

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2017

Oldřich Kaucký

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH STUDIÍ

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví B5345

Oldřich Kaucký

Studijní obor: Fyzioterapie R342R004

**VYUŽITÍ ROBOTIKY V REHABILITACI VYBRANÝCH
ONEMOCNĚNÍ**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Lukáš Ryba

PLZEŇ 2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a všechny použité prameny jsem uvedl v seznamu použitých zdrojů.

V Plzni dne 30. 3. 2017

.....

vlastnoruční podpis

Poděkování:

Děkuji Mgr. Lukášovi Rybovi za odborné vedení práce a za poskytování rad a materiálních podkladů.

Anotace

Příjmení a jméno: Kaucký Oldřich

Katedra: Fyzioterapie a ergoterapie

Název práce: Využití robotiky v rehabilitaci vybraných onemocnění

Vedoucí práce: Mgr. Lukáš Ryba

Počet stran: číslované: 53

Počet stran: nečíslované: 27

Počet příloh: 5

Počet titulů použité literatury: 43

Klíčová slova: cévní mozková příhoda, absces mozku, nádor, centrální nervový systém, motorický systém, motorické učení, korekce pohybu, robotická zařízení, horní končetina, lokomoce, spasticita, neuroplasticita

Souhrn:

Práce se zabývá robotickými zařízeními využívanými v rehabilitaci, motorickým systémem a vybranými onemocněními, která mohou ovlivnit motorické funkce centrální nervové soustavy. Dále rozebírá pozorované změny aktivní hybnosti u třech pacientů s centrální parézou dominantní horní končetiny, kteří podstoupili měsíční rehabilitaci na přístroji ArmeoSpring.

Annotation

Surname and name: Kaucký Oldřich

Department: Physiotherapy and ergotherapy

Title of thesis: Use of robotics for medical rehabilitation in selected diseases

Consultant: Mgr. Lukáš Ryba

Number of pages: 53

Number of pages: 27

Number of appendices:5

Number of literature items used: 43

Keywords: the stroke, brain abscess, tumor, central nervous system, motor system, motor learning, motion control, robotic systems, upper limb, movement, spasticity, neuroplasticity

Summary:

The aim of this bachelor thesis is to describe robotic systems in medical rehabilitation, motor system and selected diseases, which can affect central nervous system. In the next part of bachelor thesis with three probands with central paresis active movement of dominant upper limb was tested out. They were training with ArmeoSpring for one month.

OBSAH

ÚVOD.....	9
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ PRO VYUŽITÍ ROBOTIKY	11
1.1 Nádorová onemocnění	11
1.1.1 Epidemiologie nádorových onemocnění mozku	11
1.1.2 Vybrané mozkové nádory.....	11
1.2 Mozkové abscesy.....	12
1.3 Cévní mozková příhoda	12
1.3.1 Epidemiologie CMP	12
1.3.2 Klinický obraz CMP	12
1.3.3 Klinický průběh středně těžkých stavů CMP	13
1.3.4 Klasifikace CMP	13
1.3.5 Základní změny motoriky po CMP	14
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA.....	15
2.1 Cévní zásobení mozku	15
2.2 Motorický systém	16
2.2.1 Primární motorická korová oblast	16
2.2.2 Premotorická a suplementární motorická korová oblast	16
2.2.3 Motorická jednotka.....	16
2.2.4 Řízení pohybu - systém alfa a gama.....	17
2.2.5 Systémové řízení pohybu	18
2.2.6 Korekce pohybu v procesu učení.....	18
2.2.7 Vliv senzorické kůry na motorické učení	19
2.2.8 Spinální koordinace motoriky	19
2.2.9 Monosynaptické a polysynaptické reflexy	19
2.2.10 Svalový tonus	19
2.2.11 Schéma rozlišení centrální a periferní parézy.....	20
2.3 Hodnocení osob s centrálním postižením	20
2.3.1 Hodnocení spasticity	21
2.3.2 Nejvíce využívané škály pro hodnocení svalového tonu.....	21
2.4 Obnova funkce u centrálních postižení.....	22
2.4.1 Neuroplasticita.....	22
2.4.2 Feedback.....	22
2.4.3 Biofeedback	23
2.4.4 Virtuální realita.....	23

2.5	Robotická terapie	23
2.5.1	Klasifikace robotických zařízení	24
2.6	Přehled vybraných robotických zařízení.....	25
2.6.1	Robotická terapie ADL.....	26
2.6.2	Bilaterální robotická terapie	27
2.6.3	Bi-manu-track	28
2.6.4	Rehawalk	29
2.6.5	Ekso	30
2.6.6	LiteGait.....	31
2.6.7	Bioness Vector.....	32
	PRAKTICKÁ ČÁST	33
3	CÍL PRÁCE	33
4	METODIKA	34
4.1.1	Metodika výzkumu	34
4.1.2	Použité metodiky	35
5	HYPOTÉZY	37
5.1	Charakteristika pacientů	37
6	KAZUISTIKA	38
6.1	Pacient 1, vstupní vyšetření	38
6.1.1	Anamnéza	38
6.1.2	Vyšetření stoje a chůze	39
6.1.3	Vyšetření rovnováhy	39
6.1.4	Psychická orientace a gnostické funkce	39
6.1.5	Mozečkové funkce.....	39
6.1.6	Napínací reflexy	40
6.1.7	Vyšetření tonu HKK a DKK	40
6.1.8	Pyramidové jevy iritační.....	40
6.1.9	Pyramidové jevy zánikové.....	40
6.1.10	Čítí	41
6.1.11	Kvalita pohybu	41
6.1.12	Svalová síla.....	41
6.1.13	Rozsah pohybu	41
6.1.14	KRP a DRP	41
6.2	Výstupní vyšetření	42
6.3	Zhodnocení	43
6.4	Pacient 2, vstupní vyšetření	44
6.4.1	Anamnéza	44

6.4.2	Vyšetření stoje a chůze	45
6.4.3	Vyšetření rovnováhy	45
6.4.4	Psychická orientace a gnostické funkce	45
6.4.5	Mozečkové funkce.....	45
6.4.6	Napínací reflexy	46
6.4.7	Vyšetření tonu HKK a DKK	46
6.4.8	Pyramidové jevy iritační.....	46
6.4.9	Pyramidové jevy zánikové.....	46
6.4.10	Čítí	47
6.4.11	Kvalita pohybu	47
6.4.12	Svalová síla.....	47
6.4.13	Rozsah pohybu	47
6.4.14	KRP a DRP	47
6.5	Výstupní vyšetření	48
6.6	Zhodnocení	49
6.7	Pacient 3, vstupní vyšetření	51
6.7.1	Anamnéza	51
6.7.2	Vyšetření stoje a chůze	51
6.7.3	Psychická orientace a fatické funkce.....	51
6.7.4	Vyšetření oblasti obličeje	52
6.7.5	Napínací reflexy	52
6.7.6	Vyšetření funkce ruky	52
6.7.7	Vyšetření tonu HKK a DKK	52
6.7.8	Pyramidové jevy iritační.....	52
6.7.9	Pyramidové jevy zánikové.....	52
6.7.10	Čítí	53
6.7.11	Orientační svalový test na pravou HK.....	53
6.7.12	Rozsah pohybu	54
6.7.13	KRP a DRP	54
6.8	Výstupní vyšetření	55
6.9	Zhodnocení	56
7	VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ.....	57
7.1	Výsledky hypotézy 1	57
7.2	Výsledky hypotézy 2	58
8	DISKUZE	59
	ZÁVĚR.....	62
	LITERATURA A PRAMENY.....	63

SEZNAM ZKRATEK	70
SEZNAM TABULEK	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	73
SEZNAM PŘÍLOH	74
SEZNAM PŘÍLOH	75

ÚVOD

Neurologické potíže mohou vyvolat širokou škálu problémů. Jedním z nich je motorický deficit. Závažnost motorického postižení může být velmi různorodá, každá působí lidem jisté komplikace a omezuje je v běžných denních činnostech.

Rehabilitace je proces obsahující činnost všech společenských složek. Cílem rehabilitace je pomoci člověku přijmout problém, naučit se ho řešit a vrátit se do běžného života s co nejmenšími následky a omezeními. Rehabilitace je realizována společným úsilím lékařů, fyzioterapeutů, ergoterapeutů, zdravotních sester a dalších potřebných a neopomenutelných složek.

S rozvojem techniky se za posledních několik desítek let dosáhlo velkého technického pokroku, díky kterému jsme schopni pacientům poskytnout komplexnější péči. Techničtí odborníci spolupracující s lékaři a fyzioterapeuty vyvíjejí robotická zařízení určená primárně pro rehabilitaci pacientů s motorickým deficitem.

S podporou sofistikované robotické terapie jsme schopni pacientům nabídnout širší spektrum terapie. Přístroje jsou vyvíjeny s primárním cílem obnovit motoriku. Pracují na principu somatomotorické stimulace a vlastností neuroplasticity. Zařízení jsou primárně zaměřena na reedukaci chůze a reedukaci funkcí horních končetin.

Cílem teoretické části práce je představit vybraná onemocnění, při kterých může dojít k poruše motoriky, dále stručně popsat fungování nervového systému a uvést současná využívaná robotická zařízení ve fyzioterapii, která přispívají ke zvýšení kvality života.

Praktická část shrnuje výsledky třech probandů s centrální parézou dominantní horní končetiny, kteří absolvovali měsíční terapii na ArmeoSpring. Sledovány byly také změny v držení těla při terapii na tomto robotickém systému.

V České republice ještě není mnoho publikací týkajících se robotických zařízení, a proto bylo pro část práce s robotikou čerpáno ze zahraničních časopisů *Topics in Stroke Rehabilitation*, *Brain* a *Journal of Rehabilitation Research and Development*, z portálů *BioMed Central*, *OXFORD ACADEMIC Journals*, *Journal of REHABILITATION MEDICINE*, *PubMed*, *INTECH* a *National Center for Biotechnology Information*.

Pro nabytí informací o robotických systémech bylo využito také nedůvěryhodných zdrojů z kořenových webových stránek výrobců vybraných robotických systémů.

TEORETICKÁ ČÁST

1 VYBRANÁ ONEMOCNĚNÍ PRO VYUŽITÍ ROBOTIKY

1.1 Nádorová onemocnění

Nádorová onemocnění mozku a míchy jsou velice rozmanitou skupinou onemocnění. Nádory mozku rozdělujeme na primární, které vznikají z buněk mozkové tkáně a okolních struktur, a sekundární, které mají původ v jiné části těla. (Ambler, 2011)

1.1.1 Epidemiologie nádorových onemocnění mozku

Nádory mozku se nejčastěji vyskytují u dětí do 5 let a u dospělých starších 50 let. V České republice ročně onemocní zhruba 700 lidí. (Dusek, 2005)

1.1.2 Vybrané mozkové nádory

Nejčastěji se setkáváme s nádorem mozku takzvaným gliomem. Tvoří 50 % všech nádorů CNS. Gliom může být nízce až vysoce agresivní. Vzniká z podpůrných buněk mozkové tkáně. Nízce agresivní gliomy rostou pomalu a prorůstají od zdravé mozkové tkáně. Cesta růstu je důsledkem častého nekompletního operačního odstranění. Mohou se změnit v agresivnější formu. Nejčastěji se vyskytují u osob mezi 20.-40. rokem života. (Ambler, 2011)

Vysoce agresivní gliomy mohou vzniknout změnou málo agresivních gliomů nebo přímo ze zdravé mozkové tkáně. Typický je pro ně agresivní a rychlý růst. Kvůli tomu je jejich operační odstranění často velice náročné až nemožné. Nejčastěji se s takovým typem nádoru setkáváme u lidí po 50. roce života. (Ambler, 2011)

Dalším častým nádorem mozku je meningeom. Meningeomy bývají obvykle benigní. Rostou z buněk mozkových obalů. Nejvíce je nacházíme u žen starších 50 let. Přestože jsou většinou benigní, mohou způsobovat značné zdravotní obtíže. Charakteristika obtíží je udávána podle lokalizace nádoru. (Ambler, 2011)

Hojné zastoupení mají také adenomy hypofýzy. Typickými projevy jsou zrakové nebo hormonální poruchy. V dětském věku jsou nejčastější meduloblastomy a ependymomy, které se mohou rozrůstat a šířit pomocí mozkomíšního moku. (Ambler, 2011)

1.2 Mozkové abscesy

Absces mozku představuje ohraničenou hnisavou afekci se zánětlivou nekrózou části mozku a útlakem nervů a cév. Absces je ohraničená dutina, kterou vyplňuje hnis. Může vzniknout rozšířením bakterie z jiné části těla. Nejčastěji se přenesou ze zánětlivého onemocnění plic, zánětu ucha nebo zánětu vedlejších nosních dutin. Akutní stádium charakterizují horečky, bolesti hlavy, zvracení, poruchy vědomí a meningeální příznaky. Pro chronické stádium jsou typické slabší teploty a zvýšený nitrolební tlak. Léčba spočívá v podávání antibiotik podle citlivosti v akutní fázi. U chronického stádia se indikuje operace s doléčením pomocí antibiotik. Mozkové abscesy ovlivňují především struktury, které primárně utlačují. (Ambler, 2011)

1.3 Cévní mozková příhoda

Cévní mozková příhoda (dále CMP) je náhle vzniklá porucha. Způsobuje ji špatná cerebrální cirkulace. Z 80 % vzniká kvůli ischemii. Zbýlých 20 % je způsobeno krvácením. Z hemoragií je asi 17 % intracerebrálních a 3 % subarachnoidálních. (Kolář, 2009; Ambler, 2011)

1.3.1 Epidemiologie CMP

Cévní mozková příhoda představuje onemocnění závažné a často invalidizující. CMP se řadí mezi nejčastější příčiny mortality. U žen nad 45 let a u mužů nad 60 let je hlavní příčinou invalidizace. Většina pacientů s CMP má určité neurologické následky, díky kterým jsou většinou odkázáni na nemocniční péči nebo péči rodiny. Roční výskyt v zemích Evropy činí zhruba 140 CMP na 100 000 obyvatel. (Votava, 2001; Kalita, 2006)

1.3.2 Klinický obraz CMP

Klinický obraz CMP závisí na lokalizaci postižení. Typickými projevy jsou motání hlavy, zvracení, ztráta vědomí nebo rovnováhy, dysfragie, dysartrie, dysfonie, oko-hybné a motorické poruchy. Při CMP mohou být postiženy větve arteria (dále a.) carotis interna. Nejčastěji bývá postižena větev a. cerebri media. Při její ischemii se u pacienta projevuje kontralaterální porucha hybnosti. Více se deficity vyskytují na horní končetině. Přidružená může být i porucha senzitivity a zorného pole. U ischemie v nedominantní hemisféře se vyskytuje takzvaný neglect syndrom. Takový pacient v podstatě ignoruje polovinu svého těla. (Ambler, 2011; Kolář, 2009)

U takovýchto pacientů obvykle pozorujeme spastické Wernickeovo-Mannovo držení (dále WMD). Typickými příznaky v držení končetin jsou addukce a vnitřní rotace

v rameni, flexe v lokti, pronace předloktí, flexe ruky a prstů, vnitřní rotace dolní končetiny (dále DK) extenze v kyčli a koleni, inverze a plantární flexe nohy. Při postižení a. cerebri anterior je více postižena DK než při zásahu a. cerebri media. Při vyšším stádiu poškození může u pacientů docházet také k psychickým poruchám (Kolář, 2009).

1.3.3 Klinický průběh středně těžkých stavů CMP

Prvotním stavem po CMP je pseudochabá paréza trvající asi 3 dny. Spasticita se objevuje v období 30 dnů od zásahu CMP. Babinského příznak vzniká asi za 38 dní. Jedná se o reflexní test na posouzení horních motoneuronů. Podle prof. Koláře je citlivější zkouška forsírovaného Babinského. Při tomto testu pacient leží na zádech na lehátku a snaží se flektovat koleno proti naší ruce, která je položena na česce. Pokud při zatlačení dojde k extenzi palce, můžeme test brát jako varovný signál. Globální flekční pohyby jsou prvním projevem návratu volní hybnosti. Na DK se objevují o trochu dříve než na HK, asi za 33 dní. Úprava pohybu následuje během několika měsíců. Zlepšování se ale časem zpomaluje. Konečného výsledku dosahujeme asi po půl roce. Pro finální výsledek je nesmírně důležitá následná rehabilitace. (Votava, 2001)

1.3.4 Klasifikace CMP

CMP lze klasifikovat dle substrátu léze. Známe ischemický iktus, při kterém dochází k nedokrvení a následné nekróze tkáně. Často jej lze potvrdit pomocí computer therapy (dále CT) vyšetření. Dále popisujeme intracerebrální hemoragii, při které dochází ke krvácení z některé z tepen a následnému vylití krve do mozkové tkáně. Jako poslední známe subarachnoidální krvácení, kdy dochází ke krvácení mezi arachanoideu a pia mater. (Kalita, 2006; Ambler, 2011)

CMP se také dělí dle časového rozvoje. Do této klasifikace patří Transitorní ischemická ataka (dále TIA). TIA je náhle vzniklý přechodný problém, jenž odeznívá do 24 hodin. Dále sem řadíme vyvíjející se iktus, který kolísá v průběhu několika dnů a může vyústit až v poslední stádium neboli dokončený iktus (dále CMP). (Kalita, 2006; Ambler, 2011)

Dále klasifikujeme CMP dle mechanismu vzniku na obstrukční a neobstrukční. U obstrukčních se nachází v cévách překážka, která zamezuje proudění krve a způsobuje následnou nekrózu. Další obstrukční příčinou může být srdeční arytmie. Do neobstrukčních patří selhání srdce. Mozek se při takovém stavu nestačí dostatečně prokrvovat. (Kalita, 2006; Ambler, 2011)

Poslední klasifikace CMP je dle povodí. Popisujeme karotické a vertebrobasilární povodí. (Kalita, 2006; Ambler, 2011)

1.3.5 Základní změny motoriky po CMP

Ať už se jedná o velké či menší poškození, vždy je ovlivněna vzruchová aktivita. Signály vyslané z mozku do míchy jsou slabší. Následkem je dysbalance mezi excitací a inhibicí. Více excitačních podnětů způsobuje zvýšenou reaktivitu. Následkem toho přichází spasticita agonistů. Současně dochází i k inhibici antagonistů. Po počáteční pseudochabé paréze dochází k hyperreflexii a spasticitě. Dále přichází spontánní návrat volní hybnosti zapříčiněný dvěma mechanismy. (Latash, 2008).

Axony porušených mozkových neuronů nekrotizují a jejich synapse, které se nachází na míšních neuronech, se uvolní. Ze zbylých axonů vyrostou větévky, které uvolněné synapse obsadí. Tento proces nazýváme sprouting. Důsledkem je nejspíše částečná úprava funkčních spojení a také zvýšení reflexních odpovědí na míšní úrovni. Následkem je spasticita. (Latash, 2008)

Plasticita mozkové kůry představuje pozoruhodný jev, při kterém dochází k aktivaci morfologicky existujících, doposud ale nefunkčních spojení. V mozku nalzáme mnoho rezervních funkčních spojů, které se uvádějí do aktivity odstraněním inhibičních synapsí nebo rozvojem denervační přecitlivělosti. Takto se pravděpodobně nahradí buňky a dráhy porušené CMP. (Latash, 2008)

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

2.1 Cévní zásobení mozku

Pro optimální funkčnost mozku a celého lidského organismu je nezbytný nepřetržitý přísun glukózy, kyslíku a dalších látek do tkání. Toto zásobení zajišťuje krevní oběh. Do mozku je dodáváno asi 20 % arteriální krve. Mozek zásobují čtyři velké tepny rozdělené do párů. První pár tvoří *arteriae (dále aa.) vertebrales* a druhý *aa. carotis interna*. Pravá *a. carotis communis* je jednou z větví *truncus brachiocephalicus*. Levá *a. carotis communis* vychází z aortálního oblouku. V oblasti C3-C4 se rozděluje na vnitřní a zevní. *A. carotis externa* přivádí krev převážně pro orgány a svaly přední strany krku. *A. carotis interna* vede bazí lební. Dále dochází k bifurkaci na *a. cerebri anterior et media*. Karotidy se na zásobování mozku podílejí z 85 %. (Ambler, 2011; Trojan, Druga, 1986)

Zbývajících 15 % zásobení je vedeno řečištěm vertebrálním. *Aa. vertebrales* vstupují do nitrolebního prostoru a ihned se spojují v *a. basilaris*, která se později dělí na *aa. cerebri posteriores*. Díky *aa. comunicantes* se na bazi lební setkávají s karotickými tepnami a tvoří Willisův okruh. (Ambler, 2011; Trojan, Druga, 1986)

A. cerebri anterior zajišťuje zásobení části frontálního a parietálního laloku, *gyrus (dále g.) praecentralis* a *g. postcentralis*. Tyto útvary jsou hlavním motorickým a senzitivním centrem mozku. Zbytky parietálního a frontálního laloku a část temporálního laloku zásobuje *a. cerebri media*, která je jednou z nejčastěji postižených větví při CMP. V těchto oblastech nacházíme například Brocovo a Wernickeho centrum řeči, primární motorickou a premotorickou oblast, somatosenzitivní centrum, centrum sluchu a centrum asociační. Okcipitální lalok a část spánkového laloku zásobuje *a. cerebri posterior*. *A. basilaris* a její větévky vystupující z Willisova okruhu zásobují mozkový kmen, mozeček, mezimozek, bazální ganglia a thalamus. (Ambler, 2011; Trojan, Druga, 1986)

V mozku také nalézáme strukturu známou jako hematoencefalická bariéra. Zde dochází k výměně živin a pomocí venul se krev dostává do hlubokého a povrchového venózního řečiště. Končí ve vena (dále v.) *jugularis interna*, *v. cava superior* a *v. brachiocephalica*, které vedou krev zpět do srdce. Mozek vyžaduje neustálý průtok krve. Množství krve, které proteče mozkem za minutu, činí 55 ml na 100 g mozkové tkáně. Mozková ischemie nastává při snížení průtoku krve pod 20 ml na 100 g tkáně. Tento stav je ale stále reverzibilní. Až při snížení průtoku pod 15 ml krve na 100 g tkáně nastávají

strukturální změny a degenerace neuronů. (Trojan, Druga, 1986; Kolář, 2009; Ambler, 2011).

2.2 Motorický systém

Motorika patří mezi základní funkce živých organizmů. Aktivita motorického systému má za následek svalovou činnost. Díky správné svalové činnosti jsme schopni stát, pohybovat se a obstarávat fyziologické potřeby. Správně provedený pohyb vyžaduje kvalitní koordinaci svalových skupin. Určité skupiny je třeba aktivovat, jiné relaxovat. Motorický systém vytváří dva základní typy. První typ tvoří reflexní odpovědi, které jsou rychlé, mimovolní a vyvolané nějakým stimulem. Druhý typ představuje cílenou motoriku. Na řízení motoriky se podílí skoro celá CNS. (Ambler, 2011)

2.2.1 Primární motorická korová oblast

Primární motorická korová oblast se u člověka nachází v gyros precentralis. Jednotlivé části těla reprezentované v gyros precentralis si můžeme představit jako motorického homunkula. Největší část zaujímají neurony pro řízení svalů obličeje a svalstvo ruky. Z důvodu velkého kortikálního zastoupení pro obličej a ruku je velmi pravděpodobné, že při postižení gyros precentralis bude postižena ruka nebo svaly obličeje. (Druga, 1986; Ambler, 2011)

2.2.2 Premotorická a suplementární motorická korová oblast

Nazývána též sekundární. Nachází se frontálně od gyros precentralis. Mediální strana se podílí na programování pohybů. Odtud z primární a sekundární oblasti vychází kortikospinální dráha. Tractus corticospinalis utváří soubor drah pyramidových a extrapyramidových. Prochází capsula interna, mozkovým kmenem a oblastí prodloužené míchy. Toto místo v oblasti prodloužené míchy nazýváme decursatio pyramidum. Zde se většina vláken kříží a dále jde na kontralaterální straně provazci míšními. 75 % vláken končí na interneuronech mezi předními a zadními rohy míšními, 25 % končí na motoneuronech předních rohů míšních. Zde začíná třetí neuron kortikospinální dráhy. (Ambler, 2011)

2.2.3 Motorická jednotka

Motoneuron inervující svalová vlákna tvoří dohromady celek zvaný motorická jednotka. Představuje základní prvek periferního motorického systému. Motorická jednotka je nejmenší systém samovolně aktivovatelný. Po vstupu axonu motoneuronu do svalu dochází k terminálnímu větvení a ke vzniku terminálního neuronu. Tato terminální

vlákénka inervují svalová vlákna. Nervosvalové ploténky, též nazývané synapse, se nachází mezi svalovým a terminálním vláknem. Periferní motoneuron je tedy tvořen motorickými jednotkami. Skládá se z motoneuronů předních rohů míšních nebo jader mozkových nervů, spinálních nervů, periferních nervů, nervosvalových plotének, svalů a předních kořenů míšních (Ambler, 2011).

2.2.4 Řízení pohybu - systém alfa a gama

Nejdůležitější funkcí nervového systému je přenos signálu s informací z řídicího centra do řízeného orgánu. Nejvyšším řídicím systémem je mozek s míchou. Tyto dva systémy ovlivňují svaly a další orgány. Svaly rozdělujeme na agonisty a antagonisty. Agonisté pohyb vykonávají. Antagonisté jsou svaly s opačnou funkcí, a potřebujeme tedy jejich relaxování při aktivitě agonistů. Dále máme synergisty, svaly, které dopomáhají vybranému pohybu. Při správném zapojení a funkčnosti daných skupin je pohyb vykonán. Další neopomenutelnou složkou je kontrola provedení daného pohybu, aby mohl následovat další. Tyto informace o aktuálním pohybu získává mozek díky propriocepci. Řízení intenzity pohybu zajišťují proprioceptivní reflexy. Ve svalech máme Golgiho šlachová tělíska a svalová vřeténka. Při protažení svalu dochází k aktivitě svalových vřetének, což způsobuje facilitaci agonisty a inhibici antagonisty. Golgiho šlachová tělíska mají vyšší práh vnímání a aktivují se až při natažení šlachy. Zabraňují poranění, a tak inhibují agonistu a facilitují antagonistu. Dokáží zaznamenat jak natažení šlachy, tak intenzitu svalové kontrakce. Lze tedy tvrdit, že správně fungující nervový i svalový systém přivede danou informaci z výstupu částečně upravenou zpět na vstup a díky tomu je schopný neustálé regulace nežádoucích odchylek od daného cíle pohybu. Takto složitý a neustálý proces řídí také mozeček a extrapyramidový systém. Prostřednictvím kontinuální zpětné vazby o vyslaném signálu dokáže každý neuron regulovat svůj presynaptický vstup. Spinální motorický okruh tvoří základní regulační okruh a je přítomen na míšní úrovni. Popisujeme systém alfa a gama. Systém alfa tvoří velké neurony předních rohů míšních, kde končí kortikospinální dráha a začínají motorické jednotky. Malé neurony předních rohů míšních inervující svalová vřeténka tvoří systém gama. Při protažení vychází vzruchy ze svalového vřeténka a facilitují přímou kolaterálou činnost alfa-motoneuronu, tedy agonisty, a zároveň kolaterálou přes inhibiční motoneuron inhibují antagonistu. Svalová kontrakce může být vyvolána z alfa motoneuronů nebo reflexně z gama motoneuronů. Vlákna ze svalových vřetének, která končí na motoneuronech, se podílí na monosynaptických natahovacích reflexech. Část, která vede přes interneurony, se podílí na

reflexech polysynaptických. Správný průběh tonu a odpovědí ze svalů zajišťuje gama klička. Interneuronů se vyskytuje mnohem více než motoneuronů. Jejich funkce tlumí nebo facilituje základní aktivitu. (Ambler, 2011)

2.2.5 Systémové řízení pohybu

V mysli se tvoří programy, u kterých není potřeba vědomé kontroly pro určité pohyby. Tyto posturální a lokomoční programy jsou podmíněny geneticky a strukturálně. Celý pohybový program se skládá z malých pohybových vzorů, které jsme se naučili již v dětství. Tyto automatické pohybové vzory se skládají a tvoří pohybový program. V rehabilitaci bychom měli tyto kořenové vzory oživovat častým opakováním a patologické vzory korigovat či upravovat, aby nedocházelo k nežádoucím poruchám tvoření pohybu. (Véle, 2006)

2.2.6 Korekce pohybu v procesu učení

Rozlišujeme dvě základní teorie, Closed loop theory od Adamse z roku 1971 a Schema theory od profesora Schmidta, publikovanou v roce 1975. Adamsova teorie je založena na pomalém lineárním pohybu. Adams předpokládal, že existují dva propojené elementy. Mezi elementy řadil percepční stopu, která uchovává záznam pohybu, a paměťovou stopu, která vybírá příslušnou odezvu pohybu. Tvrdil, že všechny pohyby jsou tvořeny a korigovány neustálou zpětnou vazbou. Současně s pohybem dochází k porovnávání pozic prováděného pohybu s pohybem naučeným. Podle naučeného pohybu CNS koriguje prováděný pohyb. Tento proces nazývá „*vjemovou stopou*“. Můžeme si to představit tak, že CNS dostává informace o prováděném pohybu a porovnává je s pozicemi pohybu naučeného. Signál přechází z periferie do CNS, kde zanechává zmiňovanou stopu. Postupně se každou novou pozicí tvoří v mozku nové stopy, a člověk se tak dostává k cílenému pohybu. Nové pozice tvoří nové stopy, které se CNS snaží korigovat od aktuálnímu stavu k naučenému pohybu. (Schmidt et al., 2005)

Profesor Schmidt uvádí, že naučením se nějakého nového pohybu vzniká v CNS nový program. Produkce programů, tedy pohybů, probíhá ve třech fázích. Fáze sensorických procesů je první částí. V této fázi CNS vnímá vnější prostředí a vyhodnocuje, jak by nás mohlo ovlivnit. Vjem těchto informací nás vede ke druhé fázi, kterou nazýváme rozhodovací. V této fázi dochází k vyhodnocování reakce pohybu. Obě tyto části probíhají v reakční době, tedy v době, kdy pohyb plánujeme nebo jsme k němu jistými podmínkami nuceni. Poslední fází je vlastní pohybová aktivita. Zde dochází k produkci paměťového programu. U programů plánovaných definuje ještě takzvanou zpětnou vazbu. Ta nám

umožňuje úpravu pohybového rytmu. U švihových, velmi rychlých a reflexních pohybů tato kontrola není. Schmidt tvrdí, že k proběhnutí popisované zpětné vazby musí mít člověk čas na první dvě fáze alespoň 0.02 sekundy. V současnosti je teoretický koncept senzomotorického učení založen na teorii profesora Schmidta. (Schmidt et al., 2005)

Profesor Schmidt také uvádí, že člověk se celý život novým specifickým pohybům neučí, ale pouze si vybavuje generalizované pohybové programy, které se naučil již v dětství, a ty dále kombinuje a upravuje. (Schmidt et al., 2005)

2.2.7 Vliv senzorické kůry na motorické učení

Propriocepce podle výzkumů souvisí se schopností naučit se nový pohybový vzor a je velmi důležitá pro cílený a přesný pohyb. (Ronald, 2017)

2.2.8 Spinální koordinace motoriky

Známe reciproční inervaci, zápornou zpětnou vazbu, princip převahy vyšších oddílů CNS a princip konečné společné dráhy. Při reciproční inervaci dochází k fyziologické aktivaci motoneuronů agonistů a útlumu antagonistů. Záporná zpětná vazba je charakteristická ochranou před nadměrnou aktivací neuronů. Interneuron v eferentní části za motoneuronem při nadměrné aktivaci uvolňuje inhibiční transmitter a zpětně kolaterálou inhibuje vlastní motoneuron, který na začátku interneuron aktivoval. Princip převahy vyšších oddílů CNS má funkci v názvu. Vyšší oddíly CNS jsou dokonalejší, lepší v řízení a jsou nadřazeny oddílům nižším. Ambler (2010, p. 22) tvrdí, že „*princip konečné společné dráhy znamená, že všechny vlivy, které způsobují svalovou kontrakci, se uplatní v konečné podobě prostřednictvím alfa-motoneuronů.*“ (Ambler, 2010)

2.2.9 Monosynaptické a polysynaptické reflexy

Do monosynaptických reflexů patří proprioceptivní, myotatické a napívací reflexy. Zmíněné reflexy tvoří základní kámen spinální motoriky. Při dráždění receptorů ve svalech a šlachách je vzruch přiváděn přímo na alfa motoneuron daného svalu. Při krátkém protažení svalu dochází ke kontrakci. Díky tomu se v neurologii dají vyšetřovat takzvané šlachookosticové reflexy. Polysynaptické reflexy se vybavují hlavně drážděním senzitivních receptorů v kůži. (Ambler, 2010)

2.2.10 Svalový tonus

Svalový tonus definujeme jako velikost odporu při pasivním pohybu. Svalový tonus je reflexně udržované napětí ve svalu. Na regulaci svalového tonu se podílí pyramidový i extrapyramidový systém, mozeček, retikulární formace a spinální a

motorický okruh. Jestliže dojde k poruše centrálního motoneuronu, dojde k poruše hybnosti. To samé platí pro periferní motoneuron. Podle velikosti poškození motoneuronu dochází k poruše svalové síly. Čím více je motoneuron poškozen, tím horší je hybnost. Termín paréza označuje částečnou poruchu hybnosti. Aktivní pohyb je v tomto případě alespoň částečně zachován. Plegií označujeme kompletní poruchu hybnosti. Aktivní pohyb je v takovém případě nemožný. Termínem monoparéza a monoplegie označujeme postižení jen jedné končetiny. Při postižení stranovém se jedná o hemiparézu nebo hemiplegii. U postižení pouze dolních končetin jde o paraparézu nebo paraplegii. Tři postižené končetiny nazýváme triparézou. Pokud jsou postiženy všechny čtyři končetiny, jde o kvadruparézu. (Ambler, 2010)

2.2.11 Schéma rozlišení centrální a periferní parézy

Při centrální lézi jsou zvýšené reflexy a svalový tonus, svalová trofika je fyziologická a vyskytují se spastické jevy. Při periferní lézi dochází ke snížení vyvolatelnosti reflexu, svalový tonus je snížený, svaly jsou atrofické bez přítomnosti spastických jevů. (Kolář, 2011; Ambler, 2010)

2.3 Hodnocení osob s centrálním postižením

Ehler et al. (2009) uvádí, že k takovému hodnocení je vytvořeno mnoho neurologických škál. Správné hodnocení je nezbytné k přesnému určení klinického a funkčního stavu pacienta v průběhu hospitalizace a následné rehabilitace. Hodnotící škály by bylo vhodné doplnit objektivním vyšetřením, které by nám podalo přesné informace o pacientovi. K takovému vyšetření lze v současnosti využít robotických zařízení podávajících korektní a objektivní informace o kvalitě i kvantitě pohybů. Vyšetření dle již vytvořených škál je velice důležité pro kvalitu další léčby a rehabilitace. Funkční hodnocení následků po CMP se dělí do tří skupin. Tyto skupiny zahrnují hodnocení poruchy, omezení aktivity a participace. Ke zhodnocení omezení aktivity využíváme Barthelové index nebo test funkční soběstačnosti (FIM). Pro testování poruchy máme poměrně přesný Chedocke McMaster test. Hodnocení participace je velice obtížné a obsáhlé. Záleží na daném poškození. Existuje mnoho testů, které se pro potřebné hodnocení dají využít. Obvykle pacienta vystavíme vybrané životní situaci pro zhodnocení požadované poruchy. Pro hodnocení kvality života často používáme dotazník Short form 36 Quality of life. (Pfeiffer, Švestková, 2001)

2.3.1 Hodnocení spasticity

Spasticitu je důležité vyšetřit na začátku léčby. Kvůli nejednoznačné definici spasticity nejsou v současnosti pevné hodnotící škály. Neurofyziologické metody nevykazují jednoznačné parametry, kterých by se dalo využívat. V praxi se proto využívají běžné klinické hodnotící škály. (Ehler et al., 2009)

2.3.2 Nejvíce využívané škály pro hodnocení svalového tonu

Pro hodnocení spasticity využíváme Ashwortovu škálu. Principem je pasivní protažení spastického svalu po dobu jedné sekundy. Hodnotí se pouze první pokus. Při dalších už může docházet ke zmírnění spasticity, snížení hypertonu a pohyb je tak volnější. Ashwortova škála má 5 stupňů. Číslice 0 znamená žádné zvýšení svalového tonu. Číslice 4 znamená ztuhnutí do flexe i extenze. Pro podrobnější vyšetření nástupu tonu byl přidán stupeň 1+. (Ehler et al., 2009)

Chedoke-McMaster Stroke Assessment

Chedoke-McMaster Stroke Assessment je dvousložkové hodnocení pacientů dělené na dvě části. První slouží k vyhodnocení závažnosti tělesného poškození. Sedmibodová stupnice hodnotí bolest ramena, posturální kontrolu, stav paží, rukou, nohou a chodidel. Hodnocení omezení aktivity zahrnuje hrubou motoriku. Tento test se skládá z deseti částí. Test chůze má pět částí. Všechny výsledky dávají dohromady maximální skóre 100 bodů. (Finch et al., 2002)

Motor Assessment Scale

Tento test hodnotí každodenní běžné činnosti pacientů po CMP. Skládá se z osmi úkolů a testu na svalový tonus. Motorické funkce hodnotí sedmibodová škála. Hodnotí se otáčení na bok vleže, otočení, posazení, sed, postavení ze sedu, chůze, funkce horní končetiny a pohyby ruky. Hodnocení tonu nám dává informace o motorické aktivitě. Tento test byl vytvořen jako snadný a časově nenáročný koncept pro rychlé klinické testování v praxi. (Finch et al., 2002)

Barthel index

Barthel index je velmi často využívaná metoda testující deset úkolů. Podle dosaženého skóre určujeme soběstačnost pacienta. Jsou to běžné denní činnosti jako oblékání se, konzumace jídla, mytí se, pohyb na posteli a další. (Finch et al., 2002)

Fugl-Meyer Assessment (FMA)

Zde se pracuje s třístupňovou škálou. Hodnotíme volní pohyb horní a dolní končetiny, pasivní rozsah pohybu, bolest a rovnováhu. Škála se proto dělí pro horní a pro dolní končetinu, jelikož ty mohou být různého stupně poškození. Motorická část se zaobírá koordinací a rychlostí. (Finch et al., 2002)

2.4 Obnova funkce u centrálních postižení

Terapie pro pacienty s centrálním postižením by se měla skládat z cílených opakovaných pohybů. Trénink by měl odpovídat aktuálním schopnostem pacienta. Nemělo by docházet k přetrénování či psychické frustraci z toho, že zadaný úkol nezvládá. Některé lékařské studie se shodují, že postupy využívající malý počet opakování nebudou v terapii úspěšné. Přesto nelze jistě říci, co bude pro centrálně zasaženého pacienta nejvhodnější. Postižený mozek využívá kompenzační, nově vytvořené mechanismy, které ovšem nebyly plně prokázány. Zasažený mozek nezpracuje pravděpodobně tolik sensorických informací jako mozek zdravý, a proto se můžeme setkat s nižšími účinky terapie, než jaké bychom mohli pozorovat u zdravého jedince. U pacientů, kteří prodělali jistou formu centrální léze, byla terapie obsahující opakování cíleného pohybu velmi účinná a bylo patrné odpovídající zlepšení. (Enoka, 2008)

2.4.1 Neuroplasticita

Vývoj motorických schopností po CMP se nejvíce mění během prvních tří měsíců. Obnově nekrotizované tkáně v mozku či nahrazení její funkce není zatím plně porozuměno. Míra reorganizace ovšem naznačuje přítomnost velké neuroplasticity. Základem reorganizace je nejspíše anatomie mozku. Mnoho motorických oblastí s podobnou funkcí se navzájem překrývá, a tím tak může dojít k převzetí ztracené funkce vedlejší oblastí. Studie využívající transkraniální magnetickou stimulaci a pozitronovou emisní tomografii prokázaly aktivitu korových oblastí spolu za normálních podmínek nesouvisejících. Také byly v mozku objeveny spoje, které jsou u zdravého jedince neaktivní a aktivují se až po jistém zásahu či nekróze části využívaných vláken. Je dokázáno, že při reorganizaci dochází k aktivitě vzdálených sensorických oblastí a parietálního kortexu. (Enoka, 2008)

2.4.2 Feedback

Zpětná vazba využívá sensorické systémy k informování CNS o aktivitách, které jsme vykonali ve vnějším a vnitřním prostředí. Vnější feedback je informace ze zdroje.

Rozdělujeme ho na knowledge of results, informující o konečném stavu úkolu, a knowledge of performance, podávající informaci o charakteristice provedeného pohybu. Vnitřní feedback podává informace senzorickepercepční. Do senzorickepercepčních informací patří zrak, propiocepce, dotek, sluch a tlak. (Riener, 2012)

2.4.3 Biofeedback

Biofeedback představuje technologii, pomocí které jsme schopni člověku ukázat fyziologické děje ve formě vizuálních signálů. Pro kvalitní terapii je nesmírně důležité poskytnout pacientovi propioceptivní vstup, díky kterému lépe dosáhne motorické odpovědi. Přístrojový feedback nedokáže terapeuta nahradit. Výhody má, v některých aspektech terapie je dokonce lepší. Dokáže pacientovi poskytnout okamžité exteroceptivní podněty v množství, jaké by mu terapeut nebyl schopen poskytnout. Uvedená technologie umožní CNS tvořit aktuální a kvalitní senzomotorickou smyčku, která je plně pod kontrolou pacienta (Riener, 2012)

2.4.4 Virtuální realita

Nejvíce vjemů získává CNS pomocí zraku. Pokud není poškozen, je vhodné ho využít. Feedback můžeme pacientovi zprostředkovat nejrůznějšími způsoby. Zrak je prozatím pravděpodobně nejkvalitnějším zprostředkovatelem. Přístroje poskytující virtuální realitu se obvykle skládají ze dvou základních částí. Obsahují uživatelské prostředí a prostředí virtuální. Komunikace mezi virtuální realitou a uživatelským prostředím se nazývá rozhraní. Při komunikaci mezi prostředím je vysílán signál z uživatelského prostředí do virtuální reality, kde je pohyb či vyvinutá síla vizuálně a zvukově zobrazena. (Riener, 2012)

2.5 Robotická terapie

Robotická terapie je novým druhem neurorehabilitace. Zdokonaluje standartní péči, navíc jsme díky robotickým přístrojům schopni docílit intenzivnější terapie. Každá terapie je velmi individuální a naprogramovatelná přesně podle potřeby a schopností pacienta. Pomocí robotické rehabilitace jsme také schopni poskytnout pacientům vizuální a poslechový senzomotorický feedback. (Pignolo et al., 2009)

Terapie se skládá z několika principů motorického učení. Princip senzomotorické integrace využívá smyslových vjemů, které jsou neopomenutelné pro učení nových pohybů či obnovu zapomenutých pohybů. Druhým z nich je aktivní a opakující se pohyb. (Takahashi et al., 2008; Craig, 2008)

Masiero et al. (2011) uvádí, že v akutním a subakutním stádiu je vhodné rozvrhnout robotickou terapii do fází. První stupeň zahrnuje doplňující robotickou terapii. Druhý stupeň zahrnuje částečnou substituci konvenční terapie. Pignolo et al. (2009) poukazuje, že špatně představitelné koncové body mohou výrazně ovlivnit motivaci pacienta. Přes sebevětší kvalitu terapeuta není možné vyhodnotit funkčnost motoriky a účinnost léčby tak dobře, jak se pacientovi dostane od přístroje. Díky tomu se robotické přístroje stávají pro pacienty nedílnou součástí komplexní a kvalitní dostupné terapie. Výhodou je také interakce mezi robotem a člověkem, která dodává terapii přesnost a spolehlivost při jednotlivých pohybech. Robotické přístroje mají bohužel řadu nevýhod, mezi něž například patří neschopnost adaptace, nedostatečná míra flexibility a neschopnost reagovat na jemné smyslové vjemy.

(Kahn et al., 2006) uvádí, že robotická terapie má své klady i zápory. Její zavedení do klinické praxe by mělo terapeutům přinést zmírnění pracovní zátěže a zlepšení kontroly pacienta při práci. Ve správné indikaci a kombinaci léčeb by měla vést ke značnému zlepšení efektivity rehabilitačních programů.

U pacientů, kteří prodělali CMP je prokázáno, že rehabilitace s robotickými přístroji velmi dobře působí na reorganizaci mozku.

Robotická zařízení poskytují pacientovi:

- zvýšení počtu opakování,
- objektivní a kontrolovatelnou dopomoc nebo odpor při terapii,
- vysoké množství zpětnovazebných informací a motivaci pacienta,
- urychlení neuroplastické změny,
- kontrolovatelnou dopomoc. (Pellegrino et al., 2012)

2.5.1 Klasifikace robotických zařízení

Robotické systémy rozdělujeme do třech základních kategorií. Robotické systémy pro rehabilitaci HKK, robotické systémy pro rehabilitaci DKK a pro rehabilitaci žvýkacích pohybů. Robotické systémy dále rozdělujeme na základě jejich funkčního využití či kontrolního algoritmu. Můžeme také rozlišovat specifický kontrolní algoritmus. Exoskeletony mají různé stupně degrees of freedom (dále DOF). Pomocí těchto kategorií

lze získat celkový přehled o možnostech využití vybraného robota. (Pignolo et al., 2009; Xie, 2014)

Současná robotická zařízení klasifikujeme do těchto kategorií:

- pasivní pohyby – pohyby, kdy robot pohybuje pacientovou paží,
- aktivní asistovaný – pohyb, při kterém robot dopomáhá aktivnímu pohybu,
- aktivní neasistovaný – pohyb, při kterém pacient provádí pohyb bez pomoci robota,
- aktivní rezistovaný – pohyb pacienta, proti kterému je robotem kladen odpor,
- bimanuální terapie – postižená HK napodobuje pohyb zdravé HK.

Další dělení je podle mechanické stavby:

- end-efektorové manipulátory,
- exoskeletony. (Brewer, 2007; Pignolo et al., 2009; Craig, 2008)

U end-efektorových robotických zařízení je pacient v kontaktu s robotickým zařízením v koncovém bodě. (Pignolo et al., 2009) Pignolo uvádí, že exoskeletony svou konstrukcí přímo kopírují kostru člověka. Exoskeletony mají tři různé způsoby využití. Kladením odporu proti pohybu pacienta zvyšují svalovou sílu. Naopak při vyšším stádiu poškození motoriky dokáží pouze kompenzovat nedostatek síly a dopomáhat k pohybu. Dalším způsobem využití exoskeletonů je zesílení senzitivních vjemů díky vizuálnímu a akustickému feedbacku, kterým dosahujeme zesílení senzitivní stopy.

Stupně volnosti vyjadřují schopnost exoskeletonu poskytnout pacientovi volnost pohybu v jednotlivých kloubech. (Pignolo et al., 2009; Xie, 2014)

2.6 Přehled vybraných robotických zařízení

Podle Krebse je částečné obnovení motoriky po CMP pomocí robotických zařízení možné ve fázi akutní i chronické. Svě poznatky potvrzuje výzkumem. Terapie u akutních i chronických pacientů se vyznačuje velmi dobrými výsledky, hybnost i svalová síla se u pacientů zlepšuje. Tím se také dokazuje tvrzení, že možná obnova nervových struktur sahá daleko za známý interval 2-6 měsíců. (Krebs, 2004)

- Reeducaci chůze poskytují robotická zařízení od firem: Armeo, Pablo, Amadeo, Ekso a Cybex.
- Diagnostické systémy využívají zařízení od firem: Armeo, Cybex a Rehawalk. Tyto systémy jsou schopny vyhodnotit například míru zasažení jemné motoriky, stereotyp chůze, rozsahy pohybů a další. (Krebs, 2004)

2.6.1 Robotická terapie ADL

Activities of daily living v kombinaci s robotickým zařízením přinese více pestrosti, zábavy a přirozenosti pohybu. První systém tohoto druhu je ARMin. Jde o exoskeleton vyvinutý pro rehabilitaci ramenního a loketního kloubu. K terapii je navíc využíváno vizuálních a zvukových podnětů. Končetina pacienta je upevněna v exoskeletonu pomocí měkké ortézy a suchých zipů, aby nedocházelo k útlaku nebo odření končetiny. (Nef et al., 2007) Dále známe systém T-WREX pod veřejným pojmenováním Armeo. ArmeoSpring je exoskeleton, který pasivně podporuje pacienty a kompenzuje případný nedostatek svalové síly. Senzory poskytují pacientům příjemnou zpětnou vazbu pomocí zobrazení pohybu formou hry na monitoru. V přístroji se dá pro každého pacienta nastavit individuální herní program. Exoskeleton je také formovatelný podle rozměrů končetiny pacienta a dá se využít pro pravou i levou HK. Přístroj dokáže hodnoty o čase, skóre a kvalitě pohybu ukládat a na konci terapie představit pacientovi v grafické podobě. Terapie spočívá v plnění úkolů denních činností a dalších



zábavných her. (Gijbels et al., 2011; Bartolo, 2014)

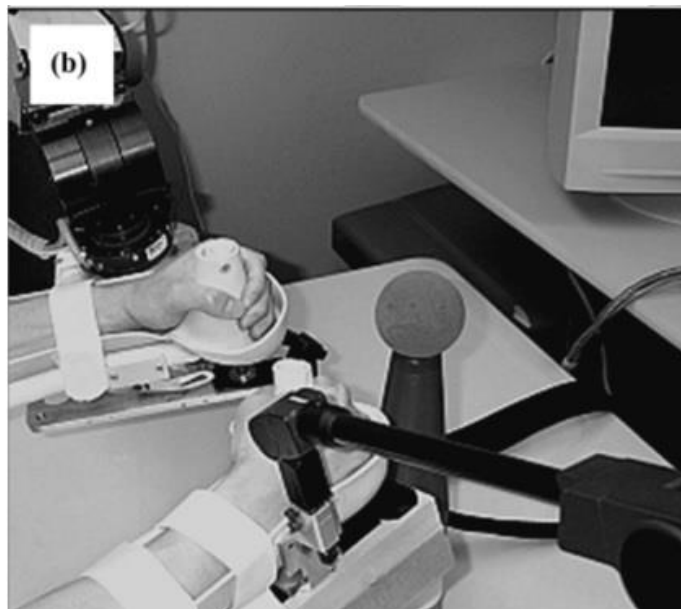
Obrázek 2-1: Armeo Spring

Dostupný z: http://cdn.walk-again.com/wp-content/uploads/AO_Stroke_Valens_Hans-Alois-Rohrer_Doris-Gmuer_1406_1049.jpg

2.6.2 Bilaterální robotická terapie

Tato terapie spočívá v pohybu postižené i zdravé končetiny. Prvním z přístrojů tohoto typu je přístroj se systémem Mirror-Image Motion Enabler. Zařízení tvoří manipulátor o DOF 6. Vykonává pohyb na dlazi v oblasti předloktí paretické končetiny. Zdravá končetina je také v dlazi a je spojená s paretickou pomocí polohového digitalizátoru. Díky tomu je pohyb zdravé končetiny zaznamenáván a převáděn pomocí digitalizátoru na paretickou stranu.

Dokonalejší a novější přístroj na podobném principu nazýváme Haptic Master. S tímto přístrojem pracujeme v závěsném mechanizmu s oporou o DOF3, což je jedinou slabinou oproti předchozímu zařízení. Tento systém poskytuje kvalitní práci s končetinou ve 2D a 3D prostředí. Díky kvalitním vizuálním efektům



vychází jako výborný přístroj pro rehabilitaci paretických pacientů. Jedinou nevýhodou uvedeného přístroje je poměrně omezený poskytující rozsah pohybu o DOF3. (Lum et al., 2006; Cauraugh et al., 2010; Craig, 2008)

Obrázek 2-2: Mirror image motion enabler system

Dostupný z:

<http://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/5/pdf/1um.pdf>

2.6.3 Bi-manu-track

Dalším systémem je Bi-manu-track. Tento systém byl na základně testování hodnocen kladně. Po terapii byla prokazatelná redukce spasticity i zlepšení motoriky, což jsou dva hlavní cíle robotické terapie. Robot umožňuje pacientům trénovat pohyby v zápěstí. Schopnost provádět všechny cviky zrcadlově dává Bi-Manu-Track velké množství poskytujících rozhraní, která by pacient na jiném robotickém přístroji i přes jeho pomoc nemusel zvládnout. Bi-Manu-Track pracuje s oběma končetinami. Ztracené pohyby kompenzuje lepší stranou, a převádí je tak na stranu horší.

Je prokázáno, že prostřednictvím robotické terapie a zrcadlových pohybů můžeme částečně obnovovat motorické schopnosti na úrovni CNS. Zrcadlové pohyby využívají kortikospinální dráhu, do které z mozku vstupují nové impulzy prostřednictvím zrcadlového zobrazení zdravé končetiny. Postiženou hemisféru také ovlivňuje hemisféra zdravá přes corpus callosum. (Reha-Stim; Cauraugh et al., 2010; Craig , 2008)



Obrázek 2-3: Bi-Manu-Track

Dostupný z: <http://www.reha-stim.de/cms/index.php?id=60>

2.6.4 Rehawalk

Pomocí systému motion analysis se optickou dokumentací zaznamenává kvalita a kvantita pohybu ve vybraných kloubech. Současně sledujeme pomocí EMG svalovou aktivitu. S využitím force plates můžeme při chůzi měřit rozložení tlaku pod chodidly a korigovat tak patologické vzory. Výbava systému umožňuje také stimulovat pacienta promítáním jednotlivých kroků na pás, po kterém pacient jde. Tento systém od německé společnosti Zebris je sestaven hlavně za účelem důkladné analýzy a pro terapii poruch chůze. (Kibar et al., 2016)



Obrázek 2-4: RehaWalk

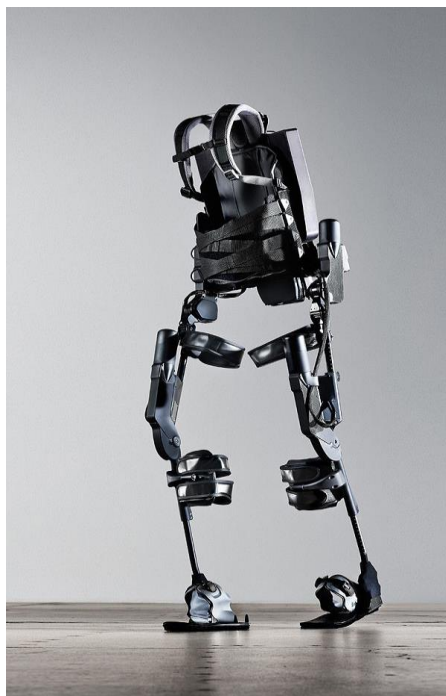
Dostupné z: <http://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/nacvik-chuze/rehawalk/>

2.6.5 Ekso

Asistovanou chůzí v prostoru využívají robotická zařízení od společnosti Ekso. Tento systém se vyznačuje výbornými výsledky poskytované terapie pacientovi. Nejčastěji se využívá pro pacienty se spinální lézí nebo po CMP. Je tvořen protézami, do kterých se pacient upevní, a které mu dovolují nácvik pohybu v prostoru a iniciují jej k dalšímu kroku. Oporu poskytují pacientovi berle s opěrnou a ovládací funkcí. Systém je poháněn bateriemi, díky čemuž je možný větší rozsah pohybu v prostoru. Pohyb je řízen softwarem, který počítá informace pomocí senzorů, a pomáhá tak pacientovi přenášet

váhu, ladit pohybový stereotyp chůze a dokonce i provádět podřep.

Terapeut během tréninku nemusí do terapie založené na tomto systému zasahovat a může plně sledovat pohyb pacienta. Nevýhodou konstrukce robota je užší záběr poskytované péče. Přístroj dokáže poskytovat terapii pouze pacientům do 100 kg (dále kg) s výškou v rozmezí 150-190 centimetrů (dále cm). (Ekso bionics, 2015)



Obrázek 2-5: Ekso-Bionics

Dostupný z:
<https://www.insiderfinancial.com/ekso-bionics-holdings-inc-otcmktsekso-looking-to-rebound/114490/>

2.6.6 LiteGait

Mezi velmi užívanou robotickou pomůckou patří zařízení LiteGait. Tento systém řadíme do skupiny Body Weight Support Treadmill Training (dále BWSTT). Trénink na LiteGait spočívá v nácviku chůze a rovnováhy. Oporu pacientovi poskytuje pohodlný závěs. Pacienta lze také upevnit do konstrukce pouze jednostranně. Jednostranného závěsu se využívá hlavně u hemiparetických pacientů. Souběžně s terapií můžeme sledovat aktuální



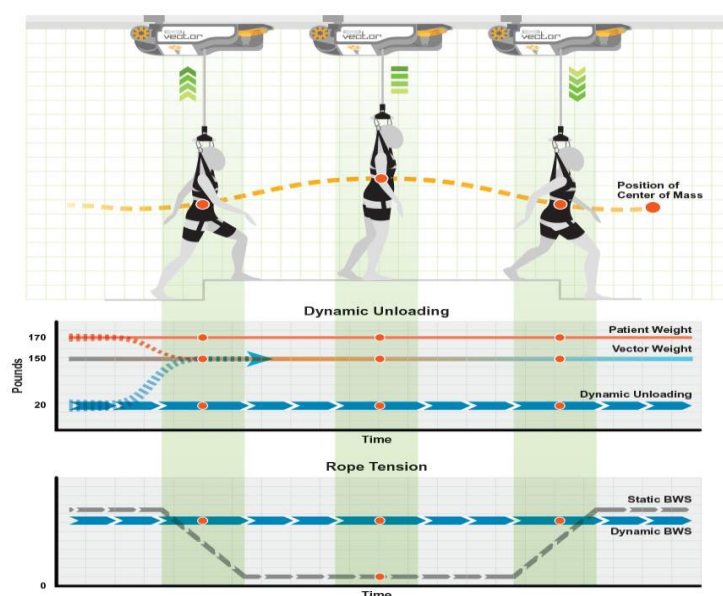
rozložení zátěže na končetiny. Přístroj umožňuje částečnou dopomoc a odlehčení. Tyto parametry se nastavují v pracovním rozhraní před terapií a pro každého individuálně. Zařízení má velice pevnou konstrukci a oproti předchozí popisované pomůcce od značky Ekso je schopno poskytnout terapii osobám do 200 kg. BWSTT konstrukce je vhodná především pro nácvik lokomoce, protože poskytuje velmi kvalitní oporu a jistění pacienta po celou dobu terapie. (Mobility research, 2015; LiteGait)

Obrázek 2-6: LiteGait

Dostupné z:
<http://litegait.com/products/overview/Adult-LiteGait-Overview>

2.6.7 Bioness Vector

Pro reedukaci chůze a zlepšování rovnováhy používáme zařízení Bioness Vector Elite. Pacient se umístí do závěsného aparátu, který poskytuje dynamickou podporu po celou dobu pohybu. Bioness Vector pracuje ve visu na kolejnici upevněné na stropě. Pacient je zavěšen lanem k horní kolejnici. Další lano pacienta spojuje s navijákem nacházejícím se u země. Pacientovi tak umožňujeme svobodný a jištěný pohyb po celém rozsahu systému. Tento dynamický systém sledujeme v počítači. Veškeré jeho rovnovážné odchylky dopomůže vyladit počítač. (Bioness, 2014)



Obrázek 2-7: Bioness Vector

Dostupné z: <http://bionessvector.com/dbws>

PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Hlavním cílem sledování je zhodnocení funkčnosti robotické terapie při motorickém deficitu dominantní horní končetiny u třech vybraných pacientů.

K dílčím cílům práce patří:

- analýza výsledků jednotlivých terapií u pacientů s centrálním motorickým deficitem,
- sledování držení těla pacientů při terapii na ArmeoSpring.

4 METODIKA

Šetření bylo provedeno kvalitativní formou a byly použity následující metody:

- neurologická vyšetření,
- aktivní pozorování pacienta,
- propioceptivní neuromuskulární facilitace,
- Franchay arm test pro hodnocení funkcí ruky a Berg test pro hodnocení rovnováhy,
- ArmeoSpring,
- nácvik taxy, jemné motoriky a lokomoce.

4.1.1 Metodika výzkumu

Terapie probíhala po dobu jednoho měsíce na oddělení neurochirurgie ve Fakultní nemocnici Plzeň. Trénink probíhal každý pracovní den přibližně hodinu a půl. Koncept terapie u uvedených pacientů byl velmi podobný. Na základě vstupního vyšetření byla stanovena adekvátní terapie. Ta začínala přesunem z lůžkového oddělení do tělocvičny. Trénink na ArmeoSpring trval přibližně 30 minut a skládal se z 4–6 her. Hry byly vybírány specificky dle problému pacienta. Jednalo se o hry ve 2D a 3D prostoru.

Terapie probíhala načtením pacientova aktivního ROM do systému. Vytvořila se škála her s určitým cílem, na kterém jsme se s pacientem na začátku terapie dohodli. U her stejně jako u běžných denních činností nebyl využíván maximální aktivní ROM, jakého byl pacient schopen a jaký měl načtený ze vstupního rozhraní. U většiny her pacienti pracovali v oblasti nejvýše 70-90 % aktivního ROM, což k plnění úkolů stačilo. Po několika terapiích se zlepšila pacientova adaptace s virtuálním prostředím a začali jsme přidávat obtížnosti, což bylo pro pacienta motivací ke zlepšování se. Pacienti, aniž by se nějak výrazně a izolovaně soustředili na dosažení maximálního rozsahu, pracovali v oblastech, které byly na začátku terapie nedosažitelné.

Každý den cvičení byly hodnoty o kvalitě a rozsazích zaznamenávány do počítače, který nám v průběhu a na konci terapie podával informace o kvalitě a kvantitě pohybu a srovnával výsledky z předchozích terapií.

Po skončení terapie pokračoval trénink na lůžku, kde jsme trénovali přibližně 15 minut s prvky konceptu PNF v oblasti DKK, HKK, lopatky i pánve. Závěr terapie byl zaměřen na zdokonalování jemné motoriky. K tomu jsme využívali dřevěné kostky a lego. Pacient s abscesem v následujících 15 minutách pokračoval jízdou na rotopedu. Po skončení těchto složek jsme nacvičovali lokomoci přesunem zpět na lůžkové oddělení.

Pacienti souhlasili s anonymním zveřejněním svého zdravotního stavu v této bakalářské práci.

4.1.2 Použité metodiky

Berg test, celým názvem Berg Balance Scale, byl vyvinut primárně pro hodnocení rovnováhy u pacientů vyššího věku, ale později se začal využívat hlavně u pacientů po CMP. Test je sestaven z 14 úkolů, jejichž splněním lze získat 56 bodů (dále b.). Maximální počet bodů svědčí o samostatnosti pacienta. Úkoly spočívají v postavení se z pozice sedu, posazení se ze stoje, stojí bez zevní opory, přesunech, stojí bez zrakové kontroly, stojí spojném, zvedání věcí ze země, pohybu HK v předpažení, otočení hlavy, otočení těla o 360°, tandemovém stoji, stojí s jednou nohou vpřed, stojí na jedné noze a pokládání nohou na židli. (Berg Balance Scale)

PNF využívá propioceptivní složky ke zlepšení funkčnosti nervosvalového mechanismu. Metoda zahrnuje poměrně velkou škálu technik, které přesně stanovují provedení pohybů. K facilitaci dochází především přes náš úchop pacientovy končetiny, slovní vedení pohybu, odpor, zrak, trakci nebo aproximaci, časování a vzor. V PNF se pracuje s HK, DK, pávní a lopatkou. Všechny druhy přesně stanovených pohybů zahrnují pohyb v diagonálách. (Holubářová, Pavlů, 2007)

Vyšetření obsahovala vyšetření stoje a chůze, rovnováhy, anamnézy, psychických a fatických funkcí, oblasti obličeje, napínacích reflexů, funkcí ruky, tonu, pyramidových jevů, orientační svalové síly, rozsahu pohybu, mozečkových funkcí a kvality pohybu.

Frenchay arm test hodnotí pět základních úkolů. Pacient může dosáhnout 0-5 bodů. Při splnění úkolu hodnotíme známkou 1a při nesplnění známkou 0. (Heller et al., 1987)

ArmeoSpring je přístroj určen pro pacienty s motorickým deficitem horní končetiny. Tento robotický exoskeleton dopomáhá všem pohybům pacienta. Pomocí monitoru zobrazuje pacientův veškerý provedený pohyb v poutavé formě hry. Dá se využívat pro levou i pravou horní končetinu a individuálně nastavit pro každého jedince.

Všechny vyšetřované aktivní rozsahy pacientů jsou měřeny na ArmeoSpring v pracovním prostředí s částečným odlehčením pohybu.

Seznam použitých rozhraní a her u pacientů 1-3:

- 2D balónky – pohyb ve vertikále, 2 D balónky – pohyb ve frontální rovině,
- 2D záchranář – pohyb ve frontální rovině,
- 3D potápěč – pohyb ve všech třech rovinách,
- 3D obchod – pohyb ve všech třech rovinách + síla úchopu,
- 3D vaření – pohyb ve všech třech rovinách + síla úchopu,
- 3D instalatér – pohyb ve všech třech rovinách + síla úchopu,
- 3D piráti – pohyb ve frontální rovině. (Gijbels et al., 2011)

Jemnou motoriku jsme procvičovali skládáním drobných dřevěných kostek, stavěním lega, motáním provázku do klubíčka, vázáním uzlů a trénováním úchopů.

5 HYPOTÉZY

H1 – Předpokládám, že u všech probandů dojde ke zlepšení aktivního pohybu.

H2 – Předpokládám, že probandi nevydrží po celou dobu terapie na ArmeoSpring v pracovním sedu.

5.1 Charakteristika pacientů

Skupinu tvoří dva muži a žena hospitalizovaní na neurochirurgii ve FN Plzeň. Probandům byla diagnostikována CMP, meningeom a absces mozku. Věkové rozhraní sledovaných je od 37 do 73 let. Jedním z následků onemocnění byla u všech centrální paréza dominantní HK. Terapie probíhala 5x týdně po dobu jednoho měsíce. U všech bylo provedeno vstupní i výstupní neurologické vyšetření pro porovnání dosažených změn. Stanovená terapie se skládala z nácviku lokomoce, PNF, tréninku jemné motoriky a terapie ArmeoSpring. Všichni probandi souhlasili se zveřejněním svých zdravotních údajů v kazuistikách a s náhledem do svých lékařských zpráv.

6 KAZUISTIKA

6.1 Pacient 1, vstupní vyšetření

Pacient je muž ve věku 73 let. První setkání proběhlo 5. 12. 2016.

Nynější onemocnění: Pacient byl hospitalizován ve FN Plzeň na neurochirurgii 28. 11. 2016 z důvodu pádu v ebrietě s úderem do hlavy. Na CT bylo nalezeno podezření na malý meningeom vysoko centrálně vlevo. Za poslední rok prodělal několik epileptických záchvatů parciálních, později i generalizovaných.

Vzhledem k lokalizaci nádoru bylo navrženo vyšetření stoje, chůze, držení těla, spasticity, cití, hybnosti, napínacích reflexů, pyramidových jevů zánikových a iritačních, mozečkových funkcí, gnostických a fatických funkcí a psychické orientace.

6.1.1 Anamnéza

Rodinná anamnéza: Otec probanda zemřel na špatné cévní zásobení žaludku. Matka zemřela z neznámé příčiny ve věku 85 let. Má dvě zdravé dcery.

Osobní anamnéza: Proband prodělal běžná dětská onemocnění, nikdy nebyl vážněji nemocen a neměl závažnější úraz. Od mládí kouřil 20 cigaret denně a pil hodně alkoholu. V současnosti kouří 3 cigarety denně a nepije alkohol. V roce 1997 prodělal CMP. Před deseti lety vznikla chabá periferní paréza nervus facialis vlevo. Dalšími zdravotními komplikacemi jsou diabetes druhého typu, onemocnění srdce, tuberkulóza, vředová nemoc. Tromboembolickou nemoc popírá a po dobu dvou let ví o vyšším tlaku krve. Podrobnější vyšetření těchto onemocnění neprodělal, neléčí se a nechodí na kontroly.

Sociální anamnéza: Žije s manželkou v rodinném domě bez schodů. Mezi jeho koníčky patří turistika a hra na kytaru.

Pracovní anamnéza: Nyní je v důchodu. Dříve se živil jako kabelář. Při práci často přišel do styku s olovem.

Alergologická anamnéza: Není alergický, nejuje koagulopatie a po dobu čtyřiceti let byl dárce krve.

Farmakologická anamnéza: Pacientovi jsou podávány tyto léky: Perindopril 8 mg, Mexonidin 0,3 mg, Keppra, 500 mg, Moduretic 1 tableta, Amlodiopin 10 mg.

6.1.2 Vyšetření stoje a chůze

Pacient je schopen stabilního stoje bez opory. Stoj je poměrně klidný o širší bazi, bez známek vychylování k postižené straně. Chůze je značně zhoršená, není schopen jít sám bez opory, aniž by se uchyloval k pravé straně. Má problém s uvědoměním si těla v prostoru, často by narážel do předmětů po pravé straně. Chodí zbytečně rychle. V držení těla jsou také patrné jisté odchylky. Hlavu drží rovně. Levé rameno, clavicula a scapula jsou drženy výš než pravá strana. Thorakobrachiální trojúhelníky jsou asymetrické. Větší výhřez je patrný na levé straně. Umbilicus nacházíme ve středním postavení. Zřetelná je také zvětšená bederní lordóza a pánev v antevertzi.

6.1.3 Vyšetření rovnováhy

U vstupního vyšetření byla rovnováha hodnocena Berg testem, v průběhu pobytu v nemocnici orientačně, ke konci terapie opět Berg testem. Výsledek vstupního Berg testu dosáhl 31 bodů. Nejhorších výsledků dosáhl pacient u stoje na jedné noze, zvedání předmětu z podlahy a přesunu nohou na schod.

6.1.4 Psychická orientace a gnostické funkce

Pacient byl bez poruchy fatické a gnostické funkce. Ohledně času, místa a základních informací také nebyly objeveny větší deficity.

6.1.5 Mozečkové funkce

K vyšetření neocerebella byla provedena zkouška taxie. Test obsahoval dotknutí se prstem nosu a sunutí paty po bérce k nártu. Jistý problém byl nalezen při pokusu s nosem. Skluz paty po bérce byl pacient schopen provést.

Vyšetření paleocerebella bylo provedeno v sedě, kdy jsme se pokusili pacienta vyvést z rovnovážného stavu. Při destabilizaci tahem pacienta vzad došlo ke spontánnímu vyvážení rovnovážného stavu pomocí flexe v kyčelních kloubech.

Pasivita byla vyšetřena rotacemi trupu a sledováním pohybů HKK kolem trupu. Obě strany vykazovaly symetrii.

Dysdiadochokineza byla vyšetřena střídáním flexe a extenze v zápěstních kloubech. Při pozitivním testu by bylo na postižené straně nalezeno zpomalení odezvy, což u daného pacienta prokázáno nebylo. Jistý deficit přisuzujeme spíše neschopnosti pohybu kvůli zasažení motorické kůry.

Cereberální dysartrii jsme nepozorovali.

6.1.6 Napínací reflexy

Na pravé HK byly testovány následující reflexy: pronační, stylo radiální, bicipitový a tricipitový. U všech byla zvýšená vybavitelnost. Na pravé DK byly testovány reflexy Achillovy šlachy a reflex patellární. Oba dva měly také zvýšenou vybavitelnost. Nepostižená strana se jevila bez známek patologické zvýšené nebo snížené reflexní odezvy.

6.1.7 Vyšetření tonu HKK a DKK

Vyšetření bylo zaměřeno na postiženou pravou stranu. Levá strana byla vyšetřena pouze orientačně. Na pacientovi nebylo nalezeno semiflekční držení. Byl zjištěn výraznější hypertonus v oblasti pravé HK. Pravá HK vykazovala mírné známky atrofie, především v oblastech předloktí a ruky.

Na DKK nebyly nalezeny výraznější patologické změny.

6.1.8 Pyramidové jevy iritační

Spasticita byla testována pomocí Ashwortovy škály a nebyly shledány žádné spastické příznaky na HKK a DKK. Výsledek byl 0. Na HK a DK byly zkoušeny následující testy:

- Trommerův příznak – bez záškubu posledního článku,
- Justerův příznak – došlo k mírné addukci palce,
- Gordon, Schaffer, Chaddock, Oppenheim, Babinski – vše bez reakce palce,
- Rossolimo, Žukovskij, Mendel – také bez reakce prstů.

6.1.9 Pyramidové jevy zánikové

Na HK byly použity zkoušky Barrého, Ruseckého a Dufour. Všechny tři vyšly pozitivně. Zkouška Ruseckého byla problémová, pacient nebyl schopen dosáhnout správného nastavení pravé HK. Test Mingazziniho byl také pozitivní s poklesem 20° za 15 sekund (dále s). Test byl tímto výsledkem ukončen a brán za pozitivní.

Také byly vyšetřovány DKK. Testy Barré I, II, III zvládl pacient bez potíží. Jistá patologie byla zpozorována u testování Mingazziniho, kdy se pravá DK vychýlila od výchozího postavení (dále VP) o 15° za 5 s. Test byl ukončen a zopakován. Dodrželi jsme interval 30 s a pacientova pravá DK poklesla o 25°.

6.1.10 Čítí

Pro hodnocení polohocitu jsme zkoušeli dát předpažené HKK a prsty do různých pozic. Pro vyšetření pohybcitu jsme testovali stejné pohyby o různém rozsahu za určitou dobu. Zde byl diagnostikován problém. Pacient zadané úkoly nezvládal ani při zvětšení rozsahu a zároveň snížení časového intervalu. Dotyk byl vyšetřen pomocí ostré a tupé strany tužky. Mírný problém byl shledán v oblasti extenzorů předloktí a laterální strany paže. DKK nevykazovaly problémy.

6.1.11 Kvalita pohybu

Aktivní pohyb pacient zvládal všemi končetinami. Levá strana byla bez obtíží. Pravá DK se jevila se zachovalou plnou funkčností. Problém byl nalezen na pravé HK. Pacient měl největší problémy s jemnou motorikou, flexí a abdukci v ramenním kloubu.

6.1.12 Svalová síla

Svalová síla byla hodnocena orientačně u pohybů, které pacientovi dělaly největší problém. Zaměřili jsme se proto pouze na pravou HK. Pacient zvládal samostatně abdukci v rameni do 60° a flexi do 100°. Síla stisku se jevila na obou HK symetricky.

6.1.13 Rozsah pohybu

Vyšetřování rozsahu pohybu (dále ROM) bylo testováno orientačně pasivně a aktivně. Pravou HK nebyl pacient schopen flektovat nad 90°. Abdukce vázla v oblasti 60°. Vstupní vyšetření aktivního ROM bylo také testováno při nastavování pracovního rozhraní při terapii na ArmeoSpring. Omezení do abdukce a flexe značně zmenšilo využitelný pracovní prostor.

6.1.14 KRP a DRP

Krátkodobý rehabilitační plán byl postaven s primárním cílem zlepšení taxie, pohybcitu, aktivního ROM na pravé HK a cílení pohybu pravé HK. Do KRP bylo zařazeno denní 30minutové cvičení na přístroji ArmeoSpring na pravou HK. Pro korekci lokomoce jsme pracovali s prvky PNF v oblasti pánve a dolních končetin. Nácvik lokomoce probíhal po dobu 15 minut. Lokomoci jsme zacílili na prvky, které v Berg testu pacientovi vyšly s výsledky 0-2 body.

ArmeoSpring

Trénink každé hry trval 5 minut. Pauza mezi hrami byla 1 minuta. Práce probíhala v rozhraní 2D a 3D při parametrech nastavení DOF4. Hry primárně motivovaly pacienta k pohybu a svým charakterem stimulovaly další složky, jako například propriocepci, taxi, kognici a pohybovit.

Do DRP bylo zařazeno skupinové cvičení pro starší osoby, logopedie a jistá úprava životního stylu.

6.2 Výstupní vyšetření

Nejvýraznější změny bylo dosaženo u aktivního ROM na pravé HK v oblasti ramene. Pacient byl na konci terapie schopen vyšší aktivní funkční flexe i abdukce. Při poslední terapii byl schopen dosáhnout flexe 120° a abdukce 95°. Přístroj vyhodnotil, že maximální aktivní využívaný pracovní prostor činil 84 % maximálního rozsahu.

Tabulka 1: Aktivní ROM u pacienta 1 hodnocený na ArmeoSpring

Pohyb	Datum vstupní a výstupní	Rozsah vstupního a výstupního měření	Průměrné využití celkového pracovního prostoru
Abdukce ramene	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	62° a 116°	81 % a 87 %
Flexe ramene	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	95° a 124°	66 % a 71 %

Zdroj: ArmeoSpring, FN Plzeň

Výrazné změny bylo také dosaženo u pohybovitu. Pacient dokázal kvalitněji rozfázovat pohyb a také se podařilo zlepšit lokomoční složku.

Berg test byl vyhodnocen s lepšími výsledky. Výsledné zlepšení dosahovalo hodnoty 6 bodů. Nejvýraznějšího posunu bylo dosaženo u stoje na jedné noze, a to z hodnoty 0 b na 2 b. Zvedání předmětu z podlahy se změnilo z 0 na 1 b. Střídavý přesun nohou na schůdek byl ohodnocen také zlepšením o 1 b. Jistý pokrok prodělal pacient také u vstávání a samostatného stoje.

Výsledky stanovené terapie ArmeoSpring v průběhu terapie vykazovaly každodenní progres.

6.3 Zhodnocení

Rehabilitace probíhala pětikrát týdně. Pacient byl ohledně cvičení zpočátku trochu skeptický, přesto spolupracoval a terapii neodmítal. Dosáhli jsme zlepšení funkčnosti pravé HK, stoje, lokomoce a pohybecitu. Žádná z vyšetřovaných složek se nezhoršila. Pacienta motivovala terapie na ArmeoSpring. První týden probíhající terapie bylo ale zaznamenáno zlepšení v uvedených oblastech pouze na přístroji Armeo. Při cvičení PNF a jistotě při nácvičku lokomoce jsme takovou míru zlepšení nepocit'ovali. Zmiňované rychlé pokroky ve výsledcích terapie přisuzujeme adaptaci na virtuální prostředí. Další terapie se zlepšovaly pomaleji a některé prvky stagnovaly. Výsledek z pondělní terapie daného týdne byl vždy horší než výsledek páteční.

6.4 Pacient 2, vstupní vyšetření

Pacientka je žena ve věku 64 let. První setkání proběhlo 5. 12. 2016. Žena byla přijata na základě ataky CMP. Po probuzení již byla popisována silná paréza dominantní levé HK s mírnou parézou levé DK.

Nynější onemocnění: Pacientka byla hospitalizována ve FN Plzeň na neurochirurgii 21. 11. 2016 z důvodu CMP.

Vzhledem k lokalizaci postižení bylo navrženo vyšetření hybnosti a čítí primárně na levé straně, napínacích reflexů iritačních a zánikových pyramidových jevů, gnostických a fatických funkcí, mozečkových funkcí, psychické orientace, stoje a lokomoce.

6.4.1 Anamnéza

Rodinná anamnéza: Matka vyšetřované osoby zemřela ve věku 74 let na infarkt myokardu. Otec zemřel ve věku 79 let přirozenou smrtí.

Osobní anamnéza: Pacientka prodělala běžná dětská onemocnění. V 11 letech jí byla diagnostikována rakovina děložního čípku. Problém byl operačně řešen bez následné chemoterapie. Má vysoký krevní tlak a je kuřačka. Denně vykouří 5 cigaret. Občasně pije alkohol.

Sociální anamnéza: Žije v domě se synem. Dům nemá schody. V rodině panují výborné rodinné vztahy. Doma nemá žádné kompenzační pomůcky, budou nainstalovány během jejího pobytu v nemocnici.

Pracovní anamnéza: Pacientka je důchodkyně. Dříve pracovala jako učitelka na základní škole.

Alergologická anamnéza: Nemá žádné alergie.

Farmakologická anamnéza: Užívá Euphilin.

Nynější onemocnění: Pacientka si nepamatuje počátek onemocnění, ale až probuzení v nemocnici. Je zřejmá paréza levé HK a mírná paréza levé DK. Diagnóza byla stanovena jako hemoragická CMP v a. carotis anterior.

6.4.2 Vyšetření stoje a chůze

Stoj se jeví s vyšším zatížením PDK. Vyšetření proběhlo stojem na vahách, kdy při celkové hmotnosti 62 kg vykazuje zatížení pravé DK 47 kg. Aspekčně je také patrná zevní rotace na pravé DK. U pacientky nacházíme mírnou atrofii HKK i DKK a mírný úklon hlavy na levou stranu. Levé rameno je postaveno níž než pravé o 2-3 cm. Z držení těla je patrná zvýšená hrudní kyfóza. Na levé straně pánve nacházíme spina iliaca posterior superior o 3 cm níž.

Pacientka je schopna chůze o vzdálenosti 25 metrů v chodítku. Chůze vypadá nejistě a je popisovaný strach z pádu. Pozorujeme šouravou chůzi, kdy levou DK přisunuje k pravé. Nelze vyhodnotit souhyb HKK, protože pacientka není schopna samostatné chůze. V oblasti zápěstí, lokte i ramene jsou patrné počátky Wernickeovo-Mannova držení.

6.4.3 Vyšetření rovnováhy

Rovnováha byla vyšetřována pouze orientačně. Je zřejmé, že pacientka není schopna stoje a chůze bez zevní opory. Sed zvládá bez opory.

6.4.4 Psychická orientace a gnostické funkce

Lékařská zpráva uvádí, že pacientka byla po probuzení dezorientovaná v čase a místě. Při našem vstupním vyšetření se jevila psychická orientace v pořádku. Gnostické a fatické funkce vyhodnocujeme také bez patologie.

6.4.5 Mozečkové funkce

Vyšetření prokázalo nález asynergie poukazující na dysfunkci paleocerebella. Asynergie a taxe byly vyšetřeny stejně jako u pacienta 1. Vyšetření asynergie poukázalo na malý nález flexe v kyčelních kloubech.

Položit patu na koleno a sjet po bérce k nártu nebylo možné otestovat z důvodu parézy. Testování dotyku nosu činilo pacientce také značné problémy.

Horní končetina se stavěla do WMD.

Pacientka nebyla schopna provést střídavý pohyb v zápěstí. Dysdiadochokinezu jsme nedokázali vyšetřit.

Příznaky cereberální dysartrie nebyly shledány.

6.4.6 Napínací reflexy

Na levé HK byla silně zvýšená výbavnost všech napínacích reflexů. Na levé DK byla diagnostikována mírně zvýšená výbavnost. Vyšetřovány byly stejné reflexy jako u pacienta 1.

6.4.7 Vyšetření tonu HKK a DKK

Pro vyšetření byla použita Aschworthova škála. Celkový součet činil 12 bodů. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2: Aschworthova škála u pacientky 2, vstupní vyšetření

Plantární flexory	1
Flexory kolene	1
Extenzory kolene	0
Adduktory kyčle	1
Flexory zápěstí	2
Flexory prstů	2
Flexory lokte	3
Pronátory a supinátory	2 a 0

Zdroj: vlastní

6.4.8 Pyramidové jevy iritační

Na HK a DK byly prováděny následující testy:

- Trommerův příznak – se záškubem,
- Justerův příznak – došlo k mírné addukci palce,
- Gordon, Schaffer, Chaddock, Oppenheim, Babinski – pozitivní,
- Rossolimo, Žukovskij, Mendel – s reakcí prstů.

6.4.9 Pyramidové jevy zánikové

Na levé DK nacházíme pozitivní nález obrny Barré I, II a III. Mingazziniho zkouška byla také pozitivní.

Na levé HK vyšel pozitivní nález obrny. Zkouška Mingazziniho poukazuje na středně těžkou obrnu.

6.4.10 Čítí

Propricepce se jeví bez známek patologie a exterocepce vychází také bez pozitivního nálezu hypestezie. Vyšetřovány byly HKK i DKK.

6.4.11 Kvalita pohybu

Levou HK není pacientka schopna většího aktivního pohybu. Nedokáže překonat gravitaci nad úroveň spodních žeber. Levou DK je schopna provést plnou flexi v kyčelním a kolenním kloubu s dopomocí. Nacházíme také problém s bržděním a koordinací pohybu. Na nepostižené straně nevykazují HK a DK známky patologie.

6.4.12 Svalová síla

Neschopna levou stranou překonat gravitaci.

6.4.13 Rozsah pohybu

Rozsah pohybu na levé HK je částečně omezený ve všech složkách. Největší problém nacházíme v oblasti loketního a ramenního kloubu. Postiženou HK není pacientka schopna vykonat úkoly vedoucí k soběstačnosti. ROM byl hodnocen orientačně a poté objektivně aktivní ROM na přístroji ArmeoSpring. Nejdůležitější patologické rozsahy a jejich změny jsou zaznamenány v tabulce u výstupního vyšetření.

6.4.14 KRP a DRP

Spasticita na levé HK a DK, problémy s lokomocí a paréza levé HK působí největší omezení, které pacientka má. Proto byl KRP založen především na redukcii spasticity, stimulaci a učení pohybu levé HK a nácviku lokomoce. Terapie pro levou HK probíhala na přístroji ArmeoSpring. Každý den probíhal trénink na Armeo 25 minut. Terapie obsahovala 5 her po 4 minutách a minutové pauzy. Hry jsme volili s primárním cílem zvětšení aktivního ROM a redukování spasticity.

K nácviku lokomoce jsme využívali chodítko, ve kterém jsme se v rámci terapie přepravovali do tělocvičny a zpět na pokoj. S prvky PNF jsme pracovali v oblasti pánve, DKK a HKK. Z prvků PNF jsme využívali především II. diagonálu extenčního vzorce pro HK.

Do DRP byla zařazena lokomoce jako prevence komplikací kardiovaskulárního systému. Doporučeno bylo skupinové cvičení a zařazení každodenního cvičení v rámci ADL. Doporučili jsme pracovat především na ADL činnostech. Veškeré cvičení by bylo vhodné provádět pod dozorem druhé osoby.

6.5 Výstupní vyšetření

Lokomoční složka prodělala za dobu terapie výrazné změny. Poslední týden probíhal nácvik lokomoce bez chodítka pouze o podpažních berlích dále (dále PB) a nebo bez PB v bradlovém chodníku. Pacientka po 14 dnech přestala pociťovat hrůzu z pádu a její jistota při pohybu rostla. Stereotyp chůze také prodělal pozitivní změny. Levá DK již nebyla přisunována s patřičnou flexí v kolenním a kyčelním kloubu. Znamky šouravé chůze z prvního vyšetření byly minimální.

Tabulka 3: Aschworthova škála u pacientky 2, výstupní vyšetření

Plantární flexory	1
Flexory kolene	1
Extenzory kolene	0
Adduktory kyčle	1
Flexory zápěstí	1
Flexory prstů	1
Flexory lokte	2
Pronátory a supinátory	1 a 0

Zdroj: vlastní

Thrommerova zkouška byla stále pozitivní, ale spasticita se snížila v oblastech HK i DK.

Rozsahy na levé DK byly stále částečně omezené. Hodnocení bylo provedeno pouze orientačně, kdy v oblasti kolenního a hlezenního kloubu došlo k výraznému zvýšení rozsahu díky zmírnění spasticity.

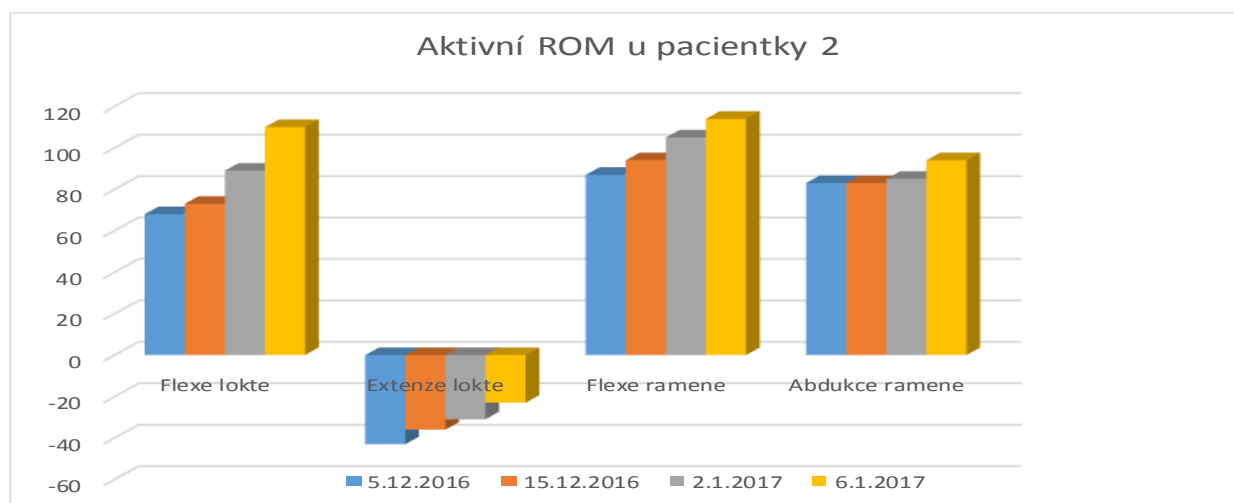
Hodnocení na levé HK bylo provedeno na přístroji ArmeoSpring. Největší změny jsou zaznamenány v následující tabulce a grafu. Veškeré rozsahy jsou měřeny s adekvátním odlehčením pro zvládnání vybraných úkolů, proto jsou vyšší, než rozsahy skutečně konané proti gravitaci.

Tabulka 4: Rozsahy u pacientky 2 hodnocené na ArmeoSpring

Pohyb	Datum vstupní a výstupní	Rozsah vstupního a výstupního měření	Průměrné využití celkového pracovního prostoru
Flexe lokte	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	64° a 114°	96 % a 82 %
Extenze lokte	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	-43° a -23°	91 % a 87 %
Abdukce ramene	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	81° a 87°	81 % a 87 %
Flexe ramene	5. 12. 2016 a 6. 1. 2017	85° a 113°	67 % a 75 %

Zdroj: vlastní

Obrázek 6-1: Aktivní ROM u pacientky 2



Zdroj: vlastní

6.6 Zhodnocení

Pacientka přistupovala k rehabilitaci zodpovědně. Byla motivována k navrácení se do běžného života a ke zvládnání ADL. S pacientkou jsme dosáhli zmírnění spasticity, zlepšení aktivního ROM levé HK i DK a podařilo se nám upravit i stereotyp a jistotu

chůze. Cvičení na přístroji ArmeoSpring ji bavilo a motivovalo nejen k aktivnímu cvičení po dobu terapie na přístroji, ale také k přesunu z pokoje do tělocvičny.

6.7 Pacient 3, vstupní vyšetření

Pacient je muž ve věku 37 let. Poprvé jsme se setkali 5. 12. 2016. Na začátku listopadu mu byl diagnostikován absces mozku. Problém byl operačně řešen a pacient zůstává do ledna v nemocnici na doléčení antibiotiky.

Nynější onemocnění: Pacient byl hospitalizován kvůli abscesu při dorzální části levé postranní komory.

V lékařské zprávě jsou uvedeny problémy: faciální paréza, fatická porucha, částečná porucha hybnosti pravé HK a částečně omezená funkce ruky.

6.7.1 Anamnéza

Rodinná anamnéza: Oba rodiče pacienta jsou zdraví.

Osobní anamnéza: Pacient prodělal běžná dětská onemocnění. Před šesti lety mu byla diagnostikována cirhóza jater nejasné etiologie. Problém byl řešen transplantačně před šesti lety na institutu klinické a experimentální medicíny. Pacientovi jsou podávána imunosupresiva. Má vysoký krevní tlak, je nekuřák a již deset let nepije alkohol.

Sociální anamnéza: Pacient žije sám v rodinném domě. Nemá děti a zajímá se o modelářství.

Pracovní anamnéza: Pacient je v invalidním důchodu. Dříve pracoval jako řidič kamionu.

Alergologická anamnéza: Alergie pacient neguje.

Farmakologická anamnéza: Užívá Advagraf, Apo-Ome, Valganciclovir – Teva, Fromilid, Ceftazidin a Prednison.

6.7.2 Vyšetření stoje a chůze

Lokomoce byla v době příjmu pacienta značně ovlivněna motáním hlavy. Při našem prvním setkání již nepopisoval žádné obtíže. Lokomoční složka se od doby před operací výrazně zlepšila. Pacient se jeví bez obtíží, zvládá stoj, chůzi, chůzi do schodů i ze schodů a otočky bez známek nestability.

6.7.3 Psychická orientace a fatické funkce

Pacient je plně orientovaný bez poruch gnostických funkcí.

Drobný problém byl diagnostikován u fatických funkcí.

6.7.4 Vyšetření oblasti obličeje

U pacienta byly vyšetřovány oční štěrbinu, postavení bulbů, nystagmus, elevace koutků, Chvostkův příznak, funkce polykání a postavení vyplazeného jazyka. Mírná patologie byla objevena v oblasti elevace obou koutků. Aspekčně byl také vyšetřen tep karotid, který se jevil symetrický.

6.7.5 Napívací reflexy

Na pravé HK byla mírně zvýšená výbavnost všech napívacích reflexů. Největší odezva byla diagnostikována u reflexu tricípitového a stiloradiálního. Ostatní končetiny měly výbavnost v normě. Proběhlo vyšetření stejných reflexů jako u pacienta 1.

6.7.6 Vyšetření funkce ruky

Pro vyšetření funkce ruky byl použit Franchay arm test, ve kterém pacient dosáhl třech bodů z pěti.

Tabulka 5: Frenchay arm test u pacienta 3

Pravítko	1
Válec	1
Sklenice	0
Kolíček	0
Česání	1

Zdroj: vlastní

6.7.7 Vyšetření tonu HKK a DKK

Tonus na HKK a DKK byl vyšetřen aspekčně a palpačně. U pacienta byl objeven mírný hypertonus v oblasti musculus (dále m.) biceps brachii a flexorů předloktí.

6.7.8 Pyramidové jevy iritační

U pacienta nebyly patrné výraznější známky spasticity. Wernickeovo-Mannovo držení nebylo zaznamenáno. Byly prováděny testy Trommera, Justera, Schaffera, Chaddocka, Oppenheima, Babinskiho, Rossolima a Žukovského. Všechny proběhly bez pozitivního nálezu.

6.7.9 Pyramidové jevy zánikové

Na DKK nebyla objevena žádná patologie. Pacient byl testován stejně jako předchozí pacienti.

Na pravé HK byla objevena částečná obrna. Mingazziniho zkouška vyšla pozitivně. Pacient nebyl schopen udržet ramenní kloub ve výchozím postavení.

6.7.10 Čítí

Dotyk byl testován rozlišováním tupého a ostrého vjemu na levé HK. U pacienta byl jistý problém na dorzální části předloktí, kde nedokázal vjem tupého a ostrého rozpoznat.

Proprioceptivní složka byla testována flexí HK do 90°. Tento test pacientovi nedělal problém. Jistý problém byl nalezen v oblasti zápěstí. Pacient nedokázal rozeznat výchozí pozici od dorzální flexe.

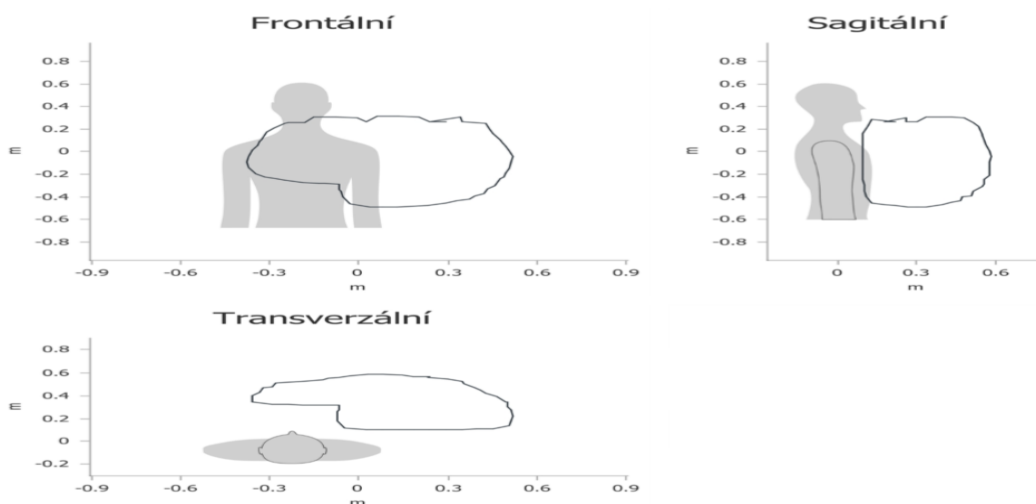
Vyšetření taxy proběhlo také s nálezem jisté patologie. Pacientovi dělalo problém dotknout se prstem nosu.

6.7.11 Orientační svalový test na pravou HK

Svalová síla byla hodnocena orientačně. Největší problémy činila abdukce a flexe ramene nad horizontálu. Flexi v lokti zvládá sám proti gravitaci. Při kladení malého odporu se jeví flexe problematická. Byl schopen flexe a extenze prstů proti gravitaci, nikoli proti odporu.

6.7.12 Rozsah pohybu

Rozsah pohybu byl omezen především v oblasti pravého ramene. Pacient zvládal rozsah znázorněný následujícím obrázkem. Obrázek je použit z vyšetření na přístroji ArmeoSpring. Částečně byla také omezena dorzální flexe v zápěstí. Hodnota dorzální flexe zápěstí činila 20°. Pasivní ROM v zápěstí byl bez omezení.



Obrázek 6-2: Rozsah pohybu hodnocený na ArmeoSpring u pacienta 3

Dostupné z: ArmeoSpring, FN Plzeň

6.7.13 KRP a DRP

Váznoucí funkčnost pravé HK a ruky by pacienta omezovala v běžných denních činnostech. U pacienta se neprojevovaly další výrazné patologické příznaky, které by bylo potřeba akutně řešit. Terapie byla proto zaměřena především na reedukaci pohybu a nácviku ADL. Každodenní cvičení na ArmeoSpring trvalo 36 minut. Poté jsme rozvíjeli jemnou motoriku formou hry. Úkoly spočívaly v jednoduché stavbě z lega nebo z dřevěných kostek. Třikrát týdně jsme pracovali s prvky PNF především pro zpestření práce s pravou HK a vystavení novým proprioceptivním vjemům.

Hry na ArmeoSpring jsme vybírali s primárním cílem zvyšovat aktivní ROM a nácvik ADL. Terapii jsme spojili s procvičováním fatických funkcí, kdy bylo úkolem pacienta veškerou práci v rámci her slovně doprovázet. Cvičení se skládalo z šesti her o délce 5 minut a minutových pauz. Hry byly vybrány o DOF4 s prostředím vhodným pro slovní doprovod. Pro představu charakteru vybraných her uvádíme seznam a pořadí.

- 2D balónky – pohyb ve vertikále,
- 2D balónky – pohyb ve frontální rovině,
- 2D záchranář – pohyb ve frontální rovině,
- 3D potápěč – pohyb ve všech třech rovinách,
- 3D instalatér – pohyb ve všech třech rovinách + úchop,
- 2D piráti – pohyb ve frontální rovině + úchop.

Pacient jevil zájem o zvýšení kondice a síly na DKK. Proto jsme do terapie zahrnuli i dvakrát týdně chůzi po schodech a dvakrát týdně 15 minut jízdy na rotopedu.

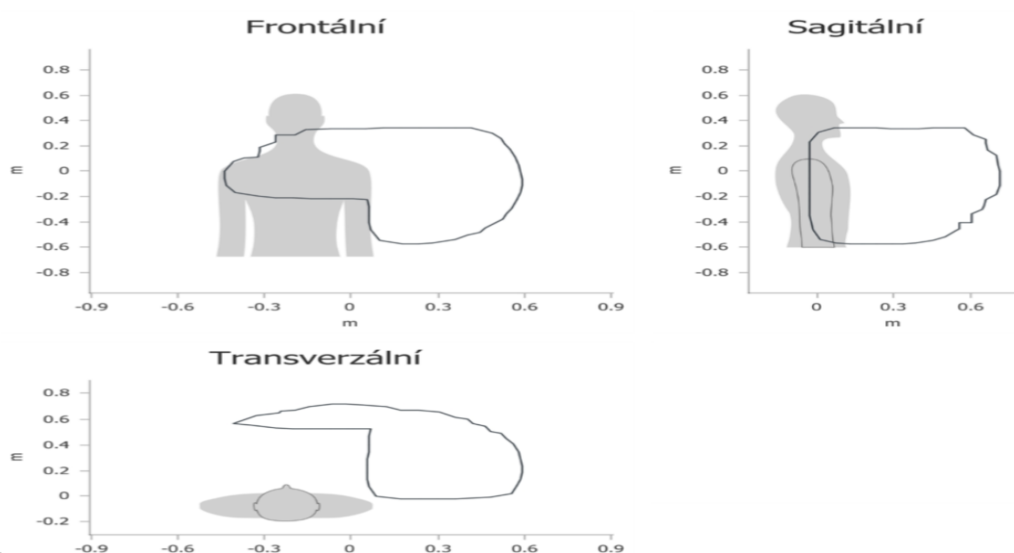
Do DRP bylo zařazeno zdokonalování jemné motoriky, nácvik ADL a docházení na logopedii.

6.8 Výstupní vyšetření

Aktivní ROM pravé HK se nám podařilo zlepšit. Svalovou sílu a funkčnost pravé HK jsme také zkvalitnili.

Hybnost HK byla opět hodnocena na ArmeoSpring. Aktivní ROM na konci terapie je vyobrazen v následujícím obrázku z 6. 1. 2017.

A-MOVE – aktivní



Obrázek 6-3: Výstupní vyšetření u pacienta 3 na ArmeoSpring

Dostupné z: ArmeoSpring, FN Plzeň

K pozitivním změnám došlo i u Franchay arm testu, kdy ve zkoušce „sklenice“ pacient vodu nevytlil a celkový funkční výsledek tak byl 4 b z původních 3 b.

6.9 Zhodnocení

Pacient byl velmi komunikativní a k rehabilitaci přistupoval zodpovědně. V průběhu terapie byly vidět poměrně velké pokroky, které ho značně motivovaly. Podařilo se nám zdokonalit funkci pravé HK, což bylo také na počátku stanoveno jako primární cíl. Pacient uvádí, že práce na přístroji ArmeoSpring byla velice poutavá, zábavná a motivovala ho ke zlepšování se. Vizuální zobrazení výsledku přinášelo do terapie chuť se zlepšovat.

Fatickou složku se nám nepodařilo výrazněji ovlivnit.

7 VÝSLEDKY SLEDOVÁNÍ

7.1 Výsledky hypotézy 1

H1 – Předpokládám, že u všech probandů dojde ke zlepšení aktivního ROM pohybu.

Tabulka 6: Aktivní rozsahy pohybů hodnocené na ArmeoSpring u pacientů 1, 2 a 3 za dobu 1 měsíce

Pohyb	Rozsah pacienta 1	Rozsah pacienta 2	Rozsah pacienta 3
Flexe ramene vstupní	95°	85°	97°
Flexe ramene výstupní	124°	113°	105°
Abdukce ramene vstupní	62°	81°	86°
Abdukce ramene výstupní	116°	87°	91°
Flexe lokte vstupní	127°	81°	124°
Flexe lokte výstupní	128°	114°	122°
Extenze lokte vstupní	-4°	-43°	-2°
Extenze lokte výstupní	-4°	-23°	-3°
Dorzální flexe zápěstí vstupní	89°	73°	20°
Dorzální flexe zápěstí výstupní	85°	75°	27°
Plantární flexe zápěstí vstupní	88°	82°	76°
Plantární flexe zápěstí výstupní	86°	82°	80°

Zdroj: ArmeoSpring, FN Plzeň

Pacient 1 měl problémy v oblasti ramenního kloubu.

Pacient 2 měl problémy v oblasti ramene a lokte.

Pacient 3 měl jisté nedostatky v oblasti ramene a zápěstí.

Testování probíhalo na 3 probandech po dobu jednoho měsíce při terapii na ArmeoSpring. U všech došlo k pozitivní změně aktivního ROM. Hypotézu H 1 nelze vyvrátit.

7.2 Výsledky hypotézy 2

H2 - Předpokládám, že probandi nevydrží v pracovním sedu po dobu terapie na ArmeoSpring.

Sledovali jsme 3 probandy po dobu jednoho měsíce při terapii na přístroji ArmeoSpring.

Výchozí pozicí byl sed na židli s pravým úhlem v kyčelních a kolenních kloubech s šířkou pánve mezi kotníky a koleny. Snažili jsme se o fyziologické napřímení páteře při opoře v opěrátku. Nepracující HK byla volně podél těla či položená na stejnostranné DK. Výška exoskeletonu byla určena výškou pacientova ramene, aby byla zaručena kvalitní ergonomie při terapii. Hlava byla opřena na pracovní straně o polštářek, takže by nemělo při terapii docházet k přetěžování krčních svalů a synergnímu úklonu či předsunu hlavy. U všech třech docházelo po celou dobu terapie k jistým odchylkám z výchozí pozice sedu. Patologický pohyb se týkal především předsunu hlavy a borcení v oblasti středu těla. Přisuzuji to zejména odvedením pozornosti hrou od vnímání vlastní postury při hraní. U pacientky 2 bylo sledování ne zcela objektivní vůči pacientovi 1 a 3 kvůli zhoršenému držení těla způsobeného těžší parézou.

Odchytky od výchozího postavení u pacientů znázorňuje následující tabulka. Hypotézu 2 mi potvrzují výsledky uvedené v Tabulce 7.

Tabulka 7: Odchytky v držení těla u pacientů při terapii na ArmeoSpring

Pacient	Předsun hlavy	Kyfozizace hrudní páteře	Šířka mezi kolena a kotníky	Opora o chodidla
1	ano	ano	zvýšila a snížila	z výchozího postavení na laterální stranu chodidla
2	ano	ano	snížila a zvýšila	z výchozího postavení na laterální stranu chodidla
3	ano	ano	zvýšila a snížila	z výchozího postavení na laterální stranu chodidla

Zdroj: vlastní

8 DISKUZE

Camilo Cortés et al. (2014) uvádí, že robotická zařízení se začala vyrábět s cílem poskytovat kvalitnější péči a zlepšovat aktivní hybnost, sílu a koordinaci zasažené končetiny. Klinické studie potvrzují, že robotická terapie dokáže snížit míru poškození vybrané oblasti.

Robotické zařízení poskytuje pacientovi patřičné odlehčení končetiny, a umožňuje mu tak provádět pohyb a pracovat ve virtuální realitě v oblastech, kam by se bez podpory nedostal. Díky této formě cvičení poskytujeme pacientovi feedback nedosažitelný běžnou terapií. Vjemy tohoto druhu přispívají k regeneraci nervových struktur, a staví tak robotickou terapii na neopomenutelnou příčku kvalitní a komplexní rehabilitace. (Winters, 2000)

Peter Lum et al. (2006) zmiňují v časopise *Topics in Stroke Rehabilitation*, v čísle *Current Status and Changes to Clinical Acceptance*, že aktivně asistovaný pohyb využívají u pacientů, kteří nejsou schopni provést plný funkční rozsah. Práce na robotickém zařízení poskytuje pacientovi asistovaný pohyb a vylučuje tím složky, které mohou pohyb znemožňovat. U pacienta s paretickou končetinou, který nezvládne plné funkční rozsahy bez dopomoci, můžeme systém nahradit například obyčejným skateboardem, který vyloučí gravitaci a odporové složky, a my tak můžeme vést jeho pohyb bez vnějšího zásahu do končetiny.

Ioannis Sarakoglou et al. (2007) se v knize *Rehabilitation Robotics* zmiňují o pilotní studii exoskeletonu ARMin na deseti zdravých a pěti nemocných probandech. Při této studii bylo testováno pohodlí, funkce a soužití se s exoskeletonem. Při pracovních rozhraních obsahujících ADL, movement therapy a game therapy byla zaznamenávána trajektorie, rychlost a množství opakování. U všech probandů byla volena adekvátní podpora končetiny. Sledované subjekty hodnotily terapii průměrnou známkou 8,5 z 10, tedy velmi pozitivně. Jejich další výsledky týkající se terapie se rapidně zlepšovaly.

Za poslední rok studia materiálů k bakalářské práci jsem dospěl k řadě poznatků, o kterých se autoři zmiňují. Většina informací, které uvádějí ve svých publikacích, se mi potvrzovala každodenní terapií s pacienty na systému ArmeoSpring. Terapie dle již zmiňovaných autorů přináší do škály rehabilitační péče pokrok, který je podle dosavadních studií nejen funkční, ale pro většinu pacientů navíc i velmi poutavý a zábavný.

Připouštím, že pro své sledování jsem neměl dostatečné množství subjektů s dostatečnou variabilitou onemocnění, aby se mohla hypotéza plně potvrdit. Pacienti, kteří byli vybráni, trpěli lehkou až středně těžkou parézou. Navíc u žádného z nich nebyla silně zasažena senzitivní složka, která je pro učení se nových pohybů, jak uvádí např. profesor Schmidt a profesor Watson, neopomenutelně důležitá. Tím si vysvětluji, proč se všichni tři probandi tolik zlepšovali. V Tabulce 6 v části výsledky hypotézy 1 můžeme sledovat informace o hodnotách dosažených za dobu terapie. Výpovědní hodnoty sledovaných probandů poukazují na pozitivní vliv robotické terapie.

Přestože docházelo u probandů po dobu terapie k odchýlkám od pracovního sedu, fyzická zdatnost v daném problému zřejmě nehrála hlavní roli. U pacientky 2 byly voleny kratší intervaly cvičení, aby byla také schopna plně těžit z vybrané terapie na ArmeoSpring, a aby byla schopna udržet po dobu cvičení pracovní sed.

Před terapií jsme se všemi třemi pacienty zkoušeli pracovní sed a práci v něm. Tento termín jsem zvolil z důvodu, že sed nebyl korigovaný. Jeho charakter je popsán v kapitole Výsledky hypotézy 2. Cílem bylo udržet probandy v přednastavené pozici, která je zachovávala posturálně zajištěné a vedla k udržení punctum fixum přibližně v oblasti trupu. Cílem dané pozice bylo vhodné řetězení pohybu pro HK při terapii. (Christoph von Laßberg, 2015)

Udržet sed, ve kterém by pracovali na přístroji ArmeoSpring po dobu 30 minut, nebylo pro žádného pacienta problémem. Vyšetření bylo spojeno s odebráním anamnézy, aby probandi nebyli primárně soustředěni na sed, ale na odlišné úkoly. Všichni tři zvládli udržet zadanou pozici bez větších odchylek a uchylování se do patologického postavení. Při práci na ArmeoSpring tomu tak nebylo. Je možné, že to bylo způsobeno mojí chybou, která spočívala v nevhodně zvoleném časovém intervalu terapie.

Myslím si, že terapie ArmeoSpring pro rehabilitaci HK byla co se týče obnovy funkce HK velmi přínosná. Podobné výsledky robotické terapie uvádí například Toshio Fukuda v knize *Multi-Locomotion Robotic Systems: New Concepts of Bio-inspired Robotics*, Shane S. Q. Xie v knize *Advanced Robotics for medical rehabilitation* a mnoho dalších studií.

Práce ve virtuálním rozhraní s podporou exoskeletonu byla pro pacienty velmi poutavá, zábavná a přínosná. Tato informace byla nejen vyzorována, ale pacienty na

konci terapie také potvrzena. Podobné závěry uvádí i studie publikovaná v knize *Rehabilitation Robotics* v sekci od autorů Sophia Kousidou et al. (2006).

Snaha překonávat své dosavadní výsledky a příjemné a částečně usnadněné pracovní prostředí přinášelo do kvality a kvantity tréninku terapeutem „neposkytnutelné“ aspekty. Pacienti uváděli, že vizuální zobrazování kvantity a kvality jejich tréninků a samostatnost při cvičení byly poutavými prvky terapie. K negativním aspektům lze zařadit přemotivování, které by mohlo vést k mírnému zvyšování spasticity při tréninku, a dále skutečnost, že terapie pacienty částečně odváděla od vnímání vlastního těla jako celku.

Znovuučení se novým pohybovým programům by mělo být prováděno ve fyziologickém nastavení celého těla jako je tomu při učení se u dětí. (Kolář et al. 2011; Schmidt et al., 2005)

Práce na ArmeoSpring by mohla být obohacena pro pacienty schopné aktivně udržet pracovní sed kontrolními mechanizmy, které by dle mého názoru terapii ještě více zkvalitnily.

Největší odchylky u testovaných osob byly objeveny v oblasti krční páteře, v postavení hrudní páteře a nastavení celých DK. Tyto odchylky jsou zmíněny v Tabulce 7.

Připojením kontrolní desky, která by snímala zatížení plosek nohou, by byl pacient veden k udržování si přednastaveného držení těla. Výraznější odchýlení se od výchozí pozice by terapii uzamklo nebo ztížilo a vedlo pacienta k vnímání celé postury těla. Přínosná by mohla být také přídavná čidla v oblasti hlavy, beder, podsedačky a rozteče mezi kolena. Připouštím, že sed na židli není zcela kompatibilní s vývojovými pozicemi. Přesto si myslím, že je vhodné i takovou pozici v jistých aspektech korigovat.

Po prostudování mnohých materiálů od nejrůznějších lékařských a technických expertů vyvíjejících rehabilitační robotická zařízení je zřejmé, že je v této oblasti zapotřebí dalšího výzkumu jak technické, tak i biologické složky. Centrální nervový systém člověka je z technické stránky dokonalým systémem, který je ovšem zapotřebí dále zkoumat pro ještě komplexnější a dokonalejší poskytování rehabilitační péče.

ZÁVĚR

Práce se zabývá motorickou složkou, která je alespoň částečně u většiny neurologických pacientů zasažena. Nově vyvíjená robotická zařízení jsou výbornou pomůckou pro terapeuty. Díky těmto strojům se nám otevírají nové možnosti terapie, které jsme schopni pacientům poskytnout.

Výsledky sledovaných probandů v této práci poukazují na fakt, že robotické systémy by měly tvořit neopominutelnou složku pro kvalitní a komplexní rehabilitaci.

Při hledání vědeckých studií týkajících se pracovní pozice při terapii na exoskeletonech jsem neuspěl. Pouze jsem využíval poznatky o punctum fixum a řetězení pohybu.

Neurologický zásah vždy pacienta nemalým způsobem ovlivní. Naším cílem je pracovat s ním na zlepšování vyšetřených deficitů. Někdy jsou pokroky velmi pomalé a pro pacienta může být klasická terapie částečně demotivující. V tomto aspektu jsou robotická zařízení výborným doplňkem klasické terapie. Péče o pacienta ovšem vyžaduje komplexní péči, kterou stroje v blízké budoucnosti nedokáží poskytnout. Velmi komplikovaným prvkem na neurologických klinikách je vyšetření. Zasažení CNS může ovlivnit většinu aspektů našeho života, proto je nutné pro vhodnou léčbu kvalitně a podrobně každého pacienta vyšetřit. Běžné klinické testy jsou z velké části subjektivní a mohou tak být částečně nepřesné. Při motorickém deficitu hodnotí stroje pacienty objektivněji než lidé. Vyšetřování pacienta pomocí stroje probíhá vždy za stejných podmínek, a tím je tak vyřazena subjektivní a v některých případech chybující složka člověka.

Práce je určena především pro zdravotnické pracovníky pracující na neurologických a neurochirurgických odděleních a pro jejich pacienty.

LITERATURA A PRAMENY

AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]*. 7. vyd. Praha: Galén, c2011. ISBN 978-80-7262-707-3.

BARTOLO, Michelangelo et al. *Arm Weight Support Training Improves Functional Motor Outcome and Movement Smoothness After Stroke*. *Functional Neurology*. Jan, 2014, vol. 29, no. 1, s. 15-21 [2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.functionalneurology.com/common/php/portiere.php?ID=917592effb6639c04a695231c7d249c3>

CAURAUGH, JH., LODHA, N., NAIK, SK., SUMMERS, JJ. *Bilateral Movement Training and Stroke Motor Recovery Progress A Structured Review and Meta-Analysis* *Human movement science*. 2010;29(5): 853-870 [2017-01-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2889142/>

BIONEISS, 2014. *Why Vector* [online]. [2017-01-11]. Dostupné z: <http://bionessvector.com/features>

BREWER, BR., MCDOWELL, SK., WORTHEN-CHAUDARI, LC. *Poststroke Upper Extremity Rehabilitation: A Review of Robotic Systems and Clinical Results*. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 2007; vol. 14, no. 6, pp. 21-40. ISSN 1074-9357.

EHLER, E., VAŇÁSKOVÁ, E., ŠTĚTKÁŘOVÁ, I. *Standard komplexní léčby spasticity po cévní mozkové příhodě*. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*, 2009; vol. 72, no. 2. ISSN 1210-7859.

EKSO BIONICS, 2015. *Ekso Bionics - Exoskeleton, wearable robot for people with paralysis from SCI or stroke* [online]. Dostupné z: <http://intl.eksobionics.com/ekso>

ELSPETH, Finch et al. *Physical rehabilitation outcome measures: a guide to enhanced clinical decision making*. 2. ed. Hamilton: BC Decker [u.a.], 2002. ISBN 0781742412.

ENOKA, RM. *Neuromechanics of human movement*. 4. vyd. Champaign, IL: Human Kinetics, 2008; 549 pp. ISBN 9780736066792.

GIJBELS, D., LAMERS, I., KERKHOF, L., ALDERS, G. et al. *The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in multiple sclerosis: a pilot study*. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation. [online]. 2011, vol. 8, n. 5, s. 1–8 [2017/01-29]. Dostupný z: <http://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-8-5>

HELLER, A., WADE, DT., WOOD, VA., SUNDERLAND, A., HEWER, RL., WARD, E. *Arm function after stroke measurement and recovery over the first three months*. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry. 1987;5,(6):714-719 [2017-01-29]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1032076/>

HOLUBÁŘOVÁ, J., PAVLŮ, D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Praha: Karolinum, 2012. ISBN 978-80-246-1294-2.

Journal of rehabilitation Medicine Journal of Rehabilitation medicine Volume 41, Issue 12. Welcome to Medicaljournals.se – Acta Dermato-Venereologica – Journal of Rehabilitation Medicine – Forum for Nordic Dermato-Venerology [online]. [2017-01-11]. Dostupné z: <https://www.medicaljournals.se/jrm/content/issue/41-12>

KAHN, L., LUM, P., RYMER, W., REINKENSMEYER, D. *Robot-assisted movement training for the stroke-impaired arm: Does it matter what the robot does?* Journal Of Rehabilitation Research & Development, 2006; vol. 43, no. 5, pp. 619-630 [2017-01-08]. Dostupné z: <http://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/5/Kahn.html>

KALITA, Zbyněk. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management*. Praha: Maxdorf, c2006. Jessenius. ISBN 80-85912-26-0.

KIBAR, S., YAVUZ, F., BALABAN, B. *An Accelerated Multi-Modality Rehabilitation Protocol Combined with Botulinum Toxin-A Injection in Adult Idiopathic Toe Walking: Case Report*. Journal of Clinical and Diagnostic Research: JCDR. 2016; 2016;10(6): YD01-YD03. [2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4963755/>

KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. ISBN 978-80-7262-657-1.

KREBS, H., FERRARO, M., HOGAN, N., MIRANDA, J. NEWBERY, MAKYIAMA, A. et al. *Rehabilitation robotics: pilot trial of a spatial extension for MIT-Manus*. Journal Of Neuroengineering & Rehabilitation (JNER), 2004; vol. 1, pp. 5-15. ISSN 17430003. [2017-01-08]. Dostupné z: <https://jneuroengrehab.biomedcentral.com/articles/10.1186/1743-0003-1-5>

LATASH, Mark L. *Neurophysiological basis of movement*. 2nd ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics, c2008. ISBN 978-0-7360-6367-8.

LiteGait [online] [2017-01-04] Dostupné z: <https://www.litegait.com>

LUM, P., BURGAR, C., VAN DER LOOS M., et al. *MIME robotic device for upper-limb neurorehabilitation in subacute stroke subjects: A follow-up study*. Journal Of

Rehabilitation Research & Development, 2006; vol. 43, no. 5, pp. 631-642 [2017-01-15].
ISSN 07487711 Dostupné z: <http://www.rehab.research.va.gov/jour/06/43/5/pdf/lum.pdf>

MASIERO, S., ARMANI, M., ROSATI, G. *Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: Focused review and results of new randomized controlled trial*. Journal Of Rehabilitation Research & Development, 2011; vol. 48, no. 4, pp. 355-366 [2017-01-15]. Dostupný z: <http://www.rehab.research.va.gov/jour/11/484/page355.html>

MOBILITY RESEARCH, 2015b. *LiteGait - The Original Partial-Weight-Bearing Gait Therapy Device* [online]. ISBN 800.332.WALK. [2017-01-11]. Dostupné z: https://www.litegait.com/sites/files/stapled_packet.pdf

Noraxon USA Rehawalk. Noraxon USA Noraxon USA [online]. [2017-01-11]. Dostupné z: <http://www.noraxon.com/biomechanics-measurement-solutions/rehawalk-concept/>

PELLEGRINO, G., TOMASEVIC, L., TECCHIO, F., TINBINI, M., ASSENSA, G., ZOLLOL et al. *Inter-hemispheric coupling changes associate with motor improvements after robotic stroke rehabilitation*. *Restorative Neurology & Neuroscience*, 2012; vol. 30, no. 6, pp. 495-504 [2017-01-29]. ISSN 09226028. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22868224>

Personal trainer specialty certificatins, fitness continuing education programs by the American Academy of Health and Fitness. [online]. [2017-01-15]. Dostupné z: http://www.aahf.info/pdf/Berg_Balance_Scale.pdf

PFEIFFER, J., ŠVESTKOVÁ, O. *Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví*: MKF. 1. české vyd. Praha: Grada, 2008;. ISBN 978-80-247-1587-2.

VON LABBERG C., RAP, W. *The Punctum Fixum- Punctum Mobile Model: A Neuromuscular Principle for Efficient Movement Generation?* Hug F, ed. PLoS ONE. 2015;10(3):e0120193. [2017-01-15]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25822498>

Reha-Stim [online] [2017-02-05] Dostupné z: <http://www.reha-stim.de/cms/index.php?id=48>

Rehawalk – StargenStargen. Stargen – Nejmodernější zdravotnické Hi-tech techniky z celého světa. Stargen. [online]. [2017-01-15]. Dostupné z: <http://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/nacvik-chuze/rehawalk/>

RIENER, R., HARDERS, M. *Virtual reality in medicine*. London: Springer, 2012. ISBN 1447140117.

LUM, P., REINKENSMeyer, D., MAHONEY, R., WILLIAM, Z., RIMMER, BURGAR C. *Robotic Devices for Movement Therapy After Stroke: Current Status and Challenges to Clinical Acceptance*. Brain 2002; 8 (4) 40-53 [2017-01-29]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1310/9KFM-KF81-P9A4-5WW0>

RONALD, R., W. *Physical Activity and the aging brain: Effects of exercise on neurological function*, 2017, ISBN 978-0-12-805094-1.

Shane (S.Q.) XIE. *Advanced robotics for medical rehabilitaton*, Springer, ISBN 978-3-319-19895-8.

SCHMIDT, Richard A. *Motor control and learning: a behavioral emphasis*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 1988. ISBN 0-87322-115-X.

DUSEK, L., MUZIK, J., KUBASEK, M., KOPTIKOVA, J., ZALOUDIK, J., VYZULA, R. *Epidemiologie zhoubných nádorů v České republice* [online] Masarykova univerzita, [2005], [2017-01-08]. Dostupný z WWW: <http://www.svod.cz>. Verze 7.0 [2007], ISSN 1802 – 8861.

TAKAHASHI, CD., DER-YEGHIAIAN L., LE, V., MOTIWALA, RR. Cramer SC *Robot-based hand motor therapy after stroke*. *Brain*, 2008; vol. 131. ISSN 0006-8950. [2017-01-08]. Dostupné z: <https://academic.oup.com/brain/article-lookup/doi/10.1093/brain/awm311>

TROJAN, S., DRUGA, R.. *Centrální mechanismy řízení motoriky*. Praha: Avicenum, 1986. Babákova sbírka.

CORTÉS, C., ARDANZA, A., MOLINA-RUEDA F., et al. *Upper Limb Posture Estimation in Robotic and Virtual Reality Based Rehabilitation* *BioMed Research International*. 2014;2014:821908, [2017-01-08]. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4119692/>

VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

WALK AGAIN Center: intensive robot-assisted Rehabilitation [online]. [2017-01-29]. Dostupné z: http://cdn.walk-again.com/wp-content/uploads/AO_Stroke_Valens_Hans-Alois-Rohrer_Doris-Gmuer_1406_1049.jpg

WINTERS, J., M., PATRICK, E. CRAGO. *Biomechanics and neural control of posture and movement*. New York: Springer, 2000. ISBN 0387949747.

SARAKOGLU, I., KOUSIDOU, S., TSAGARAKIS, G. N., DARWIN, G. Caldwell (2007). *Exoskeleton-Based Exercisers for the Disabilities of the Upper Arm and Hand, Rehabilitation Robotics*, Sashi S Kommu (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/5177. [2017-01-29]. Available from: http://www.intechopen.com/books/rehabilitation_robotics/exoskeleton-based_exercisers_for_the_disabilities_of_the_upper_arm_and_hand

SEZNAM ZKRATEK

a. - artheria

aa. - artheriae

b. - body

BWSTT - body weight support threadmill training

cm - centimetr

CMP - cévní mozková příhoda

CNS - centrální nervová soustava

CT - computer therapy

DK - dolní končetina

DKK - dolní končetiny

DOF - degrees of freedom

DRP – dlouhodobý rehabilitační plán

FN - fakultní nemocnice

g. - gyrus

HKK – horní končetiny

kg - kilogram

KRP- krátkodobý rehabilitační plán

m. - musculus

PB - podpažní berle

PNF - proprioceptivní nervosvalová facilitace

ROM - range of motion

TIA - tranzitorní ischemická ataka

VP - výchozí postavení

PB - podpažní berle

s - sekunda

v. - vena

WMD - Wernickeovo Mannovo držení

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Aktivní ROM u pacienta 1 hodnocený na ArmeoSpring

Tabulka 2: Aschworthova škála u pacientky 2, vstupní vyšetření

Tabulka 3: Aschworthova škála u pacientky 2, výstupní vyšetření

Tabulka 4: Rozsahy u pacientky 2 hodnocené na ArmeoSpring

Tabulka 5: Frenchay arm test u pacienta 3

Tabulka 6: Aktivní rozsahy pohybů hodnocené na ArmeoSpring u pacientů 1, 2 a 3 za dobu 1 měsíce

Tabulka 7: Odchytky v držení těla u pacientů při terapii na ArmeoSpring

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 2-1: Armeo Spring

Obrázek 2-2: Mirror image motion enabler systém

Obrázek 2-3: Bi-Manu-Track

Obrázek 2-4: RehaWalk

Obrázek 2-5: Ekso-Bionics

Obrázek 2-6: LiteGait

Obrázek 2-7: Bioness Vector

Obrázek 6-1: Aktivní ROM u pacientky 2

Obrázek 6-2: Rozsah pohybu hodnocený na ArmeoSpring u pacienta 3

Obrázek 6-3: Výstupní vyšetření u pacienta 3 na ArmeoSpring

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Berg test p. 1

Příloha 2: Berg test p. 2

Příloha 3: Berg test p.3

Příloha 4: 3D potápěč, ArmeoSpring

Příloha 5: Exoskeleton ArmeoSpring

SEZNAM PŘÍLOH

Berg Balance Scale

The Berg Balance Scale (BBS) was developed to measure balance among older people with impairment in balance function by assessing the performance of functional tasks. It is a valid instrument used for evaluation of the effectiveness of interventions and for quantitative descriptions of function in clinical practice and research. The BBS has been evaluated in several reliability studies. *A recent study of the BBS, which was completed in Finland, indicates that a change of eight (8) BBS points is required to reveal a genuine change in function between two assessments among older people who are dependent in ADL and living in residential care facilities.*

Description:

14-item scale designed to measure balance of the older adult in a clinical setting.

Equipment needed: Ruler, two standard chairs (one with arm rests, one without), footstool or step, stopwatch or wristwatch, 15 ft walkway

Completion:

Time: 15-20 minutes

Scoring: A five-point scale, ranging from 0-4. "0" indicates the lowest level of function and "4" the highest level of function. Total Score = 56

Interpretation:

41-56 = low fall risk

21-40 = medium fall risk

0-20 = high fall risk

A change of 8 points is required to reveal a genuine change in function between 2 assessments.

Příloha 1: Berg test 1

Berg Balance Scale

Name: _____ Date: _____

Location: _____ Rater: _____

ITEM DESCRIPTION	SCORE (0-4)
Sitting to standing	_____
Standing unsupported	_____
Sitting unsupported	_____
Standing to sitting	_____
Transfers	_____
Standing with eyes closed	_____
Standing with feet together	_____
Reaching forward with outstretched arm	_____
Retrieving object from floor	_____
Turning to look behind	_____
Turning 360 degrees	_____
Placing alternate foot on stool	_____
Standing with one foot in front	_____
Standing on one foot	_____
Total	_____

GENERAL INSTRUCTIONS

Please document each task and/or give instructions as written. When scoring, please record the lowest response category that applies for each item.

In most items, the subject is asked to maintain a given position for a specific time. Progressively more points are deducted if:

- the time or distance requirements are not met
- the subject's performance warrants supervision
- the subject touches an external support or receives assistance from the examiner

Subject should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choices of which leg to stand on or how far to reach are left to the subject. Poor judgment will adversely influence the performance and the scoring.

Equipment required for testing is a stopwatch or watch with a second hand, and a ruler or other indicator of 2, 5, and 10 inches. Chairs used during testing should be a reasonable height. Either a step or a stool of average step height may be used for item # 12.

Příloha 2: Berg test 1

Berg Balance Scale

SITTING TO STANDING

INSTRUCTIONS: Please stand up. Try not to use your hand for support.

- 4 able to stand without using hands and stabilize independently
- 3 able to stand independently using hands
- 2 able to stand using hands after several tries
- 1 needs minimal aid to stand or stabilize
- 0 needs moderate or maximal assist to stand

STANDING UNSUPPORTED

INSTRUCTIONS: Please stand for two minutes without holding on.

- 4 able to stand safely for 2 minutes
- 3 able to stand 2 minutes with supervision
- 2 able to stand 30 seconds unsupported
- 1 needs several tries to stand 30 seconds unsupported
- 0 unable to stand 30 seconds unsupported

If a subject is able to stand 2 minutes unsupported, score full points for sitting unsupported. Proceed to item #4.

SITTING WITH BACK UNSUPPORTED BUT FEET SUPPORTED ON FLOOR OR ON A STOOL

INSTRUCTIONS: Please sit with arms folded for 2 minutes.

- 4 able to sit safely and securely for 2 minutes
- 3 able to sit 2 minutes under supervision
- 2 able to sit 30 seconds
- 1 able to sit 10 seconds
- 0 unable to sit without support 10 seconds

STANDING TO SITTING

INSTRUCTIONS: Please sit down.

- 4 sits safely with minimal use of hands
- 3 controls descent by using hands
- 2 uses back of legs against chair to control descent
- 1 sits independently but has uncontrolled descent
- 0 needs assist to sit

TRANSFERS

INSTRUCTIONS: Arrange chair(s) for pivot transfer. Ask subject to transfer one way toward a seat with armrests and one way toward a seat without armrests. You may use two chairs (one with and one without armrests) or a bed and a chair.

- 4 able to transfer safely with minor use of hands
- 3 able to transfer safely definite need of hands
- 2 able to transfer with verbal cuing and/or supervision
- 1 needs one person to assist
- 0 needs two people to assist or supervise to be safe

STANDING UNSUPPORTED WITH EYES CLOSED

INSTRUCTIONS: Please close your eyes and stand still for 10 seconds.

- 4 able to stand 10 seconds safely
- 3 able to stand 10 seconds with supervision
- 2 able to stand 3 seconds
- 1 unable to keep eyes closed 3 seconds but stays safely
- 0 needs help to keep from falling

STANDING UNSUPPORTED WITH FEET TOGETHER

INSTRUCTIONS: Place your feet together and stand without holding on.

- 4 able to place feet together independently and stand 1 minute safely
- 3 able to place feet together independently and stand 1 minute with supervision
- 2 able to place feet together independently but unable to hold for 30 seconds
- 1 needs help to attain position but able to stand 15 seconds feet together
- 0 needs help to attain position and unable to hold for 15 seconds



Příloha 4: 3D potápěč 1

Dostupné z: <https://www.hocoma.com/solutions/armeo-spring/>



Příloha 5: Exoskeleton Armeo 1

Dostupné z: <https://www.hocoma.com/solutions/armeo-spring/>