje hemiparéza.

Lézi pons Varoli charakterizuje kontralaterální hemiparéza (při lézi v horní oblasti i včetně centrální mimické parézy), oftalmoplegie, porušená propriocepce a diskriminační citlivost.

Postižení v oblasti mesencephala se kontralaterálně projevuje hemiparézou, poruchou propriocepce, diskriminační citlivosti a oftalmoplegií, tedy poruchou funkce

n. oculomotorius či trochlearis (dle výšky léze). Kontralaterálně, ale i shodně se stranou léze se vyskytuje ataxie. (Kolář 2020)

Laterální syndromy

Léze medulla oblongata se projevuje v podobě tzv. Wallenbergerova syndromu, který je definován závratí, nauzeou, zvracením a nystagmem. Vyskytuje se dysfagie, dysfonie, obrna měkkého patra se sníženým vnímáním chuti na polovině jazyka, a singultus. Objevit se může i Hornerův syndrom (mióza, ptóza, zdánlivý enoftlamus).

Laterální léze oblasti pons Varoli se homolaterálně projevuje slabostí žvýkacích svalů, mimickou obrnou, Hornerovým syndromem a hemiataxií. Kontralaterálně poruchou termického a algického cití (na obličeji při lézi horního pontu, na celé polovině těla při lézi pontu dolního).

Po postižení mesencephala, konkrétně dolní a střední částí se kontralaterálně vyskytuje porucha termického a algického cití na polovině celého těla včetně obličeje. Na ispilaterální straně může být patrný Hornerův syndrom. Po poškození horního mesencephala se vyskytuje pohledová obrna, retrakční nystagmus a retrakce horního víčka. Zornice jsou bez reflexů. (Kolář 2020)

3.6.3 Thalamický syndrom

Příznaky léze v oblasti thalamu se projevují kontralaterálně. Jde o hemiparézu, homonymní hemianopsii, hemihypestezii, hemiataxii, těžkou hemialgii a choreatické až atetotické hyperkineze. Uvedené příznaky se nemusí vyskytovat současně. (Kolář 2020)

3.6.5 Mozečkové příznaky

Léze v oblasti cerebella se projevují především chybnou regulací svalového tonu a poruchami koordinace. Veškeré příznaky se vyskytují homolaterálně.

Svalový tonus je změněn ve smyslu hypotonie, jejímž projevem je mozečková pasivita. Při pasivitě jsou patrné větší rozsahy pohybu v kloubech, protože sval neklade proti pohybu adekvátní odpor. V důsledku takto změněného svalového tonu mají reakce při šlachookosticových reflexech tzv. kyvadlový ráz. (Ambler 2010)

Porušena je taxie, při které se objevuje hypermetrie. Dále se vyskytuje asynergie, tedy porucha svalové koordinace, intenční tremor a dysdiadochokineze. Mohou se objevit i závratě s nystagmem, které nejsou známkou přímého mozečkového poškození, ale vznikají při porušení vestibulárních jader a drah. (Ambler 2010)

3.6.6 Spasticita

U centrálních lézí, nehledě na etiologii, bývá tonus více či méně zvýšen. U lézí menšího rozsahu, u kterých je poškozena jen pyramidová dráha, není změna příliš markantní. Naopak u rozsáhlého postižení kortikospinálního traktu, kde převládá postižení drah extrapyramidových, vzniká spasticita. Spasticita je definována jako nekontrolovatelné zvýšení tonu. Příznačná je pro ni hypereflexie, zkrácení svalu, obtíže v jemné i hrubé motorice. Může zapříčinit pacientovu invaliditu. Příčinou vzniku je nerovnováha mezi pyramidovou a extrapyramidovou činností. Zvláště dochází k útlumu inhibičních jevů extrapyramidových a ke zvýšení tonické aktivace gama-motoneuronů. (Bell 2015)

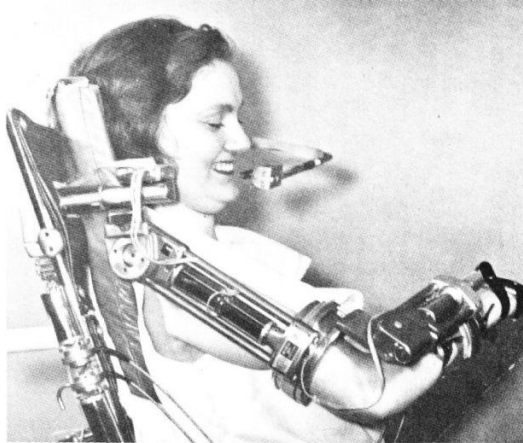
Tíži spasticity zjišťujeme dle odporu svalu při pasivním pohybu. Čím větší rychlostí se sval natahuje, tím jeho odpor stoupá a dominuje hypertonie jeho antagonisty. Na vrcholu odporu může dojít k jeho náhlému uvolnění (tzv. fenomén sklapovacího nože). Na horních končetinách se převládá spasticita flexorových skupin svalů, na končetinách dolních spasticita skupin extenzorových. (Bell 2015; Kolář 2020)

Další formou patologicky zvýšeného svalového napětí je rigidita vznikající převážně při lézích bazálních ganglií například při difuzním axonálním poranění. Převažuje zde hyperaktivita alfa-motoneuronů. Zvýšení napětí je připodobňováno k ohýbání olověné trubky, protože v celém rozsahu pohybu, při vyšetřování jak aktivního, tak pasivního pohybu, je přítomen odpor. (Ambler 2010)

3.7 Roboticky asistovaná rehabilitace

Slovo robot je v dnešním světě skloňováno čím dál častěji. Zatímco ve 20. letech 20. století bylo pouze antiutopickou alegorií z pera Karla Čapka, dnes jsou roboti potažmo robotické systémy využívány všudypřítomně. Rehabilitační péči nevyjímaje.

Zmínky o roboticky asistované rehabilitaci (RAR) sahají do 60. let minulého století. Příkladem jedním z prvních terapeutických přístrojů vzniklých v šedesátých letech může být první elektricky poháněná ortéza uzpůsobená k vnějšímu ovládní the Rancho Los Amigos manipulator (obr. 1). (Hilman 2003)



*Obrázek 1 – Ortéza the Rancho Los Amigos manipulator
(Zdroj: www.cyberneticzoo.com)*

V těchto letech vznikala napříč státy další zařízení, využívaná především pro potřeby válečných veteránů. V 80. letech byl navzdory trendu multifunkčních robotických zařízení vytvořen tzv. Handy 1 (obr. 2.), prvotně určen pro účely krmení pacientů, kteří tento úkol nebyli schopni samostatně vykonávat. (Hilman 2003)



*Obrázek 2 – Zařízení Handy 1
(Zdroj: www.semanticscholar.org)*

Počátek 90. let 20. století byl dobou, kdy se rozbíhaly výzkumy RAR v oblasti modifikace terapie chůze na běžícím pásu s částečnou tělesnou oporou a manuální asistencí, která se dříve využívala. Takto zvolená terapie vykazovala pozitivní výsledky, nicméně vyžadovala minimálně tři terapeuty a byla pro ně velmi fyzicky náročná. (Tefertiller et al. 2011)

Prvním sestrojeným a komerčně využívaným systémem robotické chůze byl v roce 1999 přístroj Lokomat. (Vařeka 2016)

Od té doby bylo provedeno obrovské množství více či méně úspěšných výzkumů a modifikací. Nicméně všechny vedly k objemu informací, se kterými můžeme pracovat dnes.

K největšímu rozvoji došlo v oblasti RAR v novém miléniu. Je přínosem zejména na poli neurorehabilitace, tedy v péči o pacienty po traumatickém poškození mozku, poranění míchy, cévních mozkových příhodách, ale také například u pacientů s diagnózou Parkinsonovy choroby, či roztroušené sklerózy.

3.7.1 Principy neurorehabilitace

Neuroplasticita

Za klíčový mechanismus, využívaný při rehabilitaci pacientů s poškozeným nervovým systémem, je považována neuroplasticita. (Opavský 2016)

Je definována jako schopnost mozku, potažmo nervového systému, měnit se ve vazbě vůči vnitřním i vnějším podmínkám a opakujícím se podmětům. Tato schopnost je nejvíce patrná u dětí. (Kolář 2020)

Strukturálním základem neuroplasticity jsou procesy probíhající v různých etážích nervové soustavy. Například proces myelinizace na axonech, množení gliových buněk a dendritické pučení, zvyšování hustoty synaptických spojů, či další změny ve smyslu přeskupování, tvorby nových struktur a změn účinnosti. (Řasová 2017)

V případě neurorehabilitace se uplatňuje funkční reorganizace a obnovení porušených funkcí CNS, tedy plasticita reparační. Dle této teorie by měly různorodé cílené stimuly měnit neurální organizaci a tím pozitivně ovlivňovat funkce mozkových oblastí, které byly následkem úrazu či nemoci poškozeny. (Kolář 2020)

Mechanismy neuroplasticity nejsou rehabilitací ovlivnitelné napřímo, ale lze je podpořit v rámci motorického učení, na kterém je rovněž založen princip RAR. (Hidler and Sainburg 2011)

Bylo dokázáno, že účinnost terapeutického zásahu je zvýšena při dodržení podmínek:

- časově intenzivní rehabilitace;
- cílená rehabilitace s vhodně měřitelnými výsledky;
- využití multisenzorické zpětné vazby;
- pozitivní motivace pacienta. (Vařeka 2016)

V závislosti i na těchto podmínkách je využití RAR vhodné. Umožňuje opakované vykonávání optimálně zvoleného pohybového vzorce i v případech, ve kterých by tato terapie byla pro pacienta neproveditelná a pro terapeuta krajně fyzicky náročná. Terapii je takto možné individuálně navolit dle potřeb pacienta a jeho aktuálních dispozic. A také přesně posoudit jak okolnosti výchozího stavu, tak i jeho postupné změny. (Hidler and Sainburg 2011; Pignolo 2009)

Virtuální realita

Dalším stavebním kamenem ve využití RAR je virtuální realita (VR). Je definována jako využití počítačové simulace umožňující člověku interakci s umělým, realisticky působícím, trojrozměrným prostředím. (Riener 2012)

Díky VR je dnes možné vytvořit interaktivní prostředí cvičební jednotky ovládané vstupy jdoucími od pacienta. Ten je tak motivován k pohybu v rámci například počítačové hry a zároveň dostává okamžitou zpětnou vazbu, kterou multisenzoricky přijímá.

Smyslové vjemy jsou při obnově ztracených pohybových schopností velice významné. CNS je konkrétně nejvíce citlivější pro vjemy zrakové. Dle literatury VR rovněž motivuje pacienta k delšímu setrvání v terapii, což je klíčovou složkou pro její úspěšnost. (Riener 2012)

Feedback

Přístroje RAR umožňují již zmíněnou zpětnou vazbu. Ta využívá různé smyslové vjemy poskytující centrální nervové soustavě informace o dějích ve vnějším i vnitřním prostředí. Vnitřní feedback podává informace ze smyslů. Tedy zrakové, sluchové, haptické, ale i údaje zachycené mechanoreceptory a pomocí propriocepce. Informace

putující do CNS z vnějšího prostředí (vnější feedback) informují o konečném stavu, ale zároveň provedený pohyb charakterizují. (Riener 2012)

Díky zpětné vazbě je možné pacientovi ukázat právě probíhající děje. A tím podnítit kvalitní motorickou odpověď založenou na obdrženém multisenzorickém vstupu. (Riener 2012)

3.7.2 Současný stav problematiky

V současné době je využíváno již poměrně velké množství rehabilitačních robotů. Jsou zařazeni do skupiny pokročilých rehabilitačních technologií a mohou se rozdělovat dle různých hledisek, například:

Dle typu mechanické konstrukce:

- **Exoskeletonová zařízení** – svou konstrukcí přímo obepisují segment pacientova těla, ale zároveň díky stupňům volnosti dávají kloubům možnost pohybu. Pacientovi mohou dle nastavení dopomáhat v různé míře k pohybu, či dávat odpor. Při tom všem poskytují zpětnou vazbu.
- **End-efektorová zařízení** – kontrolují segment pouze v jeho distální části. Proximální je zajištěna minimálně a pohyb různých částí je těžko izolovatelný. (Daňková et al. 2018)

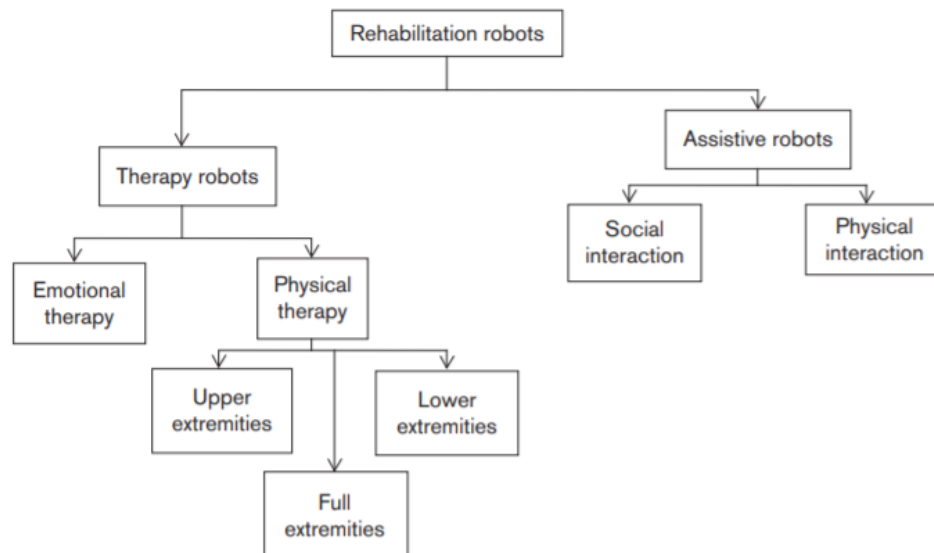
Dle míry pacientovi asistence při pohybu:

- **Pasivní** – pacientův pohyb v celé jeho šíři je vykonáván robotem.
- **Aktivní asistovaný** – robot pouze dopomáhá, od pacienta je vyžadován iniciační pohyb.
- **Aktivní neasistovaný** – pacient provádí pohyb sám, bez asistence.
- **Aktivní odporový** – proti pacientově pohybu je robotem kladem odpor.

Dalším kritériem členění přístrojů RAR může být typ jejich pohonu (elektrické, hydraulické, pneumatické), počet stupňů volnosti, nebo jejich uplatnění v terapii (pro terapii ADL, pro fyzikální terapii). (Daňková et al. 2018; Pignolo et al. 2009)

Poněkud obecnější rozdělení uvádějí ve své práci pro International journal of rehabilitation research Yakub a Khudzari (2014) (obr. 3). Rehabilitační robotické systémy zde člení na terapeutické a asistivní, které se dále rozdělují na zařízení pomocná ve sféře sociální interakce a na zařízení pro pomoc s interakcí fyzickou. Krom

rehabilitačních přístrojů pro terapii fyzickou, zde figurují i zařízení pro emoční terapii v souvislosti, se kterými jsou v článku uváděny děti s poruchou autistického spektra a senioři, tato zařízení využívající. Další klasifikace rehabilitačních přístrojů pro rehabilitaci tělesnou je již známější. Zahrnuje přístroje pro robotickou rehabilitaci HKK, DKK a přístroje kombinované. (Yakub and Khudzari 2014)



Obrázek 3 – Rozdělení přístrojů robotické rehabilitace
(Zdroj: www.academia.edu)

3.7.3 Přehled vybraných robotických zařízení

Již delší dobu není pravdou, že jednotlivá zařízení RAR se na trhu objevují sporadicky, vnímány jako „nedostatkové zboží“ a jsou doménou pouze jednoho výrobce. Již koncem roku 2014 byl publikován seznam představující celkem patnáct prosperujících společností zabývajících se robotickou rehabilitací. Mezi nimi například tuzemskou BTL, švýcarskou Hocomu a další korporace mezinárodního zastoupení. (Technavio 2014)

Konkurenční společnosti nabízejí v závislosti na lékařských indikacích širokou škálu přístrojů RAR, které stále inovují a rozšiřují. Některé produkty různých výrobců jsou vesměs srovnatelné, některé naopak jedinečné.

V následujícím textu budou popsány pouze rehabilitační přístroje využívané pro potřeby terapie pacienta v rámci rozsahu této práce.

Gloreha

Gloreha (obr. 4) je systém cílený na neuromotorickou rehabilitaci ruky, zejména jejích metakarpofalangeálních, proximálních a distálních interfalangeálních kloubů. Zahrnuje několik mírně se od sebe lišících variací robotické rukavice. V textu je pojednáváno o typu Gloreha Sinfonia, využívaném ve speciální části práce.

Základem senzomotorické robotické rukavice je návlek na ruku a část předloktí, k němuž se suchým zipem přidávají návleky na jednotlivé prsty s gumovými náprstky a prostorem pro ukotvení lanek. Jednotlivá lanka vedoucí od každého prstu se v oblasti distálního předloktí sbíhají pomocí gumového obalu a vedou k motoru celého přístroje, jenž je ovládá. Rukavice je vyráběna v několika velikostních provedeních a pro komfort pacienta je její hmotnost téměř zanedbatelná. Dále přístroj obsahuje senzory aktivního pohybu, pohon a přídatnou strukturou je dynamická opěrka předloktí, díky které má pacient volnost pohybu celé horní končetiny s vyloučením gravitace. (Gloreha 2020)

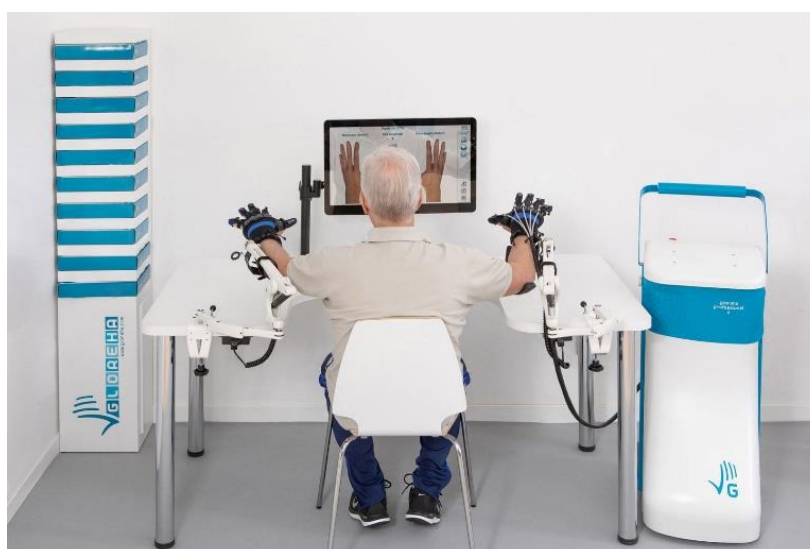
Gloreha je primárně využitelná u pacientů s parézou či plegií horní končetiny po získaném postižení CNS. Tedy krom KCT i u pacientů po CMP, či míšních lézích. Ale díky jejím funkcím ji lze uplatnit i v terapii periferních neuropatií a různých dysfunkcí muskuloskeletálního systému, jako jsou například pooperační stavy. (Gloreha 2020)

Dle zvolení požadovaného nastavení v připojeném počítači Gloreha umožňuje:

- **pasivní mobilizaci ruky** – v jejích jednotlivých kloubech;
- **aktivně asistovanou mobilizaci** – s pacientovým zapojením do pohybu v různém rozsahu;
- **funkční zapojení ruky** – pomocí opakování jednotlivých úchopů a manipulace s reálnými předměty denní potřeby (pero, zubní kartáček, lahev);
- **bimanuální terapii** – využívá se u pacientů s jednostranným postižením. Obě ruce jsou opatřeny rukavicí, zdravá ruka provádí požadovaný pohyb, který přístroj pomocí senzorů vygeneruje a provede ho i na poškozené ruce. Tento zrcadlový mechanismus stimuluje korové oblasti a vybízí pacienta k větší motivaci při aktivní účasti;
- **rehabilitaci celé končetiny** – prostřednictvím dynamické opěrky může pacient vykonávat globální pohyb celou horní končetinou;
- **augmentovanou realitu** – pro výraznější uvědomění pohybu. (Gloreha 2020)

V každém ze zvolených programů terapie je přítomná multisenzorické stimulační napomáhající neuroplastickým pochodům. Kromě terapie s využitím reálných předmětů je také možná výběr interaktivních her. Veškeré prováděné pohyby jsou doprovázeny i zvukovými efekty. Všechny tyto podněty jsou podkladem neurokognitivní rehabilitace. Přístroj v průběhu každé terapie rovněž generuje širokou škálu dat, které následně ukládá. (Gloreha: Gloreha Sinfonia 2020).

Vyjma předpokládaného ovlivnění aktivního pohybu a svalového tonu, studie z roku 2017 udává též pozitivní vliv robotické rukavice Gloreha na končetinu v rámci zmírnění bolesti a redukce edému. (Gobbo 2017)



Obrázek 4 – Gloreha Sinfonia
(Zdroj: www.medicaexpo.com)

ReoAmbulator

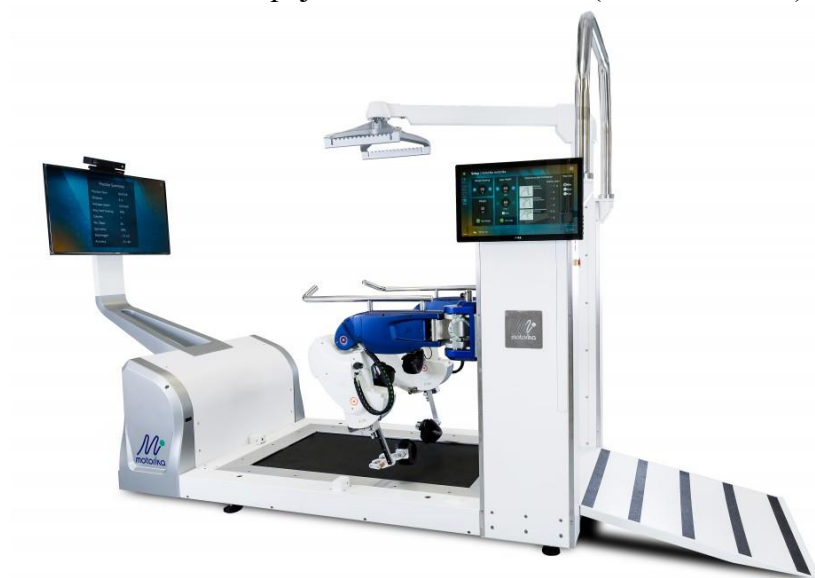
Zařízení ReoAmbulator (obr. 5) společnosti Motorika je zástupcem z řady systémů pro asistovaný nácvik chůze pomocí podpory tělesné hmotnosti. Je určen pro terapii neurologických a ortopedických pacientů s porušenou lokomoční funkcí.

Základem ReoAmbulatoru je kombinace běžícího pásu se zvedacím ramenem pro podporu pacientovi tělesné hmotnosti, a robotického exoskeletu. Do této vnější kostry pro dolní končetiny jsou upevňována pacientova stehna a bérce, případně chodidla pomocí návleků. Je tedy umožněn volný pohyb pánve nápomocný ke správnému fyziologickému stereotypu chůze. Konstrukce exoskeletu obsahuje i odnímatelná madla. Součástí je program virtuální reality, kooperující s rychlostí pásu, zobrazovaný pomocí integrovaného monitoru v čele přístroje. Pro účely terapeuta zařízení zahrnuje další separátní monitor. Pomocí nějž je přístroj nejen ovládán ale nabízí i podrobnou analýzu

parametrů pacientovi chůze v rámci terapeutické jednotky, i zpětně v čase. (Motorika 2020)

Pomocí zvoleného nastavení by měl přístroj pomáhat pacientům v rámci intenzivního a repetitivního nácviku jednotlivých fází chůze, a chůze jako takové, s jejím funkčním stereotypem, rovnováhou a koordinací, vytrvalostí a držením těla. (Motorika 2020)

Dle stavu a možností pacienta, je možné využít plně pasivního programu (guided mode), programu iniciovaného ze strany pacienta (initiated mode), částečné asistence přístrojem (follow assist) a volného pohybu (free mode). Nastavitelná je i míra podpory tělesné hmotnosti. Přístroj navíc umožňuje kromě terapie cílené na dolní končetiny a jejich lokomoci také možnost zapojení horních končetin. (Motorika 2020)



*Obrázek 5 – ReoAmbulator
(Zdroj: www.motorika.com)*

Medi Tutor

Zatímco výše uvedené přístroje RAR slouží pouze k užití ve zdravotnických zařízeních, přístroje v rámci systému Medi Tutor mají výhodu v jejich možném domácím využití. Figuruje zde systém telerehabilitace. Pojem telerehabilitace se rozumí léčebná rehabilitace vykonávaná distančně. Terapeut není u pacienta fyzicky přítomen, ale jsou vzájemně propojeni například pomocí informačních a telekomunikačních zařízení. Vhodné jsou webové stránky, mobilní aplikace či webové kamery. (Hamouzová, 2018)

Pod názvem Medi Tutor společnost MediTouch vytvořila několik přístrojů k odlišnému využití. Jde o systémy určené k rehabilitaci:

- paže – Arm Tutor;
- ruky – Hand Tutor;
- poruch rovnováhy – Balance Tutor;
- dolní končetiny – Leg Tutor;
- vícero kloubů na těle, včetně hlavových – 3D Tutor. (Meditouch 2020)

K práci s pacientem je ve speciální části práce využíván Leg Tutor (obr. 6). Jde o ortézu obsahující senzory zaznamenávající pozici, pohyb a rychlost v kolenním a kyčelním kloubu. Terapeutické jednotky jsou uskutečňovány prostřednictvím her, které jsou v systému k dispozici a pacient je pomocí pohybů své dolní končetiny ovládá. (Meditouch 2020)

Leg Tutor je indikován pacientům po ortopedických úrazech, úrazech hlavy a páteře, s oslabeným svalstvem, po centrální mozkové příhodě, při poškozených periferních nervech, Parkinsonově chorobě i roztroušené skleróze (BTL 2020).



*Obrázek 6 – Leg Tutor
(Zdroj: www.npgmedical.com)*

4 METODIKA

4.1 Sběr dat

Speciální část bakalářské práce byla zpracována v laboratoři robotické rehabilitace Fakulty biomedicínského inženýrství ČVUT. Laboratoř byla otevřena v prosinci roku 2019 pro účely výuky studijního programu Fyzioterapie, ale také pro vědecko-výzkumnou činnost. Pracoviště je vybaveno robotickými zařízeními pro terapii a obnovu funkcí ruky a samostatné chůze, jenž se uplatňují zejména u pacientů s vrozenými i získanými poruchami pohybového aparátu. (FBMI ČVUT 2020)

Pro práci v laboratoři robotické rehabilitace jsem zvolila kazuistiku pacienta po traumatickém poškození mozku. Dlouhodobý rehabilitační plán studie byl koncipován na 6 měsíců. Terapie byla v jejím průběhu na 4 týdny přerušena, kvůli nepříznivým okolnostem v rámci pandemie Covid-19. V rámci první a poslední terapie bylo provedeno vstupní a výstupní vyšetření. Průměrný čas terapie s využitím přístrojů ReoAmbulator a Gloreha byl 90 minut. Přístroj LegTutor měl pacient zapůjčený pro užívání v jeho vlastním sociálním zázemí.

Záznamy průběhu jednotlivých terapeutických jednotek jsou popsány ve speciální části práce.

4.2 Použité vyšetřovací metody

4.2.1 Anamnéza

Při odebrání anamnézy zjišťujeme informace o zdravotním stavu pacienta od jeho narození až do momentu odběru. Jde o klíčovou součást vyšetření. Anamnéza může být získána přímo, tedy od pacienta, nebo nepřímo, od jeho příbuzných, či blízkých. Mezi součásti anamnézy patří: nynější onemocnění, rodinná, osobní, alergologická, farmaceutická (léková), pracovní, sociální anamnéza a u žen gynekologická. (Navrátil 2017)

4.2.2 Aspekce a palpace

Aspekce a palpace patří spolu s auskultací a perkusí do fyzikálního vyšetření. Při aspekci hodnotíme pacienta pohledem, a to od samého počátku setkání. Hodnotí se

zejména postura zezadu, zboku a zepředu, a to jak staticky, tak dynamicky. Důležité je si všimnout výrazu pacientovy tváře při provádění jednotlivých úkonů. (Kolář 2020)

Po aspekci následuje vyšetření pohmatem. Pomocí palpujících prstů zjišťujeme pružnost, posunlivost, protažitelnost, vlhkost, teplotu, konzistenci a další vlastnosti tkáně. Bezprostředně po kontaktu s palpovanou tkání, je tkáň dotekem ovlivněna a vzniká zpětná vazba. (Kolář 2020)

4.2.3 Goniometrie

Jde o vyšetřovací metodu měřící rozsah pohybu v kloubu pomocí goniometru, nejčastěji dvouramenného, případně prstového. Během měření je výchozím bodem základní anatomické postavení. Pro záznam rozsahů je nejčastěji využívána metoda SFTR, jejíž název odpovídá tělní rovině sagitální, frontální, transversální a rovině rotací. (Haladová 2010)

4.2.4 Vyšetření svalové síly

Standartní metodou pro určení síly svalových skupin, či jednotlivých svalů tvořících funkční jednotku, je svalový test dle Jandy. Tato metoda je ale pro centrální obrny nevhodná. Testování svalové síly lze v takových případech provést pouze orientačně, a to se zaměřením na funkční dovednosti například v rámci aktivit denního života (ADL). (Janda 2004)

4.2.5 Vyšetření stoje

Na prvním místě provádíme při vyšetření stoje zhodnocení pohledem. Během aspekce je z nejčastějších neurologických příčin patrné tzv. Wernicke-Mannovo držení poukazující na centrální hemiparézu. Na horní končetině je charakterizováno flekčním držením a addukcí končetiny k trupu, zatímco pro končetinu dolní je příznačné extenční držení v kloubu kolenním a plantární flexe v kloubu hlezenním. (Opavský 2003)

V rámci stoje se vyšetřuje i stabilita, a to například Rombergovou zkouškou, která zahrnuje tři modifikace stoje. Při stoji I má pacient chodidla rozkročena na vzdálenost širší ramen a otevřené oči. Stoj II je stoj spojný a stoj III je rovněž spojný navíc se zavřenými očima. Během zkoušky se stabilita hodnotí dle titubací a také podle hry šlach extenzorů chodidla. (Opavský 2003)

4.2.6 Vyšetření chůze

Při základním kvalitativním hodnocení chůze pomocí aspekce si všímáme zejména: došlapu, odvíjení chodidla, délky a šířky kroku, souhybu horních končetin a postavení pánve, páteře a kloubů dolních končetin. Pro ozřejmění odchylek, které při běžné chůzi nemusí být patrné, se využívá chůze různými způsoby modifikovaná. (Kolář 2020)

Z neurologického pohledu popisujeme při centrálních obrnách chůzi spastickou. Ta se projevuje neschopností plného došlapu na celé chodidlo, případně hyperextenzi v kolenním kloubu. Pro spastickou hemiparézu jsou typicky vymizelé souhyby postižené HK. Postižená DK se vpřed pohybuje za pomoci cirkumdukce a chodidlo se většinou svou zevní hranou tře o podložku. Krom narušeného svalového tonu mohou být při centrálních obrnách při chůzi patrné i poruchy percepce a stability. (Kolář 2020)

4.2.7 Vyšetření úchopu

Úchop a manipulace s předměty patří k základním, ne-li k nejdůležitějším funkcím ruky. První cílený úchop se vyvíjí na ulnární straně ruky a s rozvojem stereognozie se šíří radiálně. Pro fyziologický úchop je klíčový nejen pohyb palce a malíku ale i jejich vzájemná souhra s ostatními prsty a zápěstím. (Kolář 2020)

Statické úchopy se dělí na jemné (precizní) a silové úchopy. Mezi jemné úchopy řadíme štipec, špetku a klíčový úchop. Do skupiny silových úchopů patří úchop kulový, válcový a háček. (Haladová 2010)

4.3 Neurologické vyšetření

4.3.1 Vyšetření spasticity

Jednou z nejvyužívanějších metod hodnocení je Ashworthova škála, která spasticitu klasifikuje dle odporu testovaného svalu při pasivně prováděném pohybu. (Kolář 2020)

V posledních letech je autory (Abolhasani et al. 2012) více upřednostňována Tardieuova škála (TS), potažmo její modifikace z roku 1999. Doménou TS je rozlišování různých rychlostí při provádění pasivního pohybu. Pomalá rychlost protažení vyšetřovaného segmentu (V1) je podprahová pro napídací reflexy a poskytuje tak hodnocení pasivního rozsahu pohybu. Rychlost V2 odpovídá rychlosti gravitace,

a nejvyšší rychlost (V3) hodnotí svalovou odpověď při zapojení napínacího reflexu. (Gracies et al. 2010)

Při prováděném pohybu se krom intenzity a délky svalové reakce (parametr X) hodnotí i tzv. úhel zarázu, ve kterém se reflexní odpověď poprvé objeví (parametr Y). (Ehler 2015)

Modifikovaná TS stanovuje komponentu R1, která představuje úhel zarázu při nejrychlejším pasivním protažení (V3). A komponentu R2 stanovující úhel, ve kterém sval odpoví při pohybu prováděném pomalou rychlostí (V1). Rozdíl obou komponent stanovuje podíl spasticity a svalových kontraktur. Malý rozdíl mezi R1 a R2 naznačuje většímu podílu kontraktur vyšetřovaného svalu, zatímco velký rozdíl poukazuje na větší podíl spasticity samotné. (Gracies et al. 2010; Ehler 2015)

Vyšetření pomocí TS se provádí vleže na zádech.

*Tabulka 1 – Tardieu škála - rychlostní úrovně protažení a stupně spasticity
(Zdroj: Štětkářová et al. 2012, s. 180)*

RYCHLOSTNÍ ÚROVNĚ PASIVNÍHO POHYBU	
V1	Pohyb se provede nejpomaleji (pomaleji než pokles segmentu vlivem gravitace)
V2	Rychlost pohybu podobná přirozenému segmentu vlivem gravitace
V3	Pohyb se provede nejrychleji (rychleji než přirozený pokles vlivem gravitace)
BODOVÉ HODNOCENÍ	
0	Bez odporu patrného v průběhu celého pasivního pohybu
1	Nepatrný odpor patrný v průběhu celého pasivního pohybu bez zadrhnutí
2	Přítomné zadrhnutí v určitém úhlu, přerušení pohybu a následné uvolnění
3	Klonus trvající méně než 10 sekund
4	Klonus trvající více než 10 sekund
5	Kloub je nepohyblivý
Reakce se zaznamenávají v každé rychlostní úrovni formou X/Y. Například při vyšetření spasticity hamstringů se začíná nejpomalejším pohybem flektovaného bérce do extenze. Pokud zadrhnutí přeruší pohyb při -70° extenze (70° chybí do plné extenze) je V1 skóre 2/-70.	

4.3.2 Vyšetření hlavových nervů

I. hlavový nerv - Nervus olfactorius – v rámci rehabilitace nevyšetřujeme.

II. hlavový nerv - Nervus opticus – orientačně vyšetřujeme zrakovou ostrost a rozsah zorného pole, tedy perimetr, pro ozřejmení pacientovy schopnosti orientace v prostoru, či případné hemianopsie.

III. hlavový nerv - Nervus oculomotorius – okoohybný nerv vyšetřujeme zvláště při šilhání, či dvojitém vidění. Při jeho motorickém postižení je projevem ptóza skrývající rozbíhavé šilhání, při poškození části parasympatické se objevuje mydriáza.

IV. hlavový nerv - Nervus trochlearis – jeho poškození se projevuje dvojitým viděním při pohledu směrem dolů.

V. hlavový nerv - Nervus trigeminus – jeho senzoričká funkce souvisí s chutí, kterou v rámci rehabilitace nevyšetřujeme. Při hodnocení motorické funkce zkoumáme funkci žvýkacích svalů. V rámci vyšetření senzitivní funkce nervu hodnotíme cití oblasti celého obličejce včetně spojivky. Hodnotíme rovněž bolestivost v oblasti výstupů jednotlivých větví nervu.

VI. hlavový nerv - Nervus abducens – hodnotíme při vyšetřování okoohybné funkce oka společně se třetím a čtvrtým hlavovým nervem. Jeho poškození se projevuje šilháním sbíhavým.

VII. hlavový nerv - Nervus facialis – jeho vyšetření je stěžejní zejména v rámci obrn. V klidu hodnotíme šíři očních štěrbin a jejich zavírání při mrkání, symetrii vrásek, nasolabiálních rýh, ústních koutků a tonus mimického svalstva. Aktivitu mimických svalů sledujeme i při volných odpovědích na cílené příkazy.

VIII. hlavový nerv - Nervus vestibulocochlearis – zkoumáme z hlediska funkce rovnovážné a sluchové. Kvalitu sluchu zkoumáme orientačně, kdy zjišťujeme, zda je pacient schopen rozumět našim pokynům. Rovnováhu vyšetřujeme už v rámci stoje a chůze, při vyšetření hlavových nervů sbíráme navíc informace z vestibulárních reflexů, Hautantovy zkoušky, Unterbergerovy zkoušky a sledujeme rovněž objevení nystagmu.

IX. hlavový nerv - Nervus glossopharyngeus – vyšetřujeme zejména u poruch polykání. Pozorujeme symetrii patrových oblouků měkkého patra při současném plazení jazyka a vyslovování hlásek. Patrové oblouky by měly za fyziologického stavu působit souměrně. Během vyslovování hlásek by se jejich poloha měla měnit vždy symetricky, opak hovoří o přítomnosti obrny.

X. hlavový nerv - Nervus vagus – při vyšetřování jeho autonomní funkce sledujeme změny srdeční frekvence při vstávání z polohy vleže na zádech. Motorická vlákna bloudivého nervu inervují svaly oblasti hltanu, hrtanu a patrových oblouků. Při jejich oboustranném postižení je slyšitelný slabý šeptavý hlas, či řeč nosového charakteru. Při poškození jednostranném se objevuje chraptivost. Rovněž bývá snížený až vymizelý polykací a dávivý reflex.

XI. hlavový nerv - Nervus accesorius – hodnotíme funkci musculus trapezius a musculus sternocleidomastoideus, jenž jsou přídatným nervem inervovány.

XII. hlavový nerv - Nervus hypoglossus – vyšetřujeme hlavně u poruch artikulace a polykání. Sledujeme polohu jazyka při plazení i v klidu. U správné funkce by měla špička setrávat ve střední linii. Jeho stranové vychýlení může být indikátorem poruchy. (Opavský 2003)

4.3.3 Vyšetření myotatických reflexů

Pomocí neurologického kladívka vyšetřujeme myotatické reflexy poklepem na šlachy testovaného svalu. Na horních končetinách vyšetřujeme reflex bicipitový, styloidiální, pronáční, tricipitový a reflex flexorů prstů. Na končetinách horních standardně vybavujeme reflex patelární, reflex Achillovy šlachy a reflex medioplantární. Při vyšetřování porovnáváme končetiny oboustranně. Hyperreflexie nasvědčuje pro centrální obrnu, naopak hyporeflexie či areflexie jsou příznakem obrny periferní. (Opavský 2003)

4.3.4 Vyšetření spastických jevů

Spastické jevy vybavujeme podrážděním proprioceptorů, či kožních receptorů a jejich pozitivita napovídá o lézi centrálního motoneuronu. (Kolář 2020; Opavský 2003)

Pro vlastní vyšetření jsem z popsaných spastických jevů zvolila následující:

Spastické jevy horních končetin

- **Justerův příznak** – dlaň podráždíme ostrým předmětem od hypothenaru nad hlavičkami metakarpů směrem k druhému prstu. Odpovědí poukazující na spasticitu je pomalá táhlá addukce a opozice palce.
- **Trömnerův příznak** – při přebrnknutí bříska distálního článku pacientova prostředníku vyvoláme flexi všech prstů.
- **reflex Marinesco-Radovici** – pozitivní odpověď v podobě stahů musculus mentalis vyvoláme opakovaným pícháním do oblasti homolaterálního thenaru.

Extenční spastické jevy dolních končetin

- **Babinského příznak** – vybavujeme podrážděním ostrým předmětem plošku nohy od paty po malíkové hraně směrem k palci. U spasticity se objevuje dorzální flexe palce a abdukce ostatních prstů.
- **Oppenheimova zkouška** – palcem a ohnutým ukazovákem tlačíme a suneme vlastní ruku po přední hraně tibie směrem distálním.
- **Chaddockova zkouška** – ostrým předmětem obkružujeme zevní kotník.

Flekční spastické jevy dolních končetin

- **Zkouška dle Rossolima** – pro spasticitu nasvědčující rychlý flekční pohyb prstů se objevuje po poklepu na hlavičky metatarzů.
- **Fenomén Žukovského-Kornilova** – vybavujeme poklepem do středu planty.
- **Fenomén Mendela-Bechtěreva** – zkoušku provádíme poklepem na os cuboideum na dorzu nohy. (Kolář 2020; Opavský 2003)

4.3.5 Vyšetření paretických jevů

Paretické jevy horních končetin

- **Zkouška Ruseckého** – pacient se zavřenýma očima a extendovanými horními končetinami v loketních kloubech se dle pokynu snaží pomyslně „odtlačit skříň svými nataženými končetinami“. Dle tíže obrny ruka z vyžadované dorzální flexe přepadává.

- **Mingazziniho zkouška** – vyšetřovaný se zavřenýma očima předpaží s horními končetinami extendovanými v loketních kloubech. Dle tíže obrny se liší projevy od oscilací kolem výchozí polohy, až po markantní pokles končetiny, či počáteční nemožnosti končetinu do výchozí polohy nastavit.

Paretické jevy dolních končetin

- **Mingazziniho zkouška** – pacient ležící na zádech se zavřenýma očima flektuje DKK v kyčelních i kolenních kloubech. Na straně léze mírně postižená DK osciluje kolem výchozí polohy, při těžším postižení končetina klesá.
- **Barrého zkouška** – provádí se vleže na břicho s flektovanými kolenními klouby, a to ve třech modifikacích. U zkoušky Barré I sledujeme, zda oba pacientovy bérce drží ve vertikále. Při zkoušce Barré II přitahuje pacient chodidla směrem k hýždím a při vyšetření Barré III se snažíme pacientovy bérce odtáhnout od hýždí, zatímco on je k hýždím co největší silou přitahuje. (Opavský 2003)

4.3.6 Vyšetření taxie

Taxie vyšetřujeme na horních končetinách zkouškou prst – nos, při které se vyšetřovaný snaží dotknout prstem nosu, případně protilehlého ušního lalůčku. Na dolních končetinách využíváme zkoušku pata – koleno. Během této zkoušky se pacient snaží patou dotknout paty druhostranné končetiny a sjet distálně po tibii. (Opavský 2003)

4.3.7 Vyšetření čítí

V rámci povrchového čítí vyšetřujeme čítí taktilní, dvoubodovou diskriminaci, termické čítí, grafestézii a rozlišování tupých a ostrých předmětů. Pacient má zavřené oči a podává nám informace o změně citlivosti na dané podněty. Sledujeme kvalitu, intenzitu a změny čítí na různých oblastech těla.

Při vyšetřování hlubokého čítí hodnotíme polohocit, pohybocit, stereognózi a palestézii, tedy vibrační čítí vyšetřované pomocí ladičky. (Opavský 2003)

4.4 Speciální testy

4.4.1 Test funkční soběstačnosti

Test funkční soběstačnosti (Function Independence Measure – FIM) do jisté míry vychází z testu Barthelové, který je v oblasti hodnocení míry soběstačnosti a funkční zdatnosti nejrozšířenější. FIM je proti testu Barthelové citlivější a je doplněn o sledování kognitivních funkcí. Je využíván především ke stanovení pacientovi disability po prodělané nemoci či úrazu. (Vaňásková 2005)

Při testování hodnotíme 18 činností zařazených 6 kategorií (osobní péče, kontinence, přesuny, lokomoce, komunikace a sociální aspekty). Každou činnost hodnotíme pomocí sedmistupňové bodové škály, kde 1 = potřeba plné pomoci a 7 = plná soběstačnost. Nejvyšší možné skóre je tedy 126 bodů a nejnižší činí 18 bodů. (Kolář 2020)

Test funkční soběstačnosti v plném rozsahu je uveden v příloze 1.

*Tabulka 2 – Bodové hodnocení FIM
(Zdroj: Kolář, 2020, s. 222)*

Nezávislost 7 – Plná soběstačnost (opakovaně) 6 – Částečná soběstačnost (pomůcka)	bez pomoci
Částečná závislost 5 – Potřebný dohled 4 – Minimální pomoc (nemocný = 75% +) 3 – Střední pomoc (nemocný = 50 % +)	s pomocí
Plná závislost 2 – Výrazná pomoc (nemocný = 25 % +) 1 – Plná pomoc (nemocný = 0% +)	

4.4.3 Bergova funkční škála rovnováhy

Bergova funkční škála rovnováhy (Berg Balance Scale – BBS) byla primárně určena pro hodnocení rovnováhy u seniorů i jako vhodný indikátor k riziku pádů. Nicméně je tento test aplikovatelný i pro další diagnózy s poruchami rovnováhy. (Rehabmeasures 2020)

Během testování hodnotíme pacientovo provedení a jeho způsob u 14 následujících úkolů: sed bez opory, stoj ze sedu, sed ze stoje, přesuny, stoj bez opory, stoj bez zrakové kontroly, stoj spojný, stoj tandemový, stoj na jedné noze, izolovaná rotace trupu, zvednutí předmětu ze země, rotace o 360°, pokládání nohou na stoličku a dosažení horních končetin vpřed za současného stoje. Každý z úkolů je hodnocen 0 – 4 body, kdy 4 body naznačují úplnou stabilitu a tedy samostatnost vyšetřovaného. Dle celkově dosaženého skóre se pacient řadí do jedné ze tří výsledných skupin popisujících úroveň stability a z ní pramenící riziko pádu. 0 – 20 získaných bodů nasvědčuje skutečnosti, že vyšetřovaný je plně závislý na druhou osobu a pravděpodobně upoután na invalidní vozík. Bodové rozmezí 21 – 40 naznačuje, že pacient je schopen lokomoce ale pouze s dopomocí druhé osoby a hrozí u něj riziko nekontrolovatelného pádu. Počet bodů mezi 41 a 56 svědčí pro pacientovu nezávislost. (Rehabmeasures 2020)

Berg Balance Scale v plném rozsahu je uvedena v příloze 2.

4.4.4 Funkční kategorie chůze

Pro přesnější zhodnocení schopnosti lokomoce a její klasifikaci využíváme tzv. Funkční kategorie chůze (FAC – Function Ambulation Categories). Toto posuzování hodnotí krom motorické výkonnosti také míru soběstačnosti vyšetřovaného. (Opavský 2003)

*Tabulka 3 – Funkční kategorie chůze
(Zdroj: Opavský, 2003, s. 74)*

0	Pacient není schopen chůze nebo potřebuje pomoc dvou nebo více osob.
1	Pacient vyžaduje výraznou podporu další osoby, která mu pomáhá udržovat rovnováhu a pomáhá mu při chůzi.
2	Pacient vyžaduje trvalou nebo přechodnou podporu další osoby, která mu pomáhá v udržování rovnováhy a v koordinaci pohybů při chůzi.
3	Pacient vyžaduje povelování nebo dosah další osoby při chůzi, avšak bez fyzické podpory.
4	Pacient je schopen chodit samostatně na rovném povrchu, vyžaduje však pomoc při chůzi po schodech, šikmých nebo nerovných površích.
5	Pacient je schopen zcela samostatné chůze na jakémkoliv povrchu.

4.4.5 Šestimínutový test chůze

Šestimínutový test chůze (6MWT) je jedním z testů pro kvantitativní zhodnocení chůze. Hodnotí se při něm vzdálenost, kterou je pacient schopen ujít po rovině co nejvyšší možnou rychlostí za dobu šesti minut. Testovací dráha je třicetimetrová a během jejího překonávání se pacient může v případě potřeby zastavit, či zpomalit. Krom informací o překonané vzdálenosti informuje test rovněž o fyzické zdatnosti a funkci kardiopulmonálního systému. (Rehabmeasures 2020; Mossberg 2012)

4.5 Využití metody roboticky asistované rehabilitace

4.5.1 Terapie pomocí přístroje Gloreha

Cílem terapie pomocí přístroje Gloreha Synfonia je ovlivnění spasticity a funkčního deficitu horní končetiny.

Před umístěním pacientovi ruky do ortézy přístroje a vlastním začátkem terapie je třeba zvolit vhodnou velikost rukavice. Následně pacienta nastavíme čelem k obrazovce a předloktí vložíme do dynamické opěrky pro podporu pohybu. Horní končetinu polohujeme do mírné abdukce a flexe v ramenním a semiflexe v loketním kloubu. Zápěstní kloub je fixován v rámci ortézy. Prsty navlečené do rukavice nastavujeme do extendované polohy. Před první terapií vytváříme do systému pacientův profil společně s nastavením jeho pohybových rozsahů pro adekvátní ovládní.

Každému z jednotlivých cvičení předchází krátká videoukázka pohybu, jenž má pacient následně vykonávat. Při samotném výkonu je na monitoru přístroje viditelný trojrozměrný model ruky, jehož poloha se nastavuje shodně s polohou pacientovy postižené končetiny, k lepší představě pohybu. (Gloreha, 2020)

V rámci terapie volíme z nabízených programů a her ty, jenž korespondují s rehabilitačním cílem.

4.5.2 Terapie na přístroji ReoAmbulator

Vlastní terapii na přístroji předchází vytvoření pacientova profilu, do kterého zaneseme délková nastavení jednotlivých částí exoskeletu dle rozměrů pacientových dolních končetin. Odlehčení tělesné hmotnosti regulujeme dle potřeby pomocí zdvižného

ramene a na něm zavěšeného trupového postroje. Dolní končetiny připojujeme k robotickým ortézám za pomoci popruhů v oblasti nad hlezenními a kolenními klouby. Pro podporu dorzální flexe nohy slouží přídatné návleky. Na ovládacím monitoru volíme požadovaný program chůze a regulujeme rychlost běžícího pásu.

Pacient, v rámci zpětné vazby, pozoruje na monitoru v čele přístroje, jak prochází jedním ze zvolených virtuálních prostředí. Do virtuálního prostředí lze rovněž zasadit postavu (avata), která prostředím na pozici pacienta prochází, a také do něj přidat předměty, které pacient sbírá pomocí svých horních končetin. Na konci terapeutické jednotky přístroj shrnuje jednotlivá kvantitativní data o jejím průběhu.

Účelem terapie na přístroji ReoAmbulator je krom nácviku jednotlivých krokových fází a chůze jako takové, také ovlivnění spasticity, zkracování svalů, prevence osteoporózy, odlehčování přetěžovaných struktur a nezanedbatelný efekt psychologický. (Motorika 2020)

4.5.3 Terapie s využitím přístroje LegTutor

Přístroj LegTutor je krom svého rehabilitačního účinku vhodnou motivací k terapii v domácím prostředí. Poté, co připojíme ortézu pomocí USB portu k počítači, na němž je nainstalován potřebný program, může pacient začít rehabilitovat kdekoliv.

Software zahrnuje celou řadu cvičení v podobě různých her, které se ovládají pomocí pohybu do flexe a extenze v kolenním a kyčelním kloubu. Před každým cvičením se provádí kalibrace pacientova rozsahu pohybu, od které se následně odvíjí rozsahy požadované ve hře.

Jednotlivé hry se zaměřují na svalovou sílu, rozsah pohybu, motorické učení a kognitivní funkce. Data o funkci končetiny se do systému ukládají a lze je skrze terapeutův uživatelský profil lehce dohledat. (Meditouch 2020)

5 SPECIÁLNÍ ČÁST

Obsahem speciální části je pacientovo vstupní vyšetření, obsahující kineziologický rozbor a neurologické vyšetření, doplněno o speciální standardizované testy. Následně je stanoven krátkodobý a dlouhodobý rehabilitační plán a jsou zde popsány průběhy jednotlivých terapeutických jednotek.

5.1 Vstupní vyšetření

5.1.1 Anamnéza

Anamnéza byla získána přímou formou, doplněná o informace od pacientovy matky.

Osobní údaje:

Pacient: Z. H.

Pohlaví: muž

Ročník: 1986

Diagnóza hlavní:

- Centrální spastická tetraparéza s pravostrannou převahou, lehká centrální paréza nervus facialis vpravo, lehký kognitivní deficit – jako stav po kraniocerebrálním traumatu (20. 5. 2005)

Diagnózy vedlejší:

- Stav po těžkém kontuzně hemoragickém poškození CNS
- Stav po polytraumatu – EDH, SDH, SAK, dekompresní kraniektomie, kompresní fraktura L5, fraktura sacra, radia, fraktura obličejového skeletu Le Fort III, Benettova fraktura zápěstí, fraktura lební báze, pyramidy, úhlu mandibuly
- Sekundární epilepsie
- Stav po purulentní meningitis
- Stav po pankarpální reseční artrodeze dle Stanley

RA:

Bezvýznamná

OA:

V dětství fraktura obou zápěstí, jinak do úrazu vážněji nestonal.

Nynější onemocnění:

Devatenáctiletý pacient Z. H. byl 20. 5. 2005 účastníkem autonehody OA x NA na pozici spolujezdce osobního automobilu. Utrpěl mnohočetná poranění včetně tříštivého kontuzního poranění mozku, subdurálního hematomu, výrazného stlačení III. mozkové komory v důsledku edému a fraktury obličejového skeletu typu Le Fort III.

Pacient byl na místě nehody intubován a letecky převezen od ÚVN. Během následujících 14 měsíců byl ve stavu bezvědomí střídavě hospitalizován na jednotce intenzivní péče neurologického oddělení VFN, Nemocnice na Homolce a Okresní nemocnice Kladno. Během hospitalizace prodělal řadu operačních výkonů včetně dekompresní kraniotomie, aplikace ventrikuloperitoneálního shuntu, osteosyntézy (dále OS) distální metaepifýzy radia 1 vrutem, zevní fixaci distální diafýzy radia, OS proximálního humeru nitrodřeňovým vrutem a olecranonu ulnae 2 vruty cerkláží kličkou. OS horní a dolní čelisti a laterální stěny levé orbity.

Klinicky dominují příznaky centrální spastické tetraparézy s pravostrannou převahou, pravostranná paréza VII. hlavového nervu a hemianopsie.

FA:

Epiletam, Tezeo, Vidisic gel.

AA:

Prach, pyl, roztoči. Lékovou neguje.

Abusus:

Nekuřák, alkohol neguje.

PA:

V době nehody student stavební SŠ, kterou nedokončil. Poté dvouletá praktická škola při Jedličkově ústavu. Nyní plný invalidní důchod.

SA:

Žije s rodiči v rodinném domě s bezbariérovou úpravou, pečuje matka.

Předchozí rehabilitace

Pacient byl od 20. 5. 2005 po dobu 14 měsíců střídavě hospitalizován na jednotce intenzivní péče neurologického oddělení VFN, Nemocnice na Homolce a Okresní nemocnice Kladno.

Po stabilizaci stavu v roce 2006 dva měsíce hospitalizován v Geriatrickém a rehabilitačním centru Kladno (GARC), poté první pobyt v RÚ Kladruby.

Do současné doby absolvováno v RÚ Kladruby celkem 7 pobytů. Dále opakovaně podstoupeny rehabilitační pobyty v Hamzově odborné léčebně pro děti a dospělé, Sanatoriu Klimkovic, centru Adeli v Pieštanech, Neurorehabilitační klinice Axon, Jánských Lázních, Klinice rehabilitačního lékařství VFN a FNKV.

V minulosti byla u pacienta využívána Vojtova reflexní lokomoce a Bobath koncept. V denním stacionáři, jenž od začátku roku 2020 pacient navštěvuje, provádí nácvik stoje ve vertikalizačním stojanu. Do zařízení dochází ergoterapeut, logoped a zdravotní sestra domácí péče, jenž s pacientem provádí pasivní protahování v rámci lůžka. Od roku 2007 dochází za pacientem občasně domů fyzioterapeutka a jedenkrát za čtyři měsíce dojíždí pacient v doprovodu své matky do soukromé ambulance na terapie Feldenkraisovy metody.

Indikace k rehabilitaci

Zařadit terapii s využitím robotických systémů do komplexní rehabilitace pacienta pro zlepšení jeho funkčního stavu.

5.1.2 Kineziologický rozbor

Zhodnocení stoje aspekci

Pacient není schopen delšího samostatného stoje bez opory. Vyšetření bylo tedy provedeno ve stoji s oporou horní končetiny o tříbodovou hůl.

Pohled zezadu

- stoj o úzké bázi
- pronační postavení přednoží, dominantnější vpravo
- váha výrazněji přenesena na levou dolní končetinu
- kontura lýtek symetrická

- pravá popliteální rýha výše než levá
- pravé koleno ve valgózním postavení, koleno levé nohy v ose dolní končetiny
- stehna symetrická
- zešikmení pánve vlevo kaudálně
- páteř v mírném skoliotickém držení s vrcholem na úrovni střední hrudní páteře
- paravertebrální valy v hypertonu zejména v přechodu hrudní a bederní páteře
- pravostranná axila postavena kraniálněji
- pravá lopatka kraniálněji
- thorakobrachiální trojúhelník nelze posoudit, pacient se opírá o hůl
- levé rameno kaudálněji
- hypertonus šíjového svalstva
- hlava mírně rotována doprava

Pohled z boku

- pokles podélné i příčné klenby na obou nohou
- váha výrazněji přenesena na levou dolní končetinu
- kolena v semiflexi
- pánev je v retroverzním postavení
- vyhlazena bederní lordóza, zvýrazněna hrudní kyfóza
- břicho prominuje vpřed
- oba ramenní klouby v protrakci
- krční páteř v anteflekčním postavení

Pohled z předu

- stoj o úzké bázi
- pronační postavení přednoží, dominantnější vpravo
- váha výrazněji přenesena na levou dolní končetinu
- pravé koleno ve valgózním postavení, koleno levé nohy v ose dolní končetiny
- pravá patela posunuta výše oproti levé
- kontury stehen symetrické
- zešikmení pánve vlevo kaudálně
- pupek ve střední čáře
- hrudník nakloněný mírně vlevo, kontura pasu více prohnutá vlevo

- levá axila kaudálněji
- levá clavicula kaudálněji
- levé rameno kaudálněji
- pravá horní končetina ve Wernicke-Mannově držení
- v oblasti levého zápěstí patrná jizva po pankarpální resekční artrodéze
- zvýšený tonus horní porce m. trapezius
- hlava mírně rotována doprava
- obličej asymetrický v důsledku pravostranné parézy n. facialis

Palpační vyšetření

Pomocí palpačního vyšetření zjištěn hypertonus svalstva v oblasti přechodu krční a hrudní páteře. Patrné trigger points v m. trapezius a m. levator scapulae bilaterálně. Na končetinách spastická hypertonie dominantnější vpravo.

Goniometrie

Tabulka 4 – Vstupní vyšetření rozsahů kloubů HKK
(Zdroj: vlastní)

HORNÍ KONČETINY			
LHK PP	LHK AP	PHK PP	PHK AP
RAMENNÍ KLOUB			
S (40 – 0 – 180)	S (40 – 0 – 180)	S (20 – 0 – 110)	S (0 – 0 – 25)
F (180 – 0 – 0)	F (180 – 0 – 0)	F (80 – 0 – 0)	F (20 – 0 – 0)
T (30 – 0 – 120)	T (30 – 0 – 120)	T (10 – 0 – 100)	T (0 – 0 – 0)
R (90 – 0 – 90)	R (90 – 0 – 90)	R (20 – 0 – 35)	R (10 – 40 – 40)
LOKETNÍ KLOUB			
S (0 – 0 – 140)	S (0 – 0 – 140)	S (0 – 0 – 80)	S (0 – 0 – 65)
R (90 – 0 – 90)	R (90 – 0 – 90)	R (20 – 0 – 0)	R (0 – 0 – 0)
ZÁPĚSTÍ			
S (0 – 0 – 0)	S (0 – 0 – 0)	S (70 – 0 – 65)	S (5 – 0 – 55)
F (0 – 0 – 0)	F (0 – 0 – 0)	F (5 – 0 – 20)	F (0 – 0 – 20)

PP = pasivní pohyb
AP = aktivní pohyb

Měření vycházelo z daných poloh dle Haladové a Nechvátalové (2010). Údaje byly měřeny pomocí goniometru. Výchozí pozice PHK je v ramenním kloubu 40° vnitřní rotace, v loketním kloubu 40° flexe a v zápěstí 25° palmární flexe a 10° ulnární dukce. Zápěstí levé ruky je nepohyblivé z důvodu artrodézy.

Tabulka 5 – Vstupní vyšetření kloubních rozsahů prstů HKK
(Zdroj: vlastní)

PRSTY HKK			
LHK PP	LHK AP	PHK PP	PHK AP
CMC KLOUB PALCE			
S (0 – 0 – 35)	S (0 – 0 – 35)	S (0 – 0 – 35)	S (0 – 0 – 35)
F (60 – 0 – 40)	F (60 – 0 – 40)	F (60 – 0 – 20)	F (0 – 0 – 20)
MP KLOUB PALCE			
S (0 – 0 – 50)	S (0 – 0 – 40)	S (0 – 0 – 20)	S (0 – 0 – 10)
IP KLOUB PALCE			
S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 10)	S (0 – 0 – 10)
MP KLOUB II. PRSTU			
S (10 – 0 – 90)	S (5 – 0 – 80)	S (10 – 0 – 80)	S (0 – 0 – 70)
F (35 – 0 – 10)	F (35 – 0 – 10)	F (35 – 0 – 10)	F (15 – 0 – 0)
PIP KLOUB II. PRSTU			
S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 50)	S (0 – 0 – 50)
DIP KLOUB II. PRSTU			
S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 60)	S (0 – 0 – 60)
MP KLOUB III. PRSTU			
S (15 – 0 – 90)	S (10 – 0 – 85)	S (5 – 0 – 75)	S (5 – 0 – 65)
F (35 – 0 – 10)	F (35 – 0 – 5)	F (35 – 0 – 10)	F (0 – 0 – 0)
PIP KLOUB III. PRSTU			
S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 50)	S (0 – 0 – 40)
DIP KLOUB III. PRSTU			
S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 60)	S (0 – 0 – 50)
MP KLOUB IV. PRSTU			
S (10 – 0 – 80)	S (5 – 0 – 80)	S (10 – 0 – 70)	S (0 – 0 – 60)
F (35 – 0 – 10)	F (35 – 0 – 5)	F (35 – 0 – 10)	F (0 – 0 – 0)
PIP KLOUB IV. PRSTU			
S (0 – 0 – 125)	S (0 – 0 – 125)	S (0 – 0 – 45)	S (0 – 0 – 40)
DIP KLOUB IV. PRSTU			
S (0 – 0 – 85)	S (0 – 0 – 80)	S (0 – 0 – 55)	S (0 – 0 – 40)
MP KLOUB V. PRSTU			
S (30 – 0 – 90)	S (10 – 0 – 85)	S (30 – 0 – 80)	S (0 – 0 – 70)
F (30 – 0 – 10)	F (30 – 0 – 5)	F (30 – 0 – 10)	F (0 – 0 – 0)
PIP KLOUB V. PRSTU			
S (0 – 0 – 125)	S (0 – 0 – 125)	S (0 – 0 – 45)	S (0 – 0 – 40)
DIP KLOUB V. PRSTU			
S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 90)	S (0 – 0 – 60)	S (0 – 0 – 50)

PP = pasivní pohyb
AP = aktivní pohyb

Výchozí pozice na prstech P ruky je 10° flexe v MP kloubech, 80° flexe v PIP kloubech a 30° flexe v DIP kloubech II. – V. prstu. VP palce pravé ruky je 20° addukce v CMC kloubu, 30° flexe v MP kloubu a 90° flexe v IP kloubu. Pasivní hybnost neomezena, pouze vyžaduje překročit bariéru větší silou.

Tabulka 6 – Vstupní vyšetření rozsahů kloubů DKK
(Zdroj: vlastní)

DOLNÍ KONČETINY			
LDK PP	LDK AP	PDK PP	PDK AP
KYČELNÍ KLOUB			
S (20 – 0 – 125)	S (5 – 0 – 110)	S (5 – 0 – 75)	S (0 – 0 – 20)
F (40 – 0 – 10)	F (25 – 0 – 10)	F (10 – 0 – 5)	F (5 – 0 – 0)
R (45 – 0 – 30)	R (40 – 0 – 20)	R (30 – 0 – 30)	R (10 – 0 – 15)
KOLENNÍ KLOUB			
S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 120)	S (0 – 0 – 130)	S (0 – 0 – 75)
HLEZENNÍ KLOUB			
S (20 – 0 – 45)	S (15 – 0 – 45)	S (10 – 0 – 50)	S (5 – 0 – 40)
F (30 – 0 – 20)	F (30 – 0 – 20)	F (20 – 0 – 50)	F (10 – 0 – 40)

PP = pasivní pohyb

AP = aktivní pohyb

Výchozí pozice obou kolenních kloubu je flexe 5°.

Vyšetření svalové síly

Svalový test není vhodnou vyšetřovací metodou pro centrální obrny, proto jej neprovádím. Svalovou sílu hodnotím pouze orientačně.

LHK je téměř plně funkční, její sílu a pohyb omezuje pouze artrodéza zápěstí v nulovém postavení, kde je zachována pouze supinace a pronace. Dle ST síla 4-5. PHK ve stavu spastické dystonie. Zachovaná flexe a abdukce v ramenním kloubu a flexe v kloubu loketním, všechny pohyby ve velmi omezeném rozsahu o svalové síle 2-3. Stisk ruky s permanentně flektovanými prsty o svalové síle 4-5, nejsilnější v oblasti 2. prstu. LDK celkově dle ST stupeň 3-4. PDK spastická s omezeným pohybem o síle 2-3.

Vyšetření stoje

Ve stoji patrná extenční spasticita DKK, která je více vyjádřena na PDK. Pacient udržuje semiflexi v obou kyčelních kloubech. Pánev je podsazená. Extenze kolenních

kloubů bilaterálně vážne. Na méně zatížené PDK patrná plantární flexe. PHK addukována k trupu v semiflekčním postavení v loketním kloubu s flektovanými prsty.

Rombergův stoj

Stoj I. zvládá pacient samostatně bez opory pouze na pár sekund. Při opoře LHK o tříbodovou hůl či druhou osobu je schopen ve stoji vydržet déle. Největší problém mu dělá nastavit DKK na vzdálenost širší ramen, při které se zvýrazní valgózní postavení kolenních kloubů. Výchyly stability vyrovnává máváním LHK ve vzduchu. Váha je přenesena na LDK. Pozice stoje II. je pro pacienta přirozenější, než stoj I., nicméně vydrží opět v rámci několika sekund. Stoj III. jsem z důvodu zvýšeného rizika pádu netestovala.

Vyšetření chůze

Pacient je schopen chůze na kratší vzdálenosti za opory LHK o tříbodovou hůl. Rovněž vyžaduje, aby ho při chůzi jistila druhá osoba (většinou matka), do které by se mohl pomocí PHK zavěsit, a která by ho jistila za pravé rameno.

Chůze je omezena spasticitou zejména PDK, je vykonávána v pravidelném rytmu. Pacient dělá pomalé a šouravé krátké kroky o délce 20 cm a šířce báze 9 cm. Patrná absence odvíjení chodidel od podložky a flexe kyčelních i kolenních kloubů ve švihové fázi. Na PDK znatelný nášlap na špičku a palcovou hranu chodidla. Váha nesena výrazněji na levé polovině těla. Nadměrná rotace trupu a pánve. Souhyb LHK nelze posoudit, pacient se opírá o hůl. PHK v semiflekčním postavení addukovaná k trupu.

5.1.8 Vyšetření úchopů

*Tabulka 7 – Vstupní vyšetření úchopů
(Zdroj: vlastní)*

VYŠETŘENÍ ÚCHOPŮ		
ÚCHOP	LEVÁ RUKA	PRAVÁ RUKA
štípec	provede	neprovede
špetka	provede	neprovede
klíčový úchop	provede	neprovede
kulový úchop	provede	neprovede
válcový úchop	provede	neprovede
háček	provede	neprovede

Na PHK žádná forma primárního úchopu, pouze sekundární, či pasivní vložení předmětu díky velké spastické dystonii.

5.1.3 Neurologické vyšetření

Spasticita

Testování bylo zaměřeno na svalové skupiny PHK a PDK, kde je spasticita primárně vyjádřena. Při měření byly využity rychlosti V1 a V3 dle TS.

Tabulka 8 – Vstupní vyšetření spasticity pomocí Tardieu škály
(Zdroj: vlastní)

POHYB	V1 (odpověď/úhel zárazu)	V3 (odpověď/úhel zárazu)
RAMENNÍ KLOUB (PHK)		
flexe	0/110°	0/110°
extenze	0/20°	0/20°
abdukce	1/80°	0/80°
LOKETNÍ KLOUB (PHK)		
flexe	1/120°	2/95°
extenze	2/160°	3/110°
RUKA (PHK)		
palmární flexe	1/60°	1/60°
dorzální flexe	1/95°	2/80°
extenze MCP kloubů	1/plný rozsah	2/ plný rozsah
extenze PIP kloubů	1/plný rozsah	2/ plný rozsah
extenze DIP kloubů	1/plný rozsah	2/plný rozsah
KYČELNÍ KLOUB (PDK)		
flexe	1/75°	1/75°
extenze	2/5°	1/5°
KOLENNÍ KLOUB (PDK)		
flexe	0/130°	1/110°
extenze	3/175°	3/115°
HLEZENNÍ KLOUB (PDK)		
plantární flexe	1/45°	1/40°
dorzální flexe	2/10°	3/5°

Hlavové nervy

- Nervus opticus – pravostranný výpadek zorného pole v krajní poloze temporálně, levé oko nedotahuje vertikálně
- Nervus oculomotorius, trochlearis, abducens – anizokorie levé zornice
- Nervus facialis – centrální paréza s projevem napravo, lagophthalmus vlevo
- zbylé nervy jsou bez patologického nálezu

Myotatické reflexy

Tabulka 9 – Vstupní vyšetření myotatických reflexů
(Zdroj: vlastní)

HORNÍ KONČETINY		
LHK	REFLEX	PDK
normoreflexie	bicipitový	hyperreflexie
normoreflexie	tricipitový	normoreflexie
normoreflexie	styloradiální	hyperreflexie
normoreflexie	radiopronační	hyperreflexie
normoreflexie	flexorů prstů	hyperreflexie
DOLNÍ KONČETINY		
LDK	REFLEX	PDK
normoreflexie	patelární	hyperreflexie
normoreflexie	achillovy šlachy	hyperreflexie
normoreflexie	medioplantární	hyperreflexie

Spastické jevy

Tabulka 10 – Vstupní vyšetření pyramidových jevů spastických
(Zdroj: vlastní)

HORNÍ KONČETINY		
LHK	JEV	PHK
negativní	Justerův příznak	pozitivní
pozitivní	Trömnerův příznak	pozitivní
negativní	Fenomén Marinesco - Radovici	negativní
DOLNÍ KONČETINY		
LDK	FLEKČNÍ JEVY	PDK
pozitivní	Babinského příznak	pozitivní
negativní	Oppenheimova zkouška	negativní
negativní	Chaddockova zkouška	negativní
EXTENČNÍ JEVY		
negativní	Zkouška dle Rossolima	pozitivní
negativní	Fenomén Žukovskij - Kornilov	pozitivní
negativní	Fenomén Mendel - Bechtěrev	pozitivní

Paretické jevy

Při vstupním vyšetření pyramidových jevů zánikových (paretických) nelze pravostrannou horní končetinu kvůli její spasticitě nastavit do výchozí polohy (VP)

zkoušek dle Ruseckého a Mingazziniho, levá horní končetina je v rámci těchto zkoušek bez patologického nálezu.

Pro vyšetření paretických jevů dolních končetin jsem zvolila zkoušky Barré a Mingazzini. Při Mingazziniho zkoušce je LDK bez nálezu, PDK není pacient schopen plně nastavit do VP a končetina osciluje ve vzduchu nad podložkou. Při zkoušce Barré I. je pacient schopen udržet bérce obou DKK ve vertikále. Při modifikaci Barré II. je LDK bez nálezu, zatímco PDK je oproti ní opožděna a osciluje kolem VP. Během Barré III. vykazuje LDK menší svalovou slabost. Svou PDK si nechá pacient ihned přetlačit za vyvinutí minimálního odporu.

Čítí

Povrchové čítí značně porušeno, porucha se zhoršuje distálním směrem. Na levé HK citlivost snížena celkově, mírný dotek téměř necítí. Větší tlak pociťuje, ale s nepřesnou lokalizací. Lepší stav na radiální straně paže a předloktí. Diskriminace narušena, cítí pouze tlak, body není schopen rozlišit.

Vibrační čítí neporušeno. Polohocit a pohybovit levostranně neporušen. Porucha patrná na pravostranných končetinách, kde je stav lepší proximálně, na akrech pacient spíše hádá.

Taxe

Přesná, bez patologického nálezu.

5.1.4 Speciální testy

Test funkční soběstačnosti – FIM

Pacient získal v rámci testu funkční soběstačnosti celkem 90 bodů ze 126 možných. A to konkrétně dle kategorií:

- osobní péče: 34 bodů (ze 42 možných);
- kontinence: 13 bodů (14);
- přesuny: 9 bodů (21);
- lokomoce: 4 body (14);
- komunikace: 11 bodů (14);
- sociální aspekty: 19 bodů (21).

Nejproblematičtějšími částmi FIM byly pro pacienta kategorie přesuny a lokomoce. Během přesunů (lůžko, židle, vozík, WC, vana, sprcha) je odkázán na pomoc druhé osoby. V rámci lokomoce je schopen s doprovodem a trojbodovou holí ujít pouze kratší vzdálenost na rovné ploše. Na delší vzdálenosti a nerovný terén využívá mechanického vozíku a značné dopomoci druhé osoby.

Bergova funkční škála rovnováhy

Tabulka 11 – Vstupní vyšetření Bergovy funkční škály rovnováhy
(Zdroj: vlastní)

ÚKOL	BODY	POZNÁMKY
Vstávání ze sedu do stoje	0	vstává s kyčelními klouby v addukci a vnitřní rotaci, potřeba asistence
Samostatný stoj	1	schopen vydržet přibližně 5 sekund
Samostatný sed	1	přibližně po 10 sekundách přepadává
Posazování ze stoje	1	pacient nekontrolovaně klesá
Přesuny	1	potřeba asistence ke zvedání ze židle
Stoj se zavřenýma očima	2	
Stoj o úzké bazi	2	
Předsunutí za předpaženou paží	0	neschopen přenést rovnováhu
Zvednutí předmětu z podlahy ze stoje	0	netestováno pro riziko pádu
Otáčení hlavy rameno ve stoji	1	otočí se pouze do strany nalevo
Otočka o 360 stupňů	1	
Střídavé umístování nohy na schod	0	neschopen přenést váhu na 1 DK
Stoj bez opory s jednou nohou vpřed	1	
Stoj na jedné noze	0	netestováno pro riziko pádu
CELKOVÉ SKORE	11	

Celkový výsledek testování dle Bergovy funkční škály rovnováhy, 11 bodů z 56 možných naznačuje, že pacient je plně závislý na asistenci druhé osoby v rámci mobility a přesunů. Položky „zvednutí předmětu z podlahy ze stoje“ a „stoj na jedné noze“ nebyly testovány z důvodu rizika pádu a byly tedy ohodnoceny nulovým počtem bodů.

Funkční kategorie chůze

Pacient splňuje kritéria pro skupinu číslo 1 dle výše uváděného rozdělení, tedy vyžaduje výraznou podporu další osoby, která mu pomáhá udržovat rovnováhu a pomáhá mu při chůzi.

Šestimínutový test chůze

Při chůzi v rámci 6MWT se pacient levou rukou opíral o tříbodovou hůl. Taktéž si kvůli obavě z pádu vyžádal, aby ho jeho matka přidržovala za pravé rameno.

Při chůzi udělal pacient dvě zastávky na dobu přibližně deseti sekund. Celková ušlá vzdálenost byla 15 metrů a 40 centimetrů.

5.2 Dlouhodobý a krátkodobý rehabilitační plán

Terapeutické jednotky absolvované v průběhu šestiměsíční roboticky asistované rehabilitace byly zaměřeny na dlouhodobý rehabilitační plán, jenž se skládal z dosažení dílčích cílů stanovených v rehabilitačním plánu krátkodobém.

5.2.1 Dlouhodobý rehabilitační plán

- zlepšení aktivní hybnosti postižených končetin
- zvýšení míry soběstačnosti a samostatnosti
- zapojení pravé horní končetiny do ADL
- zvýšení fyzické kondice a vytrvalosti zejména v rámci chůze
- zautomatizování správného stereotypu chůze

5.2.2 Krátkodobý rehabilitační plán

- zvýšení svalové síly a kloubních rozsahů horních končetin
- zvýšení svalové síly a kloubních rozsahů dolních končetin
- ovlivnění spasticity horních a dolních končetin
- nácvik správného stereotypu chůze
- zlepšení stability
- korekce postury

5.3 Průběh terapie

Celkově proběhlo 38 terapeutických jednotek, z čehož první a poslední byly věnovány úvodnímu a závěrečnému testování. V průměru byly plánovány dvě terapie v laboratoři robotické rehabilitaci týdně.

Zařízení Leg Tutor využíval pacient ke cvičení obou dolních končetin ve svém vlastním sociálním zázemí, četnost terapií tedy závisela ryze na jeho osobě. Nicméně bylo mu doporučeno užívat ho čtyřikrát až pětkrát týdně. Přístroj ReoAmbulator byl z důvodu jeho poruchy a čekání na výměnu poškozeného dílu do terapie zařazen až v rámci desáté terapeutické jednotky.

1. terapie (21. 8. 2020): Pacient dorazil na terapii v mechanickém vozíku ovládaném pomocí LHK v doprovodu své matky. Působil klidným dojmem, neuváděl žádné neobvyklé subjektivní obtíže ani bolesti. Nejprve byl teoreticky seznámen s plánovaným průběhem následujících terapií a s robotickými zařízeními jako takovými. Pacient byl dotázán na své subjektivně hodnocené největší obtíže a specifické cíle, na nichž by chtěl v průběhu terapií zapracovat. Rovněž byl informován o zveřejnění výsledků v rámci bakalářské práce, s čímž souhlasil a podepsal informovaný souhlas.

Následně byla odebrána anamnéza a proveden kineziologický rozbor včetně neurologických vyšetření a speciálních testů, jejichž výsledky jsou uvedeny výše.

Na závěr prvního setkání byl pacientovi zapůjčen přístroj Leg Tutor spolu s vytvořením jeho vlastního profilu v programu MediTouch. Zároveň byli se svou matkou teoreticky i prakticky seznámeni se zapojováním přístroje, samotnou aplikací, ovládáním a vybranými hrami, jenž jsou pro něj vhodné.

2. terapie (25. 8. 2020): Cílem druhé terapie bylo pacienta podrobně seznámit s robotickou rukavicí Gloreha. Byla pro něj vybrána vhodná velikost ortézy na ruku a prstových návleků, a vyhovující stupeň odlehčení končetiny pomocí dynamické opěrky. Dále byl v přístroji nastaven žádoucí rozsah pohybu prstů a sklon ruky zobrazené na monitoru, aby byla ve shodném postavení s pacientovou rehabilitovanou končetinou.

Následovala vlastní terapie na přístroji s využitím programu pasivní mobilizace ruky. Před samotným spuštěním byl zvolen počet cvičení a délka každé z pohybových sekvencí, včetně pauzy mezi jednotlivými opakováními. Terapie s rukavicí Gloreha trvala 60 minut a v jejím průběhu bylo vystřídáno 11 jednotlivých úchopových cvičení. Konkrétně šlo o: pěst, špetku, počítání, sekvenci špetky, uchopování předmětů, vlnění, nahodilou sekvenci jednoho prstu, nahodilou sekvenci čísel, počítání, sbírání předmětů a uchopení předmětů.

Subjektivně hodnotil pacient terapii velmi kladně, interaktivní prostředí přístroje Gloreha pro něj bylo novinkou a novým zajímavým elementem v terapii. Objektivně měl velký problém s udržení vzpřímeného sedu. Po upozornění a instruování byl schopen sed udržet pouze pár sekund, během kterých nebyl schopen se sedem zkoordinovat dech. Poté posturu opět uvolnil do obrazu protrakce krku a ramen, uvolnění břišního svalstva a oploštění bederní páteře.

3. – 10. terapie (27. 8. – 6. 10. 2020): Náplň těchto terapeutických jednotek byla shodná. Tou byla rehabilitace pacientovy pravé ruky na přístroji Gloreha v pasivním režimu. Cílem bylo zaměřit pacientovu pozornost na pečlivé vnímání pasivních pohybů své ruky vykonávaných pomocí rukavice, kopírování pohybu i druhou rukou a udržování správné postury.

Doba terapie byla v průměru 57 minut. Stále bylo nutné pacientovi korigovat sed, který nebyl ve vhodné pozici schopen déle udržet. Terapie stále hodnotil pozitivně, ovšem ke konci každé jednotky již byla patrná únava u úpadek zájmu.

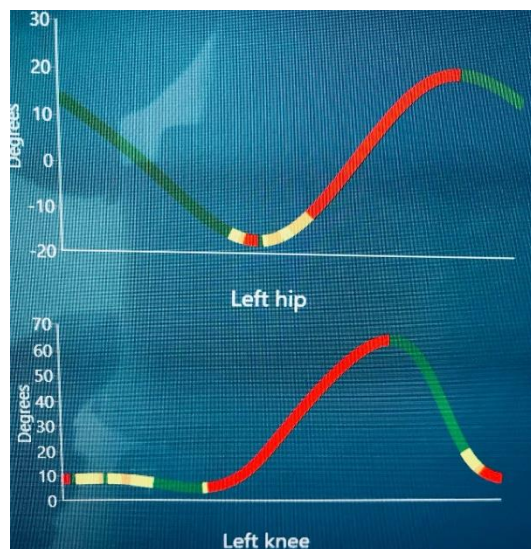
11. terapie (12. 10. 2020): Hlavním cílem této terapeutické jednotky bylo seznámení pacienta se zařízením ReoAmbulator. V přístroji byl vytvořen pacientův profil, do kterého byly zadány váhové a délkové hodnoty potřebné k nastavení robotického exoskeletu pro DKK. Poté byl pacient pomocí závěsných popruhů zavěšen do posuvného ramene do vzpřímeného postavení, dolní končetiny mu byly připevněny k exoskeletu a na závěr byly využity návleky na nohy k eliminaci plantární flexe. Celá terapie byla absolvována v pasivním módu zcela bez potřeby pacientova pohybu. Prvotní chůzové pohyby přístrojem byly provedeny ve vzduchu bez dotyku pacientových DKK

pohyblivého pásu, abychom zkontrolovali dráhu pohybu dolních končetin, či případný pacientův diskomfort. Teprve poté byl pacient snižen na úroveň pohyblivého pásu.

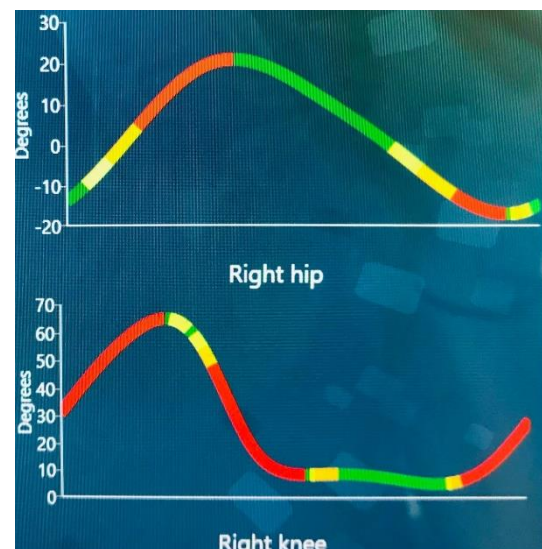
Pacient byl schopen v chůzi setrvat 28 minut, poté byl unaven a vyžadoval ukončení terapie. Průměrná rychlost chůze byla 1 km/h, počet kroků 461 a průměrné zatížení 21 % pacientovy tělesné váhy.

Pacient subjektivně hodnotil terapii zpočátku pozitivně, a to zejména virtuální realitu, která mu umožnila „procházet se po ulicích italského Říma.“ Ke konci již pro něj byl problém udržet vzpřímené postavení těla a do přístroje se spíše pasivně zavěšoval, také ho v oblasti třísel nepříjemně tlačily popruhy.

Na následujících obrázcích (obr. 7 a obr. 8) je patrný odpor pacientových končetin snímáný pomocí čidel přístroje. Červená barva udává vysokou míru odporu, oranžová střední, žlutá mírný a zelená barva značí pouze nízký odpor končetin proti pasivnímu pohybu.



Obrázek 7 – Odpor LDK během terapie II
(Zdroj: přístroj ReoAmbulator)



Obrázek 8 – Odpor PDK během terapie II
(Zdroj: přístroj ReoAmbulator)

Pro únavu z chůze jsme trénink na rukavici Gloreha zkrátali na 30 minut a 5 úchopových cvičení, nicméně pacient byl po celou dobu neschopen se na pohyby ruky soustředit.

12. – 15. terapie (16. 10. – 30. 10.): Cílem těchto terapií byl trénink stereotypu chůze na přístroji ReoAmbulator s důrazem na korekci pacientovy postury a aktivní zapojení trupu. A na trénink PHK na rukavici Gloreha.

Pacient byl již při druhé terapii na ReoAmbulatoru schopen vydržet déle, a to 36 minut, než začal pociťovat únavu. Bohužel následující terapie jsme nebyli schopni zaznamenat pokrok ve výdrži, neboť přístroj se během 13. (v patnácté minutě), 14. (v sedmadvacáté minutě) a 15. terapie (v sedmnácté minutě) z neznámého důvodu sám od sebe zastavil a nešel opětovně zprovoznit. Pacient byl ale schopen akceptovat zvýšení rychlosti pohyblivého pásu na 1,2 km/h

Délku tréninku ruky jsme ponechali na 30 minut, během kterých měl pacient za úkol plně se soustředit na pohyb prstů PHK pomocí rukavice, popisovat dění na obrazovce a shodně zapojit i ruku levou. Rovněž mu byl korigován sed, jehož výdrž se časově prodloužila, nicméně musel být pacient stále upozorňován.

16. – 19. terapie (16. 11. – 30. 11. 2020): Sérii těchto čtyř terapií předcházela více než měsíc trvající pauza zapříčiněná nepříznivým vývojem epidemiologické situace v ČR, kvůli které se pacientova matka obávala pacienta vystavovat prostředí mimo domov.

Terapie byly opět zaměřeny na trénink stereotypu chůze na přístroji ReoAmbulator s důrazem na korekci pacientovy postury a na nácvik hybnosti pravé ruky na rukavici Gloreha. V oblasti zatížení dolních končetin a stereotypu chůze bylo patrné mírné zlepšení. Pacient zvládnul v průběhu terapií zvýšení rychlosti pásu na 1,4 km/h.

Terapie na zařízení Gloreha probíhala shodně jako předchozí.

20. – 23. terapie (2. 12. – 21. 12. 2020): Do těchto terapií jsme v rámci tréninku na přístroji ReoAmbulator zařadili kromě ryze pasivního pohybu i režim, při kterém přístroj vyžadoval od pacienta iniciální pohyb. Cílem terapií bylo zapojit pacienta aktivně do správného stereotypu chůze, který přístroj vytváří, aby si tak začal osvojovat při chůzi vhodné načasování a rozsahy pohybu. Pacient tedy během těchto terapeutických jednotek trénoval chůzi shodně 15 minut nejprve pasivně, a následně 15 minut v iniciovaném módu. Pokud přístroj při tomto režimu žádný pohyb ze strany pacienta nezaznamená,

pohyblivý pás se zastaví. To bylo zpočátku pro pacienta značně náročné a do pohybu DKK zapojoval i kontralaterální polovinu celého těla, zejména ramena, a během patnácti minut chůze v tomto programu, nebyl schopen pás celou dobu udržet v pohybu.

Po skončení nácviku chůze následoval při těchto terapeutických jednotkách opět třicetiminutový trénink pasivní hybnosti ruky na rukavici Gloreha. Ten ale viditelně pacienta příliš nezajímal a bylo třeba ho neustále upozorňovat na udržování vzpřímeného sedu a aktivní vnímání pohybující se ruky.

24. – 27. terapie (7. 1. – 22. 1. 2020): Tyto terapie byly složeny shodně, jako čtyři předchozí. Nicméně v rámci nácviku chůze byly zaznamenány u pacienta viditelné pokroky. V pasivním režimu přístroje ReoAmbulator byl schopen udržet vzpřímené postavení těla bez pasivního zavěšování se do popruhů celou délku terapie, kterou jsme zvýšili v průměru na 20 minut, a dle dat dostupných v přístroji se zmenšil i odpor jeho dolních končetin na robotický exoskelet jimi pohybující. Během iniciovaného režimu byl patrný nárůst síly pacientových DKK, jelikož se zčásti eliminovaly souhyby celého těla, pacient udržoval pás po celou dobu v pohybu a již neudával tak markantní únavu. Při 26. terapii pacient ušel 1165 kroků, což byl jeho dosavadní rekord.

Pacient se subjektivně cítil dobře a motivovaně z úspěchů v oblasti chůze, což se odrazilo i v terapii ruky na přístroji Gloreha. Nebylo příliš zapotřebí mu slovně korigovat sed a upozorňovat na pohyb ruky. Sám kopíroval pohyby rukavice i zdravou rukou a komentoval dění na obrazovce počítače.

28. – 30. terapie (26. 1. – 3. 2. 2021): Dle výsledků předchozích terapií, si již pacient lépe osvojil chůzi v asistovaném režimu a vhodně při ní volil načasování a sílu švihové fáze. Cílem těchto jednotek bylo tedy zařadit do terapie v rámci přístroje ReoAmbulator režim částečné asistence. Tento mód je jistou nadstavbou režimu iniciovaného, vyžaduje totiž od pacienta úsilí po celou dobu pohybu a ne pouze v jeho začátku. Nácvik chůze byl během těchto terapií rozdělen na 15 minut chůze v pasivním režimu, 10 minut v iniciovaném a 10 minut v asistovaném. Pacient udržoval pás po celou dobu chůze v pohybu, zvýšilo se zatížení dolních končetin a jejich symetrie. Subjektivně pacient cítil při chůzi větší jistotu než v začátcích terapie, jen posledních pár minut byl již velmi

unaven, což se v chůzi odráželo. Po celou dobu trvání tréninku chůze hrála pacientova oblíbená hudba, do jejíhož rytmu své kroky zjevně přizpůsoboval.

Rovněž jsme během těchto terapií zaznamenali pokrok v rámci pacientova samostatného stoje. Při zavěšování pomocí popruhů k pohyblivému rameni přístroje k odlehčení tělesné hmotnosti se sám postavil ze sedu v mechanickém vozíku a byl již schopen samostatně stát bez opory dalších osob. Během chůze se na rozdíl od prvních terapií do popruhů příliš nezavěšoval, spíše využíval opory LHK o postranní madlo.

Při tréninku ruky seděl vzpřímeně bez nadměrného upozornění. Bohužel nadšení z minulých cvičebních jednotek mu nezůstalo a dění na obrazovce zařízení Gloreha spíše pasivně přijímal, než aby se i přes motivaci z mé strany aktivně zapojil. Na dotaz nebyl schopen popsat prováděný pohyb a sledoval pouze kolik času mu zbývá do konce.

31. terapie (4. 2. 2021): Pacient dorazil ve velmi dobré náladě. Cílem této terapie bylo vyzkoušet na přístroji ReoAmbulator aktivní chůzi bez podpory DKK. Nejprve pacient absolvoval 15 minut při pasivní chůzi z důvodu připomenutí požadovaného stereotypu a 10 minut v iniciovaném programu. Následovala pauza, během které si pacient odpočinul a byly odebrány exoskelety pro oporu DKK. Po odebrání opory začal být pacient nervózní a vyžadoval se přidržovat pomocí HKK z jedné strany za ruku své matky a ze strany druhé za ruku mé osoby. Pohyblivý pás jsme spustili nejprve na rychlost 0,2 km/h. Pacientova chůze byla zprvu značně nekoordinovaná, ale zhruba po dvou minutách si rytmus volné chůze osvojil a vyžadoval zvýšení rychlosti na 0,4 km/h. Tento režim pro něj byl velmi únavný a po 5 minutách samostatné chůze jsme terapii ukončili.

Na rukavici Gloreha pacient bez větších obtíží aktivně zvládnul terapii trvající 25 minut, která zahrnovala 8 úchopových cvičení, i se zapojením netrénované LHK.

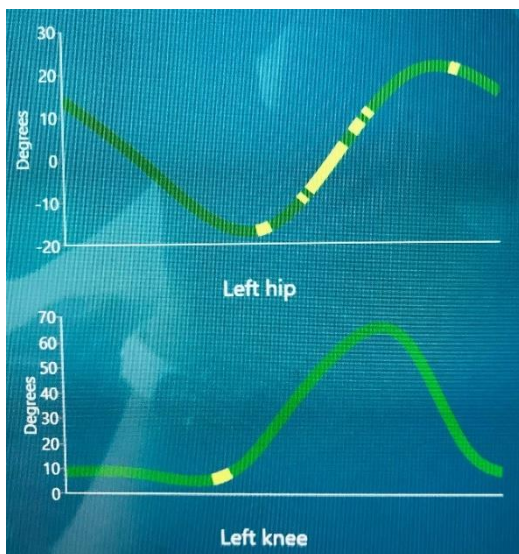
32. – 35. terapie (9. 2. – 18. 2. 2021): Cílem těchto terapií bylo zlepšit stereotyp a prodloužit vzdálenost samostatné chůze pouze za podpory tělesné hmotnosti a pokračovat v tréninku hybnosti a mobilizace pacientovy spastické ruky.

Před samotnou chůzí bez exoskeletů pro DKK pacient opět absolvoval 15 minut chůze v pasivním režimu a 10 minut v iniciovaném. Při samostatné chůzi se stále vyžadoval

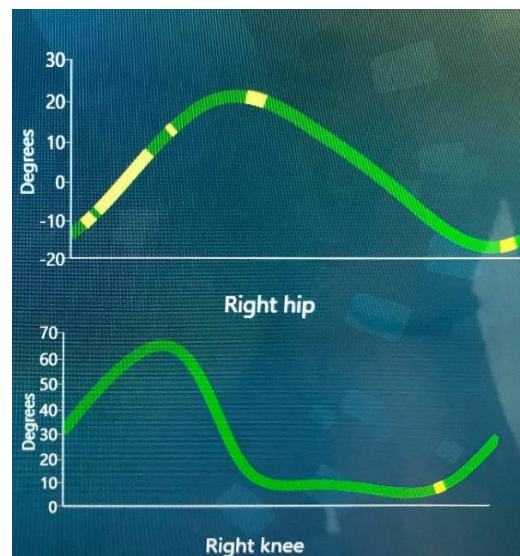
přidržovat oběma rukama, po získání jistoty (terapie č. 33) mu stačila pouze opora LHK. Samostatnou chůzi byl pacient schopen ke konci této série terapií vydržet 15 minut. Zlepšení bylo viditelné i ve vzorci chůze, kde se objevily větší kloubní rozsahy. Cvičení na přístroji Gloreha probíhalo shodně s předchozími terapiemi.

36. terapie (26. 2. 2021): Již úvod této terapie byl značně komplikovaný, neboť pacient v doprovodu matky dorazil s hodinovým zpožděním. Důvodem tohoto opoždění bylo nutné přivolání ZZS k pacientovi, který se během oběda začal samovolně dusit a i přes tyto události se na terapii rozhodl dostavit. Pasivní chůze na ReoAmbulatoru probíhala bez problémů, stejně tak jako chůze v asistovaném režimu. Bohužel na chůzi aktivní se únava značně odrazila. Pacient se nebyl schopen udržet ve stoji, při chůzi se pasivně zavěšoval do popruhů a DKK po pohyblivém pásu spíše sunul bez zřetelné flexe v kloubech. Po 5 minutách jsme tedy terapii ukončili a vynechali i trénink ruky.

37. terapie (5. 3. 2021): Při příchodu pacient oznamoval, že se cítí dobře a těší se na terapii. Cílem této terapie byla opět chůze a to převážně bez opory exoskeletu s důrazem na její správný stereotyp a aktivní trénink hybnosti pacientovy spastické ruky. Na zařízení ReoAmbulator jsme jako obvykle začali pasivní chůzí, kterou již pacient zvládal bez problémů, známek větší únavy a DKK zapojoval aktivně bez kladení odporu proti pohybu přístroje. Což je patrné dle převažující zelené barvy na grafu odporu pasivnímu pohybu vygenerovaném pomocí přístroje (obr. 9 a obr. 10).



Obrázek 9 – Odpor LDK během terapie 37
(Zdroj: přístroj ReoAmbulator)



Obrázek 10 – Odpor PDK během terapie 37
(Zdroj: přístroj ReoAmbulator)

Ihned následovala samostatná chůze, při které se pacient přidržoval pouze LHK a to jen zřídka a výchyly rovnováhy byl schopen udržovat celým tělem. V průběhu chůze držel vzpřímené postavení a hlídal si dostatečnou flexi kolenních a kyčelních kloubů. Na zařízení Gloreha pacient absolvoval 6 úchopových cvičení během 17 minut rovněž bez jakýkoliv obtíží, či ztráty zájmu.

38. terapie (9. 3. 2021): Cílem této terapie bylo provedení komplexního výstupního vyšetření, jehož výsledky jsou uvedeny v kapitole 6.

Data ze zařízení Leg Tutor

Níže je uvedena tabulka s přehledem terapií se zařízením Leg Tutor, které pacient absolvoval sám ve svém sociálním prostředí. Tabulka obsahuje přehled všech absolvovaných cvičení, která se zobrazují v aplikaci MediTouch.

*Tabulka 12 – Data z terapií na zařízení Leg Tutor
(Zdroj: vlastní)*

	DATUM	POČET CVIČENÍ	ČAS CVIČENÍ LDK	ČAS CVIČENÍ PDK
1	25. 8. 2020	4	16 min 26 s	x
2	26. 8. 2020	2	20 min	x
3	27. 8. 2020	2	10 min	10 min
4	29. 8. 2020	2	10 min	10 min
5	30. 8. 2020	2	10 min	10 min
6	2. 9. 2020	1	10 min	x
7	3. 9. 2020	2	10 min	10 min
8	7. 9. 2020	1	x	10 min
9	18. 9. 2020	1	10 min	x
10	24. 9. 2020	5	2 min 31 s	15 min 33 s
11	25. 9. 2020	2	10 min	10 min 3 s
12	29. 9. 2020	2	10 min	10 min
13	2. 10. 2020	1	10 min 4 s	x
14	5. 10. 2020	3	x	7 min 23 s
15	26. 10.	1	x	39 sec
16	3. 11. 2020	1	x	40 sec
17	5. 11. 2020	1	58 s	x
18	20. 11. 2020	1	x	42 s
19	25. 1. 2021	3	2 min 5 s	2 min 6 s
20	9. 2. 2021	2	44 s	10 min
21	12. 2. 2021	1	x	10 min

Pacient měl zařízení Leg Tutor zapůjčené po dobu 180 dnů. Doba, délka a pravidelnost cvičení tak byla závislá pouze na jeho osobě. Nicméně obdržel instrukce, že vhodné by bylo cvičební zařízení užívat pro obě dolní končetiny přibližně čtyřikrát až pětkrát do týdne po dobu alespoň deseti minut.

Dle dat dostupných v aplikaci MediTouch je patrné že pacient cvičil pouze 21 krát z čehož čtyřikrát doba cvičení nepřesáhla dobu pěti minut. Nicméně pacient udává, že instrukce plnil poctivě, tedy s přístrojem cvičil čtyřikrát až pětkrát týdně krom období mezi 21. listopadem a 25. lednem, kdy byl dle něj přístroj porouchán.

6 VÝSLEDKY

Na závěr terapie byl s pacientem proveden výstupní kineziologický rozbor, pomocí kterého lze objektivně zhodnotit efekt roboticky asistované rehabilitace a výsledky dosažené v průběhu terapií.

6.1 Výstupní kineziologický rozbor

Palpační vyšetření

Spastická hypertonie na PHK zůstává v ramenním a loketním kloubu dle palpce bez výrazné změny, oblast ruky a prstů je volnější. Na PDK shledávám spasticitu menší, a to zejména v oblasti kyčelního kloubu a v oblasti stehenní.

Goniometrie

Kloubní rozsahy LHK a ramenní, loketní a zápěstní kloub PHK zůstaly beze změny.

Tabulka 13 – Výstupní vyšetření rozsahů kloubů prstů pravé HK
(Zdroj: vlastní)

PRSTY PRAVÉ RUKY				
SEGMENT	PHK PP	ZLEPŠENÍ	PHK AP	ZLEPŠENÍ
DIGITUS I.				
CMC KLOUB	S (0 – 0 – 40)	flexe + 5°	S (0 – 0 – 40)	flexe + 5°
	F (60 – 0 – 20)	x	F (10 – 0 – 20)	abdukce + 10°
MP KLOUB	S (0 – 0 – 20)	x	S (0 – 0 – 20)	flexe + 10°
IP KLOUB	S (0 – 0 – 20)	flexe + 10°	S (0 – 0 – 20)	flexe + 10°
DIGITUS II.				
MP KLOUB	S (10 – 0 – 80)	x	S (0 – 0 – 80)	flexe + 10°
	F (35 – 0 – 10)	x	F (20 – 0 – 0)	abdukce + 5°
PIP KLOUB	S (0 – 0 – 50)	x	S (0 – 0 – 50)	x
DIP KLOUB	S (0 – 0 – 60)	x	S (0 – 0 – 60)	x
DIGITUS III.				
MP KLOUB	S (5 – 0 – 75)	x	S (5 – 0 – 75)	flexe + 10°
	F (35 – 0 – 10)	x	F (0 – 0 – 0)	x
PIP KLOUB	S (0 – 0 – 50)	x	S (0 – 0 – 50)	flexe + 10°
DIP KLOUB	S (0 – 0 – 60)	x	S (0 – 0 – 60)	flexe + 10°
DIGITUS IV.				
MP KLOUB	S (10 – 0 – 70)	x	S (0 – 0 – 70)	flexe + 10°
	F (35 – 0 – 10)	x	F (5 – 0 – 0)	abdukce + 5
PIP KLOUB	S (0 – 0 – 45)	x	S (0 – 0 – 45)	flexe + 5°
DIP KLOUB	S (0 – 0 – 55)	x	S (0 – 0 – 45)	flexe + 5°

DIGITUS V.				
MP KLOUB	S (30 – 0 – 80)	x	S (0 – 0 – 80)	flexe + 10°
	F (30 – 0 – 10)	x	F (5 – 0 – 0)	abdukce + 5
PIP KLOUB	S (0 – 0 – 45)	x	S (0 – 0 – 45)	flexe + 5°
DIP KLOUB	S (0 – 0 – 60)	x	S (0 – 0 – 55)	flexe + 5°

PP = pasivní pohyb

AP = aktivní pohyb

Výchozí pozice na prstech II. – IV. pravé ruky zůstala beze změny. VP palce se změnila z 20° addukce v CMC kloubu, 30° flexe v MP kloubu a 90° flexe v IP kloubu na 15° flexi v MP kloubu a 80° flexi v IP kloubu.

*Tabulka 14 – Výstupní vyšetření rozsahů kloubů DKK
(Zdroj: vlastní)*

LEVÁ DOLNÍ KONČETINA			
LDK PP	ZLEPŠENÍ	LDK AP	ZLEPŠENÍ
KYČELNÍ KLOUB			
S (20 – 0 – 125)	x	S (15 – 0 – 110)	flexe + 10° extenze + 10°
F (40 – 0 – 10)	x	F (25 – 0 – 10)	x
R (45 – 0 – 30)	x	R (40 – 0 – 20)	x
KOLENNÍ KLOUB			
S (0 – 0 – 135)	flexe + 5°	S (0 – 0 – 130)	flexe + 10°
HLEZENNÍ KLOUB			
S (30 – 0 – 45)	dorzální flexe + 10°	S (15 – 0 – 45)	x
F (30 – 0 – 20)	x	F (30 – 0 – 20)	x
PRAVÁ DOLNÍ KONČETINA			
PDK PP	ZLEPŠENÍ	PDK AP	ZLEPŠENÍ
KYČELNÍ KLOUB			
S (15 – 0 – 90)	flexe + 15° extenze + 10°	S (10 – 0 – 35)	flexe + 15° extenze + 10°
F (25 – 0 – 5)	abdukce + 15°	F (15 – 0 – 0)	abdukce + 10°
R (40 – 0 – 30)	zevní rotace + 10°	R (15 – 0 – 15)	zevní rotace + 5°
KOLENNÍ KLOUB			
S (0 – 0 – 135)	flexe + 5°	S (0 – 0 – 90)	flexe + 15°
HLEZENNÍ KLOUB			
S (10 – 0 – 50)	x	S (10 – 0 – 45)	plantární flexe + 5° dorzální flexe + 5°
F (20 – 0 – 50)	x	F (10 – 0 – 40)	x

PP = pasivní pohyb

AP = aktivní pohyb

Výchozí pozice obou kolenních kloubů se z 5° flexe posunula do nulového postavení.

Vyšetření svalové síly

Svalová síla obou HKK je beze změny. Levá dolní končetina je schopna odolat pohybu proti značnému odporu, tedy orientačně síla 4-5 dle ST. Pravá dolní končetina spastická s omezeným rozsahem pohybu vykazuje sílu dle ST 3-4.

Vyšetření stoje

Oproti vstupnímu hodnocení je již pacient schopen docílit ve stoji plné extenze obou kolenních kloubů a menšího semiflekčního postavení v kloubech kyčelních. Retroverze pánve se viditelně zmenšila. Pacient je nyní schopen více zatížit PDK.

Rombergův stoj

Doba samostatného stoje (stoj I. i stoj II.) se prodloužila. Zároveň se rozšířila i stojná báze dolních končetin ve stoji I.. Pacient již nepotřebuje vyrovnávat výchyly stability pomocí LHK.

Stoj III., tedy stoj o úzké bázi se zavřenýma očima je pacient udržet v rámci několika sekund, přetrvává ale obava z pádu.

Vyšetření chůze

Vzdálenost chůze s tříbodovou holí se objektivně prodloužila (dle 6MWT). Pacient se oprostil obavy z pádu a již nevyžaduje jištění od druhé osoby.

Šířka báze kroku se zvýšila na 14 cm, rovněž tak se zvýšila flexe (zejména na LDK) kyčelních a kolenních kloubů ve švihové fázi. Odvíjení chodidel od podložky stále vázne.

Váha těla se mírně přenesla i na pravou polovinu těla, levá stále dominuje. Přetrvává nášlap na palcovou hranu chodidla PDK a nadměrná rotace trupu a pánve. Souhyb LHK nelze posoudit, pacient se opírá o hůl. PHK v semiflekčním postavení addukovaná k trupu.

Vyšetření úchopů

Tabulka 15 – Výstupní vyšetření úchopů
(Zdroj: vlastní)

VYŠETŘENÍ ÚCHOPŮ		
ÚCHOP	LEVÁ RUKA	PRAVÁ RUKA
štípec	provede	neprovede
špetka	provede	neprovede
klíčový úchop	provede	neprovede
kulový úchop	provede	provede
válcový úchop	provede	provede
háček	provede	neprovede

Pacient si na své pravé ruce osvojil kulový a válcový úchop. Zbylá uchopovací schopnost zůstala beze změny.

Spasticita

Testování bylo zaměřeno na svalové skupiny pravé horní končetiny a pravé dolní končetiny. Při měření byly využity rychlosti V1 a V3 dle TS. Stav spasticity ramenního a loketního kloubu PHK zůstal nezměněn.

Tabulka 16 – Výstupní vyšetření spasticity pomocí Tardieu škály
(Zdroj: vlastní)

POHYB	V1	ZLEPŠENÍ V1	V3	ZLEPŠENÍ V3
RUKA (PHK)				
palmární flexe	1/60°	x	1/60°	x
dorzální flexe	1/95°	x	1/80°	2 → 1
extenze MCP kloubů	1/plný rozsah	x	1/plný rozsah	2 → 1
extenze PIP kloubů	1/plný rozsah	x	1/plný rozsah	2 → 1
extenze DIP kloubů	1/plný rozsah	x	1/plný rozsah	2 → 1
KYČELNÍ KLOUB (PDK)				
flexe	1/90°	15°	1/85°	10°
extenze	1/15°	10°	1/10°	5°
KOLENNÍ KLOUB (PDK)				
flexe	0/135°	5°	0/110°	1 → 0
extenze	2/180°	5°	2/130°	3 → 2; 15°
HLEZENNÍ KLOUB (PDK)				
plantární flexe	0/45°	1 → 0	1/45°	5°
dorzální flexe	2/10°	2 → 1	2/10°	3 → 2; 5°

Test funkční soběstačnosti – FIM

Pacient získal v rámci výstupního testu funkční soběstačnosti celkem 98 bodů ze 126 možných. A to konkrétně dle kategorií:

- osobní péče: 36 bodů (ze 42 možných);
- kontinence: 13 bodů (14);
- přesuny: 14 bodů (21);
- lokomoce: 5 bodů (14);
- komunikace: 11 bodů (14);
- sociální aspekty: 19 bodů (21).

Ve srovnání se vstupním vyšetřením FIM získal pacient o 8 bodů více. Zlepšení proběhlo zejména v kategoriích přesuny a lokomoce. Prodloužila se vzdálenost, kterou je pacient schopen ujít samostatně pouze s oporou o tříbodovou hůl. Pacient rovněž nabyt schopnosti samostatného postavení ze sedu a koordinovanějšího posazování, čímž nejen získal větší samostatnost při přesunech, ale také při oblékání dolní části těla.

Bergova funkční škála rovnováhy

Tabulka 17 – Výstupní vyšetření Bergovy funkční škály rovnováhy
(Zdroj: vlastní)

ÚKOL	BODY	POZNÁMKY
Vstávání ze sedu do stoje	3	schopen vstát nezávisle DKK jsou ve správném postavení
Samostatný stoj	3	
Samostatný sed	3	
Posazování ze stoje	2	
Přesuny	3	pomáhá si LHK
Stoj se zavřenýma očima	3	
Stoj o úzké bazi	3	
Předsunutí za předpaženou paži	2	mírně vychyluje těžiště směrem vlevo
Zvednutí předmětu z podlahy ze	0	netestováno pro riziko pádu
Otáčení hlavy rameno ve stoji	3	
Otočka o 360 stupňů	2	otočí se pouze nalevo
Střídavé umíst'ování nohy na schod	1	

Stoj bez opory s jednou nohou	2	
Stoj na jedné noze	2	
CELKOVÉ SKORE	32	

Při výstupním testování Bergovy funkční škály rovnováhy pacient získal 32 bodů z 56 možných, své skóre tak vylepšil oproti vstupnímu testování o 21 bodů. Dle tohoto výsledku lze pacienta zařadit do skupiny číslo 2. Tedy v rámci lokomoce již není plně závislý. Stále u něj ale přetrvává riziko pádu.

Nejmarkantnější zlepšení bylo zaznamenáno u položek zabývajících se vstáváním, samostatným stojem a sedem bez opory. Položka „zvednutí předmětu z podlahy ze stoje“ nebyla testována pro riziko pádu a byla tedy ohodnocena nulovým počtem bodů.

Funkční kategorie chůze

Oproti vstupnímu hodnocení funkční kategorie chůze, již pacient nevyžaduje výraznou podporu další osoby, která mu pomáhá při udržování rovnováhy a při chůzi samotné. V době výstupního hodnocení je schopen chůze bez trvalé podpory. Je ovšem stále nutný dohled. Dle subjektivního hodnocení bych ho zařadila na pomezí skupin 2 a 3.

Šestimínutový test chůze

Při chůzi v rámci 6MWT se pacient levou rukou opíral o tříbodovou hůl a pro případ nouze si vyžádal svou matku, aby absolvovala test po jeho boku, ovšem bez fyzické podpory po celou dobu testu.

Chůze proběhla bez zastávek, tedy oproti vstupnímu 6MWT lze sledovat zvýšení fyzické kondice. Celková ušlá vzdálenost byla 36 metrů, což je délka více než dvojnásobná oproti vstupnímu testu.

6.2 Zhodnocení efektu terapie

Terapie byla primárně zacílena na dvě široké domény, a to na ovlivnění funkce pravé horní končetiny, a na dosažení lepších lokomočních funkcí. Pozitivní ovlivnění těchto oblastí mělo vést k pacientově co možná největší soběstačnosti a k redukování závislosti na druhých osobách. Toho mělo být docíleno pomocí ovlivnění spasticity, zvýšení kloubních rozsahů a svalové síly. Dále prostřednictvím nácviku stability a rovnoměrného

zapojování všech částí těla. To vše za asistence robotických systémů, konkrétně přístrojů ReoAmbulator, Gloreha a Leg Tutor.

Pasivní ani aktivní hybnost pravé ruky se po sérii terapií na přístroji Gloreha výrazně nezměnila. Došlo pouze ke zvýšení aktivního rozsahu flexe a abdukce části kloubů prstů. Tyto změny měly vliv na obnovu dvou primárních úchopů.

Došlo ke zlepšení stupně spasticity pacientovy pravé ruky dle Tardieu škály. Konkrétně se snížila spasticita během provádění rychlého pasivního pohybu (V3) při pohybu všech kloubů prstů do extenze ze stupně 2 na stupeň 1, který značí pouze nepatrný odpor v průběhu pohybu bez přítomného zadrnutí.

Co se týče oblasti chůze a jejího nácviku na přístroji ReoAmbulator, zpočátku měl pacient nerovnoměrně zatížené DKK, kdy byla zátěž výrazně přenesena na levou dolní končetinu, zatímco pravá nebyla schopna plného došlapu na celou oblast plosky. Též nebyl pacient schopen extenze obou kolenních kloubů a rozsahy v kloubech kyčelních byly také omezené, což bylo patrné zejména během švihové fáze, a to s akcentací na pravé straně. Během chůze docházelo k nadměrné rotaci trupu a pánve. K zajištění stability se musel pacient přidržovat levou horní končetinou postranních madel přístroje. Bylo patrné chabé držení těla zejména v dolní oblasti trupu, pacient nebyl schopen udržet vzpřímené postavení a v závěsném systému spíše pasivně visel.

V průběhu závěrečných terapeutických jednotek byla patrná úprava váhového rozložení ve prospěch pravé dolní končetiny, ačkoliv dominantnější část váhy stále setrvala na LDK. Báze kroku se v souvislosti s uvolněním adduktorové skupiny stehenního svalstva rozšířila a rozsahy v kloubech dolních končetin se znatelně zvýšily. Rovněž se prodloužila doba, kterou byl pacient schopen vydržet ve vzpřímeném postavení s omezením nadměrné rotace trupu.

Důležitou, v průběhu terapií získanou dovedností, byla schopnost samostatné vertikalizace ze sedu a následné udržení rovnováhy. Dále schopnost aktivace hlubokého stabilizačního systému k vyrovnání stability a propojení dechu se změnou polohy. Terapie měla pozitivní dopad na pacientovu fyzickou i psychickou zdatnost. Prodloužila se i vzdálenost samostatné chůze.

7 DISKUZE

Téma, jenž jsem si pro svou bakalářskou práci zvolila je na jednu stranu značně rozsáhlé, a na stranu druhou naopak příliš neprozkoumané. Problematikou poúrazových stavů a jejich následnou rehabilitací se odborná zdravotnická veřejnost zabývá dnes a denně. Ať z pohledu traumatologie, patofyziologie, ošetřovatelství, sociální péče, ergoterapie či fyzioterapie. Jde o věc zcela pochopitelnou, a to již z důvodu stoupající četnosti mozkových poranění. A převedším jejich psychologických a socioekonomických dopadů.

Terapie pomocí robotických systémů zažívá v posledních letech prudký vzestup a jednotlivé přístroje lze vidat stále ve vícero zdravotnických zařízeních. Bohužel zdroje o ní pojednávající jsou stále poněkud omezené a dostupné převážně od zahraničních autorů. Většina studií zabývajících se RAR v souvislosti s určitou diagnózou, pojednává nejčastěji o skupinách pacientů po cévní mozkové příhodě, či s poraněním míchy. Téma robotické rehabilitace v konkrétní souvislosti s přímým traumaticky zaviněným postižením mozku příliš rozšířeno není.

Pro demonstraci, v rozsáhlém třicetistránkovém přehledu účinnosti robotických systémů při tréninku chůze neurologických pacientů, je problematice traumatických poranění mozku věnován pouze jediný odstavec. V tomto odstavci autoři shrnují výsledky jediné studie, kterou byli v rámci pátrání po této problematice schopni dohledat. Tato studie publikovaná ve Švédském periodiku Journal of Rehabilitation v roce 2008 se zabývala terapií s pomocí přístroje LokoHelp. Byli do ní zahrnuti pouze dva probandi, kteří prodělali traumatické postižení mozku. Jejich výsledky po absolvování dvaceti třicetiminutových terapiích byly posuzovány mimo jiné pomocí funkčních kategorií chůze. V rámci výstupního vyšetření nebyly shledány žádné pozitivní změny pozorovatelné v rámci chůze a míry spasticity zapojených pacientů. (Tefertiller et al. 2011; Freivogel et al. 2008)

Nutno podotknout, že konstrukční provedení přístroje LokoHelp je založeno na odlišném principu, než ve speciální části využívaný přístroj ReoAmbulator. Nejedná se o zástupce z řady exoskeletonových přístrojů, nýbrž jde o end-efektorové zařízení.

Tréninkem chůze pomocí RAR se dále zabývali například autoři výzkumu prováděného v Itálii v roce 2015. Ke své studii využili zařízení Lokomat, které pracuje na obdobném principu jako přístroj ReoAmbulator. Cílem zmiňované práce bylo zkoumat vliv kombinace běžně využívané (konvenční) terapie a RAR na stereotyp chůze, její stabilitu a svalovou sílu DKK. Experimentální skupina se skládala ze třidvaceti pacientů mladších dvaceti let se získaným poškozením mozku a klinickým obrazem hemiparézy, ataxie, tetraplegie, či paraplegie. Kontrolní skupinu, u které byla prováděna pouze konvenční terapie bez zásahu robotických systémů, tvořilo jedenáct pacientů. Autoři ve své práci odůvodňují stanovenou věkovou hranici faktem efektivněji pracující plasticity mozku u mladších věkových kategorií. Výsledky ukázaly zlepšení rozsahu pohybu, svalové síly, rovnováhy, stereotypu a rychlosti chůze dle standardizovaných testů u všech pacientů napříč experimentální skupinou. Autoři tak shledali terapii s využitím robotických systémů v kombinaci s konvenční fyzioterapií velmi efektivní. (Beretta et al. 2015)

Dle výstupního kineziologického rozboru a standardizovaných testů došlo u pacienta Z. H. po tréninku na přístroji ReoAmbulator k celkovému zlepšení chůze. Návčik chůze s odlehčením tělesné hmotnosti měl krom vlivu na samotnou reedukaci stereotypu chůze pozitivní dopad i na celkovou stabilitu v jednotlivých polohách. Dále také na fyzickou zdatnost a snížení spasticity, což rovněž patřilo k námi stanoveným dílčím cílům. Shodně s chůzí se zlepšila i pacientova celková postura včetně trupové stabilizace. Nyní je schopen se samostatně a koordinovaně postavit, přemísťovat a ujít delší vzdálenost bez potřeby asistence.

Jako negativum bych za běžných podmínek při práci s přístrojem ReoAmbulator nehodnotila nic. Jeho ovládání bylo po úvodních instruktážích vcelku intuitivní, ale zároveň nabízí širokou škálu možností, jak terapii pro daného pacienta modifikovat. Přístroj též generuje velmi přehledná a užitečná data. Bohužel konkrétní přístroj umístěný v budově fakulty byl během mé práce s ním jaksí funkčně problematický a čas od času během terapie přestal bez vnějšího přičinění pracovat. Nicméně tato překážka skvěle demonstruje fakt, který by dle mého názoru neměl být opomenut. Nehledě na to, jak jsou robotické systémy při rehabilitaci nápomocné, přispívají k efektivnímu dosahování stanovených cílů a zároveň šetří čas i terapeutovu sílu. Je třeba mít na paměti že se jedná stále „pouze“ o stroje. A i jakkoliv moderní, technicky dokonalý a užitečný stroj může

v každém okamžiku vypovědět funkci. Čímž tak učiní vlastní terapeutický vliv zanedbatelným.

Naopak výhodou celého konceptu terapie s využitím robotických systémů, a to konkrétně v odrazu dnešní virem definované doby, byl přístroj Leg Tutor. Ten měl pacient zapůjčený v domácím prostředí a terapie tak nemusely býti nikdy plně přerušeny. A to ani v případech, kdy nám pandemická situace nedovolovala setkávat se osobně a využívat zbylé robotické systémy.

Klíčovou dovedností lidské ruky je manipulace s předměty. Díky té jsme schopni interagovat s okolním světem, a především zajistit své základní potřeby, tedy se obsloužit. Cílem terapie pomocí rukavice Gloreha bylo snížit spasticitu ruky a pozitivně ovlivnit rozsahy a aktivní hybnost v jednotlivých kloubech. Následným součtem těchto menších dílčích cílů eventuálně rozvinout u pacienta schopnost aktivních úchopových a manipulativních funkcí ruky. Po ukončení série terapií bylo možné pozorovat zvýšení pasivního i aktivního rozsahu pohybu v prstech, a to zejména při flekčních pohybech. To mělo dopad i na úchopovou funkci ruky. Pacient je nyní díky plné aktivní flexi prstů schopen úchopu kulového a válcového. Pravá ruka již tedy neslouží pouze k sekundárním úchopům. Dle výstupního kineziologického rozboru měla rehabilitace s využitím přístroje Gloreha pozitivní vliv i na míru spasticity prstů. Dle mého názoru se čas strávený procvičováním ruky též zasadil o zlepšení pacientovy postury, neboť byl během terapie neustále instruován ke korekci sedu. Nutno dodat, že práce s přístrojem Gloreha byla dle jeho slov pacientovou nejméně oblíbenou částí rehabilitace. A objektivně ho bylo složité motivovat k udržení plné pozornosti, kterou práce na tomto přístroji vyžaduje.

Tématem využití robotické rehabilitace u spasticity ruky se zabývali autoři práce publikované v odborném časopise Rehabilitace a fyzikální lékařství, v čele s Konečným (2017). Zde byla po dobu osmitýdenní terapie využívána robotická rukavice Gloreha Profesional II. u dvaceti pacientů po CMP. Výsledným efektem bylo zmírnění spasticity dle hodnocení pomocí Modifikované Ashworthovy škály a také zlepšení úchopových funkcí ruky. Je podstatné zmínit, že v uváděné studii se nejednalo pouze o terapii s využitím přístroje Gloreha, nýbrž o ucelený antispastický přístup. V rámci nej byl do flexorových svalových skupin rovněž aplikován botulotoxin a pacienti též docházeli na ergoterapii.

Pokud vezmeme v potaz celkovou délku a intenzitu pacientem absolvované terapie na přístroji Gloreha, o které by se dalo tvrdit, že byla poměrně časově náročná. Navzdory nezpochybnitelnému zlepšení funkce ruky nejsou výsledky zcela uspokojivé. I přes zvýšení kloubních rozsahů, snížení míry spasticity a osvojení dvou úchopů, stále není pacient schopen využívat svou pravou horní končetinu k sebeobsluze a v rámci běžných denních činností.

Nabízí se zde též vysvětlení, kolem kterého osciluji v průběhu celé tvorby této práce. A kterým narážíme na mnohými autory zmiňovanou základní podmínku celého principu neurorehabilitace. Tou je včasnost zahájení terapie. V době počátku spolupráce s pacientem uplynulo od nehody zapříčiňující jeho nynější klinický obraz více než 15 let. Mohlo by tedy býti tvrzeno, že jde o skutečnost, která je jakousi kontraindikací k zahájení podobné terapie. Nicméně jak je v práci dokládáno, i přesto se převážná část kýžených výsledků dostavila. Zbývá jen polemizovat, jaký efekt by měla identicky sestavená terapie na pacienta s obdobným klinickým obrazem ale „čerstvěji“ po traumatu. Případně vzít tento pomyslný otazník jako impuls k budoucímu rozvinutí této práce.

Důležitost včasnosti péče zdůrazňují například autoři referátového výběru z Anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny. Ti kritizují rehabilitační proces v České republice za jeho nestrukturovanost. Jejich kritika se obrací zejména na oblast péče o pacienty, kteří zůstávají dlouhodobě s omezeným vědomím, či přímo v bezvědomí. Tito pacienti setrvávají po úrazu řadu měsíců v nemocničních centrech akutní péče. Důvodem je absence rehabilitačních zařízení, která by jim byla schopna poskytnout akutní lékařskou péči zároveň s péčí rehabilitační. Tento nedostatek se týká zároveň i týmů vyškolených odborníků způsobilých k poskytnutí zmíněné péče. Uvedená fakta vedou k neúměrnému prodlužování celého rehabilitačního procesu, ve kterém následně nelze uplatnit plasticity mozku v celém jejím možném potenciálu. (Lipertová-Grünerová 2015)

Autoři zmíněné práce zároveň doporučují zavedení tzv. fázového modelu neurorehabilitace. Inspirací je pro ně například sousední Německo, kde se již ve zdravotnických zařízeních podle fázového modelu postupuje. Tento model umožňuje včasné zahájení rehabilitace, mnohdy již na jednotkách intenzivní péče. Ve svých podrobně popsanych šesti fázích popisuje model následující kroky rehabilitace:

- 1) Fáze akutního onemocnění.
- 2) Fáze včasné rehabilitace, během které musí být zajištěna intenzivní péče.
- 3) Fáze rehabilitace, ve které je pacient schopen v rámci terapie spolupracovat.
- 4) Fáze rehabilitace po ukončení rané mobilizace.
- 5) Fáze rehabilitace po ukončení intenzivní léčebné a pracovní rehabilitace.
- 6) Fáze rehabilitace, ve které jsou nutné dlouhodobé podpůrné terapeutické aktivity, které pacientův stav zachovají. (Lipertová-Grünerová, 2015)

Postup jednotlivých fází, a tedy délka a intenzita jednotlivých terapií, závisí na hodnocení pacienta dle Indexu Barthelové. Cílem fázového modelu rehabilitace je pacientův zdárný postup k plnohodnotnému rodinnému, společenskému a pracovnímu životu.

Také ve všech zmiňovaných studiích uváděných v průběhu této diskuse vybraní pacienti nepřekročili dobu 60 měsíců od prodělaného traumatu.

Princip neuroplasticity, kterým je neurorehabilitace podmíněna, ovšem nestojí pouze na pilíři bezodkladné péče. Uplatňují se v něm nepochybně i další modality. Pro splnění některých z nich je roboticky asistovaná rehabilitace velmi výhodná. Dle Vařeky (2016) se jedná například o časově intenzivní rehabilitaci a využití multisenzorické zpětné vazby. Dalo by se namítat, že pro vytvoření a splnění časově náročného intenzivního rehabilitačního plánu není žádný z robotických systémů potřebný. Nicméně jeho využití nejen ušetří poměrně vysoký počet terapeutů, kteří by byli bez něj potřební, ale též jejich fyzické úsilí.

Hidler a Sainburg (2017) se ve své studii pojednávající o roli robotiky v neurorehabilitaci včasností péče příliš nezaobírají. Naopak udávají myšlenku, že roboticky asistovaná rehabilitace by měla být v rehabilitačním procesu pouze prvním krokem. Tuto myšlenku rozvádějí tvrzením, že rehabilitační robotické systémy se zaměřují pouze na neustálé procvičování shodných koordinačních vzorců. Tento přístup je dle autorů nezpochybnitelně funkční v rámci učení a znovuzískávání základních pohybových vzorců, nicméně při osvojování ADL není příliš účinný. Autoři publikace

tedy navrhuji, aby byl repetitivní nácvik pohybů (pomocí RAR) zařazen v začátcích terapie. Po pacientově zvládnutí této části terapie by se do tréninku měly zařazovat nepředvídatelné podmínky, které by se měl pacient postupně učit v rámci motorického učení korigovat.

Nicméně, jak již bylo zmíněno v teoretické části práce, dnes využívané robotické přístroje již umožňují ve svém nastavení řadu modifikací. Během terapie je na nich například možný nácvik manipulace s běžnými předměty využívanými v každodenním životě (Gloreha).

Další téma, které je dle Vařeky (2016) nedomyslitelně s neurorehabilitací spjaté, a jemuž bych ráda věnovala část prostoru této diskuse, je motivace pacienta. Tuto problematiku jsem se zčásti rozhodla rozvést i proto, že s jejím nedostatkem se dle mého názoru pacient potýkal po většinu průběhu terapie. Tento nedostatek tedy mohl ovlivnit podobu dosažených výsledků.

Ačkoliv žádný člověk nemůže svévolně a plně určovat směr svého života, také není jen pasivním objektem sil, které do jeho života zasáhly, zasahují a zasahovati budou. Každý jedinec může do určité míry svou osobnost ovlivňovat. A ke svému životu a sobě samému přistupovat aktivně. Právě tím se dostáváme k nedílné součásti života každého z nás, tedy k motivaci.

V širokém slova smyslu bývá motivace chápána jako souhra činitelů, které podněcují, směřují a udržují chování člověka. Chceme-li vědět, proč se určitý člověk chová určitým způsobem, je třeba poznat vnitřní a vnější zdroje motivace jeho chování. Podstatným znakem motivace je totiž její energetizující funkce. (Noel-Hoeksema, 2012)

S tématem motivace zcela jistě souvisí i vlastní vztah mezi pacientem a terapeutem. Dle Opavského (2016) je v rámci zahraniční rehabilitace patrná změna v terapeutickém přístupu. Ten se odklání od tzv. „treating“, tedy hands on přístupu, ve prospěch přístupu „coaching“, tedy hands off. Jinými slovy se opouští od vyrovnaného partnerského vztahu mezi terapeutem a pacientem a zavádí se vztah, kdy terapeut je nad pacientem osobou dominantní.

Dle mého osobního názoru je v rámci dlouhodobé spolupráce pro obě strany klíčová vypěstovaná vzájemná důvěra. Ta je zásadní spíše pro vztah partnerský než pro vztah, kde je jedna strana evidentně dominantní. Tuto domněnku bych argumentovala tím, že zvláště u poškození CNS je pacient patrně tou senzitivnější stranou z dané dvojice. Důvodem je množství omezení, které s sebou ono poškození přináší. Ať už ve smyslu mobility, či s ní související soběstačností. Terapeutův zcela dominantní přístup by tak nemusel na pacienta působit příliš pozitivně.

Nehledě na zvoleném přístupu, je při pravidelné práci fyzioterapeuta s jakýmkoliv pacientem nezbytné najít souvislost mezi terapeutovým souborem vnějších pobídek a pacientovými aktuálními potřebami a cíli. A to tak, aby pacient přijímal pokyny a rady jako prospěšné pro svůj současný stav i místo v životě a aktivně spolupracoval. „Vyburcovat“ pacienta k aktivní spoluúčasti je tak leckdy bohužel těžší, než samotný rehabilitační proces.

Proto je třeba mít neustále na paměti, že nejsilnější motivační složkou člověka (krom primárních potřeb) nikdy není druhá osoba. Ale právě nepřetržitý sled různých vnějších činitelů, tj. incentiv, které tvoří vnější motivaci. Ta je v neustálé interakci s potřebami jedince a způsobuje vývoj motivů. Tím tak cílí a usměrňují lidské chování. (Noel-Hoeksema, 2012)

V samotném závěru veškerých terapeutických jednotek, mimo dokládané pozitivní výsledky, hodnotil pozitivně svůj stav také pacient i jeho okolí. Toto tvrzení lze potvrdit i v e-mailu, jenž jsem obdržela od terapeutky, která s pacientem v domácí péči občasně pracuje již řadu let (viz. příloha 3). Dle jejích poznatků u pacienta došlo k celkovému zlepšení fyzické kondice, zredukovaly se přestávky, které dříve během cvičení vyžadoval, došlo k aktivaci hlubokého stabilizačního systému, posílení svalů PDK a břišního svalstva. Během chůze již nejsou DKK permanentně pokrčené a je schopen lépe pracovat s vlastní vahou těla. Také se dosáhlo uvolnění svalstva v okolí kyčelních kloubů a zvýšení rozsahu pohybů. Rovněž zmiňuje i lepší práci s dechem a jeho využívání při změně poloh.

I přes absenci pacientova stoprocentního nasazení lze tedy považovat sérii terapií s využitím roboticky asistované rehabilitace u pacienta Z. H. za úspěšnou.

8 ZÁVĚR

Během intenzivní šestiměsíční rehabilitace, která u zvoleného pacienta probíhala, se podařilo prokázat, že robotické systémy mají v rámci ucelené rehabilitace nezanedbatelnou roli. U pacienta došlo v rámci jeho motorických schopností ke zřetelnému zlepšení. Stanoveného cíle práce, kterým bylo zhodnocení efektu terapie pomocí robotických systémů, tak bylo dosaženo.

Dle porovnání vstupních a výstupních výsledků šestiminutového testu chůze a Bergovy funkční škály rovnováhy, lze konstatovat zlepšení pacientovy stability i chůze. Nyní je schopen ujít více než dvojnásobnou vzdálenost oproti vstupnímu měření. Stereotyp chůze je rovněž kvalitnější a nevyžaduje opory druhé osoby. Pacient je po absolvování terapií schopen samostatných přesunů, stojí i sedí bez opory.

Projevy spasticity se dle závěrečného měření pomocí Tardieu škály snížily na velkých kloubech dolních končetin a na pravé ruce. Spolu se spasticitou měla RAR pozitivní efekt též na kloubní rozsahy. Zejména na celkový rozsah pohybu kyčelních kloubů a rozsah kloubů ruky do flexe.

Výsledky výstupního měření funkčního indexu soběstačnosti naznačují, že se podařilo docílit pacientovy větší soběstačnosti. A to zejména v rámci lokomoce a přesunů, které zahrnují lůžko, vozík, vanu a toaletu. Posun nastal i v oblasti osobní péče, konkrétně při oblékání. Na aspektu osobní péče se zřejmě podílí i pacientovo opětovné osvojení dvou úchopů.

Během zpracovávání této bakalářské práce jsem měla možnost rozšířit si své teoretické znalosti nejen ohledně problematiky kraniocerebrálních traumat, ale především o dosud ne zcela rozšířenou oblast neurorehabilitace a robotických rehabilitačních technologií. Zároveň jsem měla poprvé možnost pracovat s jedním pacientem v širším časovém rozsahu a sledovat jeho vývoj v průběhu jednotlivých terapií, což mi přineslo v mnoha ohledech zajímavé poznatky.

9 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

6MWT – 6 minute walk test

ADL – běžné denní aktivity

AP – aktivní pohyb

BBS – Berg Balance Scale

CMC – karpometakarpální

CMP – cévní mozková příhoda

CNS – centrální nervový systém

č. – číslo

ČVUT – České vysoké učení technické

DIP – distální interfalangeální

DK – dolní končetina

DKK – dolní končetiny

EDH – epidurální hematom

et al. – a jiní

FAC – Function Ambulation Categories

FIM – Function Independence Measure

FNKV – Fakultní nemocnice Královské Vinohrady

GARC – Geriatrické a rehabilitační centrum

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

IP – interfalangeální

KCR – kraniocerebrální trauma

LDK – levá dolní končetina

LHK – levá horní končetiny

m. – musculus

MP – metakarpofalangeální

n. – nervus

např. – například

NA – nákladní automobil

OA – osobní automobil

obr. – obrázek

OS – osteosyntéza

PIP – proximální interfalangeální

PDK – pravá dolní končetina

PHK – pravá horní končetina

PP – pasivní pohyb

RAR – roboticky asistovaná rehabilitace

RÚ – rehabilitační ústav

SAK – subarachnoidální krvácení

SDH – subdurální hematom

SFTR – zkratka pro pohyb v rovině: sagitální, frontální, transverzální, rotace

ST – svalový test

TS – Tardieu scale

tzv. – takzvaný

ÚVN – Ústřední vojenská nemocnice

VFN – Všeobecná fakultní nemocnice

VP – výchozí poloha

VR – virtuální realita

ZZS – zdravotnická záchranná služba

10 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) ABOLHASANI, Hamid, et al. Comparing the validity of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) and the Modified Tardieu Scale (MTS) in the assessment of wrist flexor spasticity in patients with stroke: protocol for a neurophysiological study. *BMJ Open* [online]. 2012, **6**.(2.) [cit. 2020-11-12]. Dostupné z: doi:10.1136/bmjopen-2012-001394
- 2) AMBLER, Zdeněk, Josef BEDNAŘÍK a Evžen RŮŽIČKA. *Klinická neurologie*. Praha: Triton, 2010. ISBN 978-80-7387-157-4.
- 3) BELL K. et al. Spasticity and traumatic brain injury [online]. *Model Systems Knowledge Translation Center*. 2015 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://msktc.org/sites/default/files/TBI-Spasticity-508.pdf>
- 4) BERETTA, Elena, et al. Combined robotic-aided gait training and physical therapy improve functional abilities and hip kinematics during gait in children and adolescents with acquired brain injury. *Brain Injury* [online]. 2015, **29**.(7.- 8.), 955-962 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:0.3109 / 02699052.2015.1005130.
- 5) DAŇKOVÁ, Šárka a Dalibor PASTUCHA. Robotická rehabilitace pacientů s parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě. *Neurologie pro praxi* [online]. 2018, **19**.(4.), 290-293 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2018/04/12.pdf>
- 6) EHLER, Edvard. Spasticita – klinické škály. *Neurologie pro praxi* [online]. 2015, **16**.(1.), 20-23 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2015/01/05.pdf>
- 7) FREIVOGEL, Susanna, Jan MEHRHOLZ, Tanya SOTOMAYOR a Dieter SCHMALOHR. Gait training with the newly developed LokoHelp. *Brain Injury* [online]. 2008, **22**.(7.- 8.), 625-632 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: doi:10.1080/02699050801941771
- 8) Gloreha sinfonia. *Gloreha* [online]. Lumezzane Itálie: Gloreha IDROGENET, 2020 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.gloreha.com/sinfonia>
- 9) GOBBO, Massimiliano, Paolo GAFFURINI, Laura VACCHI, Sara LAZZARINI, Jorge VILLAFANE, Claudio ORIZIO, Stefano NEGRINI a Luciano BISSOLOTTI. Hand Passive Mobilization Performed with Robotic Assistance: Acute Effects on Upper Limb Perfusion and Spasticity in Stroke Survivors. *BioMed Research*

- International* [online]. 2017, 2017, 1-6 [cit. 2020-11-20]. DOI: 10.1155/2017/2796815. ISSN 2314- 6133. Dostupné z: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2017/2796815/>
- 10) GRACIES, Jean-Michel, N. BAYLE, M. VINTI a S. ALKANDARI. Five-step clinical assessment in spastic paresis. *European journal of physical and rehabilitation medicine* [online]. 2010, roč. 46, č. 3, s. 411-421 [cit. 2021-01- 02]. Dostupné z: <http://lurl.cz/rtz5b>
 - 11) 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.
 - 12) HAMOUZOVÁ, Dita, J. SRBOVÁ a V. NAVRÁTIL. Využití telerehabilitace jako doplněk k běžné rehabilitační péči. *Pro Lékaře* [online]. 2018, **98**(6), 266-269 [cit. 2021-10-23]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2018-6-9/vyuziti-telerehabilitace-jako-doplnek-k-bezne-rehabilitacni-peci-107334>
 - 13) Hand rehabilitation system Gloreha SINFONIA. *MedicalExpo* [online]. 2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.medicalexpo.com/prod/idrogenet/product-74722-712267.html>
 - 14) HIDLER, Joseph a Robert SAINBURG. Role of Robotics in Neurorehabilitation. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation* [online]. 2011, **17**(1), 42–49 [cit. 2020-10-23]. ISSN 10820744. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3157701/>
 - 15) High-Level Gait Training Platform - ReoAmbulator. *Motorika* [online]. Mount Laurel, NJ: Motorika USA, 2020 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://motorika.com/reoambulator/>
 - 16) HILLMAN, Michael. Rehabilitation robotics from past to present: a historical perspective. *The Eighth International Conference on Rehabilitation Robotics* [online]. Bath Institute of Medical Engineering UK, 2003 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.134.918&rep=rep1&type=pdf>
 - 17) HIRT, Miroslav a Michal BERAN. *Tupá poranění v soudním lékařství*. Praha, 2011. ISBN 978-80-247-4194-9.
 - 18) JANDA, Vladimír. *Svalové funkční testy*. Praha: Grada, 2004. ISBN 80-247-0722-5.
 - 19) KOLÁŘ, Pavel. *Rehabilitace v klinické praxi*. 2. vydání. Praha: Galén, 2020. ISBN 978-80-7492-500-9.
 - 20) KONEČNÝ, Petr, Martina TARASOVÁ, Jiřina KUBÍKOVÁ a Martina

- 21) VERNEROVÁ. Robotická rehabilitace spasticity ruky. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2017, **24**(1.), 19-22 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2017-1/roboticka-rehabilitace-spasticity-ruky-60477>
- 22) Leg Tutor. *MediTouch* [online]. Netanya, Israel, 2020 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://meditouch.co.il/products/legtutor/>
- 23) Leg Tutor Image. *NPG Medical* [online]. Lewisville, TX: NPG Medical, 2021 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://npgmedical.com/legtutor-2/>
- 24) LIPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, Marcela. Včasná neurorehabilitace po poškození CNS a role strukturalizace rehabilitačního procesu. *Anesteziologie resuscitace a intenzivní medicína*. 2015, **62**(2), 22-29. ISSN 1805-4005.
- 25) MAZÁNEK, Jiří. *Traumatologie orofaciální oblasti*. 2., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-802-4714-448.
- 26) MOSSBERG, Kurt. Responsiveness and Validity of the Six-Minute Walk Test in Individuals With Traumatic Brain Injury. *Physical Therapy* [online]. 2012, **92**(5), 726-733 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: doi:10.2522/ptj.20110157
- 27) NAVRÁTIL, Leoš. *Vnitřní lékařství pro nelékařské zdravotnické obory*. 2., zcela přepracované a doplněné vydání. Praha: Grada, 2017. ISBN 978-802-7102-105.
- 28) NOEL-HOEKSEMA, Susan a Barbara FREDERICKSON. *Psychologie Atkinsonové a Hilgarda*. Vyd. 3., přeprac. Praha: Portál, 2012. ISBN 978-80-262-0083-3.
- 29) OPAVSKÝ, Jaroslav. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003. ISBN 80-244-0625-X.
- 30) OPAVSKÝ, Jaroslav. Spektrum, trendy a postupy současné neurorehabilitace. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* [online]. 2016, **23**(2.), 59-63 [cit. 2021-04-11]. ISSN 12112658
- 31) Otevřeli jsme novou laboratoř. *Fakulta biomedicínského inženýrství* [online]. ČVUT v Praze – FBMI, 2020 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: <https://www.fbmi.cvut.cz/cs/verejnost/fotogalerie/otevrel-jisme-novou-laborator>
- 32) PIGNOLO, Loris. Robotics in Neuro-Rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine* [online]. 2009, **41**(12.), 955-960 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/abstract/10.2340/16501977-0434>
- 33) Rehabilitační systém MediTutor. *BTL* [online]. Brno: BTL, 2020 [cit. 2020-11-14]. Dostupné z: <https://www.btl.cz/produkty-porkocile-rehabilitacni-systemy-meditutor>

- 34) Rehabilitation Measures Database: Berg Balance Scale [online]. Chicago, IL: AbilityLab, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/berg-balance-scale>
- 35) Rehabilitation Measures Database: 6 Minute walk test [online]. Chicago, IL: AbilityLab, 2020 [cit. 2020-12-14]. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/6-minute-walk-test>
- 36) RIENER, R., HARDERS, M. *Virtual reality in medicine*. London: Springer, 2012. ISBN 9781447140108
- 37) ŘASOVÁ, K., M. PROCHÁZKOVÁ, I. IBRAHIM, J. HLINKA a J. TINTĚRA. Možnosti aktivování plastických a adaptačních procesů v centrálním nervovém systému pomocí fyzioterapie u nemocných s roztroušenou sklerózou mozkomíšni. *Česká a Slovenská Neurologie a Neurochirurgie* [online]. 2017, 80(2), 150-156 [cit. 2020-10-16]. DOI: 10.14735/amcsnn2017150. ISSN 12107859.
- 38) SMRČKA, Martin. *Poranění mozku*. Praha: Grada, 2001. ISBN 80-716-9820-2.
- 39) ŠTEFAN, Jiří, Valja KELLEROVÁ a Jiří NEUWIRTH. *Difuzní axonální poranění mozku a jeho diagnostika*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0966-5.
- 40) ŠTĚTKÁŘOVÁ, Ivana, Edvard EHLER a Robert JECH. *Spasticita a její léčba*. Praha: Maxdorf, 2012. Jessenius. ISBN 978-807-3453-022.
- 41) TEFERTILLER, Candace, Beth PHARO a Nicholas EVANS. Efficacy of rehabilitation robotics for walking training in neurological disorders: A review. *Journal of Rehabilitation Research & Development*. US Veterans Affairs Department, 2011, 48(4.), 387-416.
- 42) The earliest version of Handy 1. *Semantic Scholar* [online]. Allen Institute for AI, 2006 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://www.semanticscholar.org/paper/An-overview-of-the-development-of-Handy-1%2C-a-robotTopping/5975d67ae912f937bd77cae18bebdbc369178f62/figure/0>
- 43) The Rancho Los Amigos Orthosis. *Cybernetic zoo* [online]. 2013 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <http://cyberneticzoo.com/category/early-mobile-robots/page/2/>
- 44) Top 15 Rehabilitation Robotics Companies. *Technavio* [online]. Infiniti Research Limited, 2014 [cit. 2021-04-11]. Dostupné z: <https://blog.technavio.com/blog/top-15-rehabilitation-robotics-companies>
- 45) VAŇÁSKOVÁ, Eva. Testování v neurorehabilitaci. *Neurologie pro praxi* [online]. 2005, 5.(6.), 311-314 [cit. 2020-12-11]. Dostupné z: <https://www.solen.cz/pdfs/neu/2005/06/06.pdf>

- 46) VAŘEKA, Ivan, Miloš BEDNÁŘ a Renata VAŘEKOVÁ. Robotická rehabilitace chůze. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 2016, **79**.(2.), 168-172.
- 47) WENDSCHE, Peter a Radek VESELÝ. *Traumatologie*. Druhé, přepracované a rozšířené vydání. Praha: Galén, 2019. ISBN 978-80-7492-452-1.
- 48) YAKUB, Fitri., KHUDZARI, Zahran., MORI, Yasuchika. Recent trends for practical rehabilitation robotics, current challenges and the future. 2014. *International Journal of Rehabilitation Research* [online]., 37(1), 9-21, [cit. 2020-11-20]. DOI: 10.1097/MRR.000000000000035. ISSN 0342-5282.

11 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Ortéza the Rancho Los Amigos manipulator	22
Obrázek 2 – Zařízení Handy 1.....	22
Obrázek 3 – Rozdělení přístrojů robotické rehabilitace.....	26
Obrázek 4 – Gloreha Sinfonia.....	28
Obrázek 5 – ReoAmbulator	29
Obrázek 6 – Leg Tutor	30
Obrázek 7 – Odpor LDK při terapii 11	58
Obrázek 8 – Odpor PDK při terapii 11.....	58
Obrázek 9 – Odpor LDK při terapii 37	62
Obrázek 10 – Odpor PDK při terapii 37	62

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1: Tardieu škála - rychlostní úrovně protažení a stupně spasticity	34
Tabulka 2: Bodové hodnocení FIM	39
Tabulka 3: Funkční kategorie chůze	40
Tabulka 4: Vstupní vyšetření rozsahů kloubů HKK	47
Tabulka 5: Vstupní vyšetření kloubních rozsahů prstů HKK	48
Tabulka 6: Vstupní vyšetření rozsahů kloubů DKK	49
Tabulka 7: Vstupní vyšetření úchopů	50
Tabulka 8: Vstupní vyšetření spasticity pomocí Tardieu škály	51
Tabulka 9: Vstupní vyšetření myotatických reflexů	52
Tabulka 10: Vstupní vyšetření pyramidových jevů spastických	52
Tabulka 11: Vstupní vyšetření Bergovy funkční škály rovnováhy	54
Tabulka 12: Data z terapií na zařízení Leg Tutor	63
Tabulka 13: Výstupní vyšetření rozsahů kloubů prstů pravé HK	65
Tabulka 14: Výstupní vyšetření rozsahů kloubů DKK	66
Tabulka 15: Výstupní vyšetření úchopů	68
Tabulka 16: Výstupní vyšetření spasticity pomocí Tardieu škály	68
Tabulka 17: Výstupní vyšetření Bergovy funkční škály rovnováhy	69

13 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Funkční index soběstačnosti	90
Příloha 2: Bergova funkční škála rovnováhy	91
Příloha 3: Hodnocení od pacientovy terapeutky	93

Příloha 1: Funkční index soběstačnosti

(Zdroj: Vaňásková 2005)

HODNOCENÍ FUNKČNÍHO INDEXU SOBĚSTAČNOSTI						
-profil FIM-						
		příjem	kontrola	propuštění		
Osobní péče:		datum:	21.8.2020		9.9.2021	
A.	Jídlo	5		5		
B.	Péče o zevnějšek	6		6		
C.	Koupání	6		6		
D.	Oblékání - horní končetiny, trup	6		6		
E.	Oblékání - dolní končetiny	4		6		
F.	Intimní hygiena	7		7		
Kontinence:						
G.	Kontinence - močový měchýř	6		6		
H.	Kontinence - konečník	7		7		
Přesuny:						
I.	Lůžko, židle, vozík	3		5		
J.	WC	3		6		
K.	Vana, sprcha	3		5		
Lokomoce:						
L.	Chůze / Vozík	<input type="radio"/> Chůze	<input type="radio"/> Vozík	<input checked="" type="radio"/> Obojí	3	4
M.	Schody				1	1
Pohybová dovednost: součet (max. 91 bodů)					6	68
Komunikace:						
N.	Chápání	<input type="radio"/> Audio	<input type="radio"/> Video	<input checked="" type="radio"/> Obojí	6	6
O.	Vyjadřování	<input type="radio"/> Verb.	<input type="radio"/> Neverb.	<input checked="" type="radio"/> Obojí	5	5
Sociální aspekty:						
P.	Sociální kontakt				7	7
Q.	Řešení problémů				6	6
R.	Paměť				6	6
Psychické funkce: součet (max. 35 bodů)					20	20
CELKOVÉ SKÓRE: součet (max. 126 bodů)					→ 90	→ 98
Tabulka hodnocení:						
Nezávislost						
7	Plná soběstačnost (opakovaně)	bez pomoci				
6	Částečná soběstačnost (pomůcka)					
Částečná závislost						
5	Potřebný dohled	s pomoci				
4	Minimální pomoc (nemocný = 75% +)					
3	Střední pomoc (nemocný = 50% +)					
Plná závislost						
2	Výrazná pomoc (nemocný = 25% +)					
1	Plná pomoc (nemocný = 0% +)					

Příloha 2: Bergova funkční škála rovnováhy
(Zdroj: RÚ Kladruby)

Berg Balance Scale

JMÉNO A PŘÍJMENÍ:	R.Č.:	LO:
-------------------	-------	-----

Pomůcky: stopky, pravítko / metr (alespoň 25 cm), dvě židle (jedna s opěrkami, druhá bez nich) nebo polohovací lehátko a židle s opěrkami, schůdky (stupňek)

DATUM

--	--	--	--	--

1. VSTÁVÁNÍ ZE SEDU DO STOJE (*pacient se postaví ze sedu do stoje bez pomoci rukou*)

- 4 - schopen vstát bez pomoci rukou a schopen stabilizovat se nezávisle
- 3 - schopen vstát nezávisle s pomocí rukou
- 2 - schopen vstát s pomocí rukou po několika pokusech
- 1 - potřebuje minimální pomoc k tomu, aby vstal nebo se stabilizoval
- 0 - potřebuje střední nebo velkou / maximální pomoc, aby vstal

--	--	--	--	--

2. SAMOSTATNÝ STOJ (*pacient stojí dvě minuty bez držení*)

- 4 - schopen samostatného stoje po dobu dvou minut
- 3 - schopen stát dvě minuty pod kontrolou / dohledem
- 2 - schopen stát 30 sekund bez opory
- 1 - potřeba několika pokusů, aby vydržel stát 30 sekund bez opory
- 0 - neschopen stát 30 sekund bez asistence druhé osoby

--	--	--	--	--

3. SAMOSTATNÝ SED (*pacient sedí se složenými rukama; nevyšetřuje se, když zvládne samostatný stoj po dobu dvou minut*)

- 4 - schopen samostatného a bezpečného sedu po dobu dvou minut
- 3 - schopen sedět dvě minuty s dohledem
- 2 - schopen sedět 30 sekund
- 1 - schopen sedět 10 sekund
- 0 - neschopen sedět bez opory ani 10 sekund

--	--	--	--	--

4. POSAZOVÁNÍ ZE STOJE (*pacient se posadí ze stoje bez pomoci rukou*)

- 4 - bezpečné posazení s minimálním použitím horních končetin
- 3 - kontrolované klesání s použitím horních končetin
- 2 - použití zadní strany dolních končetin pro oporu o židli ke kontrole klesání
- 1 - nezávislé posazování, ale s nekontrolovaným klesáním
- 0 - potřeba asistence druhé osoby při posazování

--	--	--	--	--

5. PŘESUNY (*2 židle (1 s a 2. bez opěrek pro ruce) kolmo na sebe pacient se přesune z jedné židle na druhou a zpět*)

- 4 - schopen bezpečného přesunu s minimálním použitím horních končetin
- 3 - schopen bezpečného přesunu s jednoznačným použitím horních končetin
- 2 - schopen přesunu s verbálním navedením a dohledem
- 1 - potřeba jednoho asistenta
- 0 - potřeba dvou lidí, kteří asistují při přesunu nebo dohlížejí na bezpečnost

--	--	--	--	--

6. STOJ SE ZAVŘENÝMA OČIMA (*pacient stojí s nohama na šířku boků a zavřenými očima*)

- 4 - schopen stát 10 sekund bezpečně
- 3 - schopen stát 10 sekund s dohledem
- 2 - schopen stát 3 sekundy
- 1 - neschopen mít zavřené oči po dobu 3 sekund a stát pevně
- 0 - potřebuje pomoc, aby nespadol

--	--	--	--	--

7. STOJ O ÚZKÉ BÁZI (*pacient stojí s nohama u sebe*)

- 4 - schopen stát s nohama u sebe nezávisle a bezpečně po dobu 1 minuty
- 3 - schopen stát s nohama u sebe nezávisle po dobu 1 minuty s dohledem
- 2 - schopen stát s nohama u sebe nezávisle, ale pouze po dobu 30 sekund
- 1 - potřebuje pomoc při zaujetí pozice, ale schopen stát 15 sekund s nohama u sebe
- 0 - potřebuje pomoc při zaujetí pozice a neudrží se ani po dobu 15 sekund

--	--	--	--	--

8. PŘEDSUNUTÍ SE ZA PŘEDPAŽENOU PAŽÍ (pacient předpaží HK → snaží se o co největší posun prstů vpřed (těžiště dopředu) – změřit vzdálenost posunu)

- 4 - napřáhne se vpřed s jistotou >25 cm (10 palců)
- 3 - napřáhne se vpřed s jistotou >12.5 cm (5 palců)
- 2 - napřáhne se vpřed s jistotou >5 cm (2 palce)
- 1 - napřáhne se vpřed, ale potřebuje dohled
- 0 - při pokusu ztrácí rovnováhu / vyžaduje podporu zvnějšku

--	--	--	--	--

9. ZVEDNUTÍ PŘEDMĚTU Z PODLAHY ZE STOJE (předmět je umístěn před pacientovými nohama)

- 4 - schopen zvednout předmět lehce a s jistotou
- 3 - schopen zvednout předmět, ale potřebuje dohled
- 2 - neschopen předmět zvednout, ale dosáhne na 2-5cm (1-2 palce) od předmětu a samostatně
- 1 - neschopen zvednout předmět a při pokusu potřebuje dohled
- 0 - neschopen se o úkon pokusit / potřebuje asistenci, aby neztratil rovnováhu či nespád

--	--	--	--	--

10. OTÁČENÍ HLAVY PŘES LEVÉ A PRAVÉ RAMENO VE STOJI (pacient otáčí hlavu dozadu přes levé rameno a pravé rameno)

- 4 - podívá se dozadu na obě strany a dobře přenáší váhu
- 3 - podívá se dozadu pouze na jednu stranu, druhá strana vykazuje menší přenesení váhy
- 2 - otáčí se pouze do strany, ale udrží rovnováhu
- 1 - při otáčení potřebuje dohled
- 0 - potřebuje oporu, aby udržel rovnováhu či nespád

--	--	--	--	--

11. OTOČKA O 360 STUPŇŮ (pacient se otočí kolem své osy na jednu, poté i na druhou stranu)

- 4 - schopen bezpečně se otočit o 360° za 4 či méně sekund
- 3 - schopen bezpečně se otočit o 360° za 4 či méně sekund pouze na jednu stranu
- 2 - schopen bezpečně se otočit o 360°, ale pouze pomalu
- 1 - potřebuje značný dohled nebo slovní nápovědu
- 0 - potřebuje asistenci

--	--	--	--	--

12. STŘÍDAVÉ UMÍSTOVÁNÍ NOHY NA SCHOD ČI STOLIČKU VE STOJI BEZ OPORY (pacient pokládá nohy střídavě na schod či stoličku. Pohyb opakuje co nejrychleji tak, aby se každá noha dotkla schodu / stoličky čtyřikrát)

- 4 - schopen stát bezpečně a samostatně, dokončí osm dotyků za 20 vteřin či méně
- 3 - schopen stát samostatně a dokončit osm dotyků za více než 20 sekund
- 2 - schopen dokončit 4 dotyky bez pomoci s dohledem
- 1 - schopen dokončit více než dva dotyky s minimální asistencí
- 0 - potřebuje asistenci, aby nespád / neschopen se o úkon pokusit

--	--	--	--	--

13. STOJ BEZ OPORY S JEDNOU NOHOU VPŘED (pacient umístí patu jedné nohy hned před špičku druhé nebo alespoň tak daleko vpřed, jak bezpečně zvládne)

- 4 - schopen umístit jednu nohu přímo před druhou samostatně a vydržet 30 sekund
- 3 - schopen umístit nohu před druhou samostatně a vydržet 30 sekund
- 2 - schopen udělat malý krok samostatně a vydržet 30 sekund
- 1 - potřebuje pomoc s uděláním kroku, ale vydrží 15 sekund
- 0 - ztrácí rovnováhu při pokusu o vykročení či stání

--	--	--	--	--

14. STOJ NA JEDNÉ NOZE (pacient se postaví na jednu nohu)

- 4 - schopen samostatně zvednout nohu a vydržet více než 10 sekund
- 3 - schopen samostatně zvednout nohu a vydržet 5-10 sekund
- 2 - schopen samostatně zvednout nohu a vydržet 3-5 sekund
- 1 - pokouší se zvednout nohu, neschopen vydržet 3 sekundy, ale zůstává stát samostatně
- 0 - neschopen se o úkon pokusit nebo potřebuje asistenci, aby nespád

--	--	--	--	--

Pozn.:

--

CELKOVÉ SKÓRE

--	--	--	--	--

PODPIS

--	--	--	--	--

Příloha 3: Hodnocení od pacientovy terapeutky (Zdroj: vlastní)

VE 30. 1. 2021, 13:08

Komu: kackadvorakova7@seznam.cz

✉ Fwd: Zpráva ☆

----- Původní e-mail -----

████████████████████
████████████████████
████████████████████
████████████████████

Dobrý den Katko, posílám Vám moje poznatky ohledně pohybu Z ██████████. U Z ██████████ došlo k celkovém zlepšení fyzické kondice, vydrží delší dobu cvičit bez známek únavy což před tím nebylo. Byl brzy unavený, vkládaly se přestávky mezi cvičeními, nevydržel cviky vícekrát opakovat. Došlo k posílení HSS, který neuměl používat, posílení břišních svalů, trupového svalstva, posílení svalů PDK a jejího používání. Přenášel na ni váhu, vydrží krátce stát jen na PDK což před tím nebyl schopen.

Vylepšení chůze, dříve chodil s pokrčením DKK při kroku, dnes DKK natažené, není předřep, přenesl váhu vpřed. Dokáže stát s mírně rozkročenýma nohama, dříve chodila u sebe, stabilitu vyrovnával LHK kterou mával ve vzduchu. Dnes stojí bez používání LHK, k vyrovnání stability zapíná HSS. Zlepšeno dýchání, dříve při změnách poloh ve stoji zadržoval dech. Dnes již se mu povede propojit změnu poloh s dechem. DKK elevoval nad podložku, ale neudržel je nad podložkou dnes je krátce udržel. Došlo k částečnému uvolnění adduktorů, hemstringů na PDK, zlepšil se rozsah pohybu v kyčelních kloubech hlavně do abdukce. Lépe zvládá vstávání ze sedu do stoje kdy dříve vstával s podsazenou pánví a addukcí a vnitřní rotací v kyč. kloubech. To samé při sedu nebo dřepch podsazoval pánev. Dnes již se snaží pánev překloupat dopředu zadek sunout dozadu pokrčovat kolena a zároveň se předklánět. Vylepšil i klek kde se udržel bez opory, je schopen jít samostatně do sedu na patách, zpět do kleku jen s malou dopomocí, pohyb spojuje s dýcháním. To jsou moje postřehy o změnách. Pokud budete potřebovat něco bližšího tak mi dejte vědět. Přeji hezký den. ██████████