

Univerzita Karlova v Praze

1. lékařská fakulta

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Studijní obor: Fyzioterapie



Eva Doležalová

Využití inerciálních senzorů ve fyzioterapii

Application of inertial sensors in physiotherapy

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: MUDr. Bc. Petra Sládková

Konzultant: Mgr. Štěpánka Kozlerová

Praha, 2012

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí bakalářské práce, paní MUDr. Bc. Petře Sládkové, za vedení, trpělivost a velmi cenné poznámky a připomínky. Stejně tak děkuji konzultantce Mgr. Štěpánce Kozlerové za poskytnutí praktických rad a informací ohledně aplikace a samotné práce s inerciálními senzory. Můj dík patří také pacientům za jejich ochotu účastnit se měření a všem, kteří se jakýmkoliv způsobem podíleli na vzniku této bakalářské práce.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem řádně uvedla a citovala všechny použité prameny a literaturu. Současně prohlašuji, že práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému meziuniverzitního projektu Theses.cz za účelem soustavné kontroly podobnosti kvalifikačních prací.

V Praze dne 11. 07. 2012

Eva Doležalová

Podpis:

IDENTIFIKAČNÍ ZÁZNAM

DOLEŽALOVÁ, Eva. *Využití inerciálních senzorů ve fyzioterapii. [Application of inertial sensors in physiotherapy]*. Praha, 2012. 78 stran, 7 příloh. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Karlova v Praze, 1. lékařská fakulta, Klinika rehabilitačního lékařství. Vedoucí práce MUDr. Bc. Sládková, Petra.

ABSTRAKT BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jméno a příjmení autora: Eva Doležalová

Vedoucí práce: MUDr. Bc. Petra Sládková

Konzultant práce: Mgr. Štěpánka Kozlerová

Oponent práce:

Název bakalářské práce:

Využití inerciálních senzorů ve fyzioterapii

Klíčová slova:

Inerciální senzory, fyzioterapie, akcelerometr, gyroskop, funkční míra nezávislosti, neurorehabilitace

Abstrakt:

Inerciální senzory jsou snímače, které umožňují monitoring pohybu. Své využití našly i ve fyzioterapii, kde jsou aplikovány k analýze chůze anebo k detekci pádů. Bakalářské práce je zaměřena na možnosti využití inerciálních senzorů u hemiparetických pacientů k monitoringu postižené horní končetiny. Teoretická část práce obsahuje nástin některých zahraničních studií, které se tímto tématem zabývají. Druhá polovina teoretické části je věnována neurorehabilitaci, která je důležitou součástí léčby pacientů po poškození mozku. Praktická část je zpracována kvantitativním formou výzkumu. Cílem práce bylo získat a korelovat hodnoty, které byly získány před začátkem a po skončení rehabilitačního procesu. Jednalo se o celkovou denní aktivitu horní paretické končetiny, která byla naměřená inerciálními senzory a výsledky hodnocení funkční míry nezávislosti (FIM).

ABSTRACT OF BACHELOR THESIS:

Author's first name and surname: Eva Doležalová

Bachelor thesis supervisor: MUDr. Bc. Petra Sládková

Bachelor thesis consultant: Mgr. Štěpánka Kozlerová

Oponent:

Title of bachelor thesis:

Application of inertial sensors in physiotherapy

Key words:

inertial sensors, fyzioterapie, accelerometr, gyroskop, functional independence measures, neurorehabilitation

Abstract:

Inertial sensors are devices that allow monitoring of the movement. They are used also in physiotherapy, where they are applied to analyze walking and to detect falls. My bachelor thesis is focused on the possibility of using inertial sensors for monitoring patients affected by upper extremity. The theoretical part contains an outline of chosen foreign studies that deal with this issue. The second part is about theoretical neurorehabilitation, which is an important part of treatment for patients after brain damage. The practical part is processed in the form of quantitative research. The aim was to obtain and correlate the values obtained before and after the rehabilitation process. It was a total daily activity of upper limbs, which was measured by inertial sensors and the results of functional independence measures (FIM).

Obsah:

1. Úvod	10
2. Přehled problematiky	12
2.1. Inerciální senzory	12
2.1.1. Akcelerometr	12
2.1.2. Gyroskop	12
2.1.3. Využití inerciálních senzorů	13
2.2. Inerciální senzory ve fyzioterapii	14
2.2.1. Vyšetření chůze	14
2.2.1.1. Analýza chůze pomocí inerciálních senzorů	15
2.2.2. Prevence pádů	16
2.2.2.1. Detekce pádu pomocí inerciálních senzorů	17
2.2.3. Využití senzorů ve fyzioterapii u pacientů s cévní mozkovou příhodou ..	17
2.2.3.1. Monitoring pohybu – objektivní metoda	19
2.2.3.2. Telerehabilitace, rehabilitace v domácím prostředí	21
2.2.4. Projekt Kliniky rehabilitačního lékařství	23
2.3. Neurorehabilitace	27
2.3.1. Principy neurorehabilitace	27
2.3.2. Následky poškození centrálního nervového systému	28
2.3.3. Centrální poruchy motoriky	29
2.3.3.1. Patologické synergie	29
2.3.3.2. Spasticita	29
2.3.3.3. Centrální paréza	31
2.3.4. Funkční diagnostické přístupy v neurorehabilitaci	32
2.3.4.1. Funkční míra nezávislost	33
2.3.5. Vybrané fyzioterapeutické přístupy využívané v neurorehabilitaci	35
3. Praktická část	38
3.1. Hypotézy a cíle bakalářské práce	38
3.1.1. Cíle	38
3.1.2. Otázky práce a hypotézy	38
3.2. Metodika práce	39
3.2.1. Charakteristika souboru probandů	39
3.2.2. Průběh testování	42

3.2.2.1.	Funkční míra nezávislosti.....	42
3.2.2.2.	Měření inerciálními senzory	43
3.2.3.	Statistické zpracování dat	43
3.3.	Výsledky.....	44
3.3.1.	Ověření stanovených hypotéz.....	44
3.3.2.	Shrnutí výsledků	47
4.	Diskuze	48
5.	Závěr	53
6.	Přehled použité literatury	55
7.	Přehled použitých zkratk.....	60
8.	Seznam obrázků	61
9.	Seznam grafů.....	62
10.	Seznam tabulek.....	63
11.	Přílohy	64

1. Úvod

Věda a nové technologie jsou v poslední době součástí většiny oblastí lidské činnosti. Myslím si, že fyzioterapie je obor, který v minulosti s technickým zařízením nebyl spojován, ale v několika posledních letech se tato skutečnost začíná měnit. Během terapií jsou používány sofistikované technologie jako je například posturograf, footscan 3D videografie nebo virtuální realita. Tyto metody pomáhají objektivizovat vyšetření. Tato problematika mě zaujala, a proto jsem si pro zpracování bakalářské práce vybrala téma Využití inerciálních senzorů ve fyzioterapii, metodu, která využívá inovativní pomůcku k objektivní detekci a monitoringu pohybu.

“Znalosti a zkušenosti můžeme začít považovat za vědu, pokud je dokážeme změřit a vyjádřit v číslech.” Lord Nelson [11]

Tvrzení charakterizuje tendence dnešní doby k objektivizaci veškerých dat. Tento trend se týká také medicíny, která se zejména od 20. století kloní k tzv. „Evidence based medicine“ popř. „Evidence Based Practice“ (EBP), tedy medicíně (praxi) založené na důkazu. Hlavním cílem EBP je zvyšování kvality zdravotnické péče, tj. zlepšení dovedností v diagnostice, terapii a v prevenci. EBM pracuje s klinickými studiemi, které mimo jiné využívají klinimetrické testování. Klinimetrie je obor, který využívá kvantitativní metody výzkumu, které lze využít pro sběr a analýzu dat. [11]

Inerciální senzor je pomůcka, kterou si většina z nás spojí s využitím v navigačních systémech anebo v mobilních telefonech. Ale málokdo ví, že inerciální senzor je využíván i v rámci rehabilitace poměrně dlouhou dobu. První studie monitorování lidského těla akcelerometry a gyroskopy jsou z let 1950, kdy měly podobu objemných a těžkých zařízení, které navíc byly v měření často nespolehlivé. V posledních desetiletí došlo k obrovskému technickému rozvoji a v důsledku toho máme v dnešní době k dispozici snímače malých rozměrů a s nízkou váhou, které se dají snadno připevnit na sledovaný objekt. Využití našly senzory v analýze pohybu, v rehabilitaci specializující se na prevenci pádů nebo v monitorování částí těla, nejčastěji hemiparetické horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě. [10,19]

V České republice v rámci Kliniky rehabilitačního lékařství Všeobecné fakultní nemocnice a 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy, zastoupenou Doc. MUDr. Olgou

Švestkovou, Ph.D., probíhaly dva projekty s využitím inerciálních senzorů. V prvním z nich se jednalo o použití terapeutických kostech a druhá část projektu byla zaměřena na vyvinutí pomůcky k detekci pohybu. [39]

Bakalářská práce je rozdělena do dvou celků. První z nich, část teoretická, obsahuje úvod do problematiky. Představuji zde vybrané studie, které se zabývají využitím inerciálních senzorů ve fyzioterapii a samostatnou kapitolu též věnuji neurorehabilitaci, která tvoří důležitou část léčby u pacientů po poškození mozku.

Praktická část probíhala v rámci Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze. Zvolila jsem kvantitativní přístup a stanovila cíl, hlavní otázky práce a hypotézy. Cílem bakalářské práce bylo získat a korelovat hodnoty získané z dvou rozdílných diagnostických přístupů použitých u pacientů po poškození mozku různé etiologie. Jedním z vybraných testů bylo hodnocení funkční míry nezávislosti (FIM) a druhá hodnota byla celková denní aktivita horních končetin získána měřením inerciálními senzory. Testování probíhalo první a poslední týden rehabilitačního procesu. Získaná data jsem následně statisticky vyhodnocovala a mým hlavním cílem bylo zjistit, zda lze pomocí výsledků, které jsme získali měřením, zhodnotit efekt rehabilitačního procesu, který pacienti mezi prvním a posledním měřením absolvovali.

2. Přehled problematiky

2.1. Inerciální senzory

Senzory jsou zařízení, které tvoří vstupní blok měřicího řetězce. Je to první článek, který je v přímém kontaktu s měřeným prostředím. Citlivé čidlo senzoru snímá sledovanou veličinu, která může být fyzikálního, chemického nebo biologického charakteru a přepisuje ji na výstupní veličinu, která je míronosná.

Inerciální senzory zahrnují akcelerometry, měřící zrychlení, a gyroskopy, které slouží ke stanovení úhlové rychlosti a natočení. Senzory jsou schopny měření podle jedné citlivé osy. Proto se většinou používají tři snímače do jednoho zařízení, aby mohlo být provedeno měření v trojrozměrném prostoru. [10]

2.1.1. Akcelerometr

Akcelerometry patří k hojně využívaným snímačům. Veličina, kterou senzory měří, je zrychlení. To může být dynamické (síla působící na snímač v pohybu) nebo gravitační (působení gravitace).

Hlavní dělení těchto typů senzorů je na akcelerometry se seismickou hmotou a s proměnnou kapacitou, u kterých se využívají technologie MEMS. Akcelerometry můžeme dále rozdělit podle počtu citlivých os, tedy na jednoosé, dvouosé a tříosé. [19]

2.1.2. Gyroskop

Gyroskopy jsou součástky používané v navigaci, především v letectví. Slouží ke stanovení úhlové rychlosti a natočení tělesa v prostoru.

Snímač obsahuje setrvačnick, který udržuje polohu osy své rotace. Přesnost gyroskopu závisí na udržení jeho otáček.

Senzory můžeme dělit podle použitého fyzikálního principu a to na mechanické, kvantové, jaderné, elektrické a optické. [10]

2.1.3. Využití inerciálních senzorů

Oblastí, ve kterých se inerciální senzory využívají, je mnoho. S rozvojem technologií se začínají vyrábět přesnější snímače s menšími rozměry a také klesají celkové náklady na jejich výrobu.

Lachnit [19] rozděluje oblasti, ve kterých se užívají akcelerometry, do třech skupin. První skupinu tvoří samočinné aplikace, jako jsou airbagy, detekce překlopení, detekce odpojení přívodu, detekce nárazu, kontrola zavěšení nebo brzdové systémy. Druhou skupinou se z větší části budu zabývat v následující kapitole a tvoří ji akcelerometry, které se využívají v péči o zdraví, jako jsou rehabilitační přístroje, pedometry, diagnostické systémy. Třetí oblastí využití snímačů měřící zrychlení jsou průmyslové a zákaznické aplikace. Do poslední skupiny patří čidla, která najdeme v mobilních telefonech, v počítačích, v MP3 přehrávačích, v bezpečnostních zařízeních, v černých skříňkách a v navigacích. Z velké části se používají jako bezpečnostní zařízení. Používají se jako ochrana hardwaru, k detekci pádu, ke kontrole lodní přepravy, ke kontrole rovnováhy přístrojů, k monitorování seizmické aktivity nebo ke stabilizaci obrazu ve fotoaparátech a kamerách.

Gyroskopy nalezneme v navigacích a často využívané jsou u letadel, balistických raket a u torpéd. Dále v gyrokompasech - ty slouží pro určení severu země v námořní dopravě. Gyroteodolit určuje azimuty zvolených směrů a je tedy jistou analogií kompasu. Dalším důležitým zařízením je zatačkoměr ukazující úhlovou rychlost otáčení letadla kolem svislé osy. V letadle najdeme gyroskop také v přístroji umělý horizont, který zobrazuje skutečnou vodorovnou rovinu. V bojovém letectví se používá gyroskopický zaměřovač k snadnějšímu zaměření cíle. [40]

2.2. Inerciální senzory ve fyzioterapii

Jak už bylo napsáno v předchozí kapitole, inerciální senzory mají široké spektrum použití, do kterého patří také využití ve fyzioterapii. Snímače se mohou uplatnit nejen v diagnostice, ale i v rámci terapie.

Následující kapitola má za cíl představit některé z možných uplatnění inerciálních senzorů ve fyzioterapeutické praxi.

Existuje celá řada snímačů, které mohou být umístěny na tělo osoby za účelem zaznamenání změny polohy končetiny a měření pohybu. Mezi využívané senzory patří krokoměry, goniometry, elektromechanické snímače, tlakové senzory, magnetometry a inerciální senzory (zahrnující akcelerometry a gyroskopy). Díky malým rozměrům mohou být senzory bez problému připevněny na tělo. [36]

2.2.1. Vyšetření chůze

Chůze je nejběžnějším typem lokomoce. V průběhu ontogeneze se chůze vyvinula ze starších primitivních vzorů kvadrupedální lokomoce až do vertikálního bipedálního vzoru chůze. Jedná se o rytmický pohyb těla kyvadlového charakteru, ve kterém se mohou projevit poruchy pohybového aparátu anebo nervové poruchy. Chůze je pro každého jedince zcela individuální, chodce lze dokonce podle chůze identifikovat. [17, 33]

Lokomoce je řízená z programů druhově specifických, které jsou uloženy v centrální nervové soustavě. Jednotlivé individuální detaily chůze vznikají vlivy zevního a vnitřního prostředí. Analýzou lokomočního pohybu můžeme získat podstatné informace o řídicích procesech v centrální nervové soustavě. Proto je vyšetření chůze důležité v rámci diagnostiky a významné pro návrh léčebného postupu při poruchách motoriky. [33]

Nejjednodušší forma kvalitativní analýzy chůze je aspekce lokomočního pohybu. Základním předpokladem pro aspekci chůze je znalost krokových fází a znalost kineziologie. [17]

Ambler [2] uvádí, že chůze je do určité míry zautomatizovaná a proto by se měla vyšetřovat při běžných denních činnostech, normální aktivitě. Pozorovat chůzi bychom tedy měli už při vstupu pacienta do ordinace. V neurologii se rozlišuje chůze I, což je přirozená normální chůze, chůze II je se zavřenýma očima. Dále můžeme přidat

vyšetření modifikované chůze. Nehodnotíme však pouze dolní končetiny, ale musíme si všimnout i držení celého těla, synkinéz horními končetinami a udržování přímého směru.

Aspekce není sice příliš nákladná metoda, nepotřebujeme při ní žádné speciální vybavení, ale má řadu nevýhod. Výsledky jsou nespolehlivé, hodnocení je čistě subjektivní a těžko můžeme porovnávat jednotlivé návštěvy pacienta mezi sebou. [4]

Kolář [17] uvádí i několik možností laboratorního vyšetření chůze. Patří sem kinematická analýza, která hodnotí změnu polohy a orientace segmentů těla v prostoru. Měření lze však uskutečnit pouze za předpokladu, že pohybující se subjekt bude snímán pomocí dvou a více videokamer. Lze také využít metodu, která je založená na měření rozložení tlakových sil při zatížení plosky nohy na kontaktním koberci.

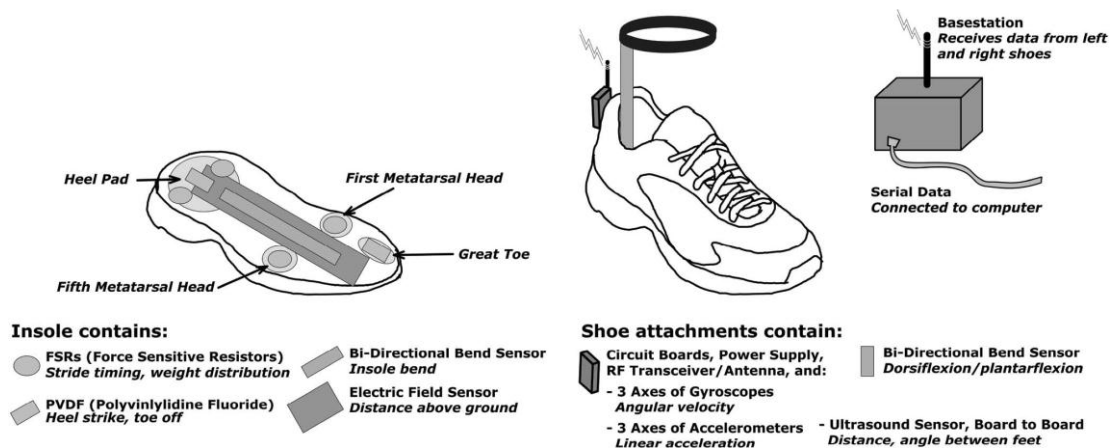
Laboratorní vyšetření chůze vyžaduje speciální vybavení, které je drahé a většinou velice náročné na údržbu. Výhodou je, že nám tato vyšetření poskytují přesné výsledky i po překonání velmi krátké vzdálenosti chůzí. [4]

2.2.1.1. Analýza chůze pomocí inerciálních senzorů

Bamberg et al. [4] ve svém článku představuje systém „Gaitshoe“, který byl vyvinut ke kvalitativní analýze. Jedná se o přístroj, který byl navržen tak, aby se dal vložit do jakékoliv boty a nezasahoval do samotné chůze. Pomůcka byla vyvinuta k použití i mimo laboratoř chůze, data lze tedy sbírat v prostředí, které je pro pacienta přirozené. Měření může probíhat nenápadně, v libovolném terénu a po různě dlouhou dobu. Sada obsahuje tři akcelerometry, čtyři gyroskopy, tlakové senzory a další snímače. Přístroj do jedné boty váží 300 gramů a je navrhnutý pro klasickou polobotku.

Počáteční výsledky ukazují, že „Gaitshoe“ má možnost stát se v budoucnu vyhledávaným nástrojem pro analýzu chůze. Mimo jiné je schopen detekovat postavení na paty i na špičky, stejně tak jako aktuální pozici nohy. Další výhodou je bezdrátový přenos. „Gaitshoe“ poskytuje zpětnou vazbu nejen pro nás, ale i pro pacienty a poskytuje nám grafické srovnání jednotlivých testování. [4]

Další výzkum zahrnuje rozpracování diferenciální diagnostiky pro možnosti rozlišovat zdravou chůzi od patologické. Do budoucna se uvažuje o umístění dalších senzorů na tělo – na holeně, stehna a na horní polovinu těla. To by umožnilo získat více informací o pohybu. [4]



Obr. 1: Schéma systému „Gaitshoe“ [4]

Liu at al. [22] prezentuje studii o vývoji přenosného systému čidel, který byl vyvinut pro kvantitativní analýzu chůze pomocí inerciálních senzorů.

Přístroj se skládá z gyroskopů a dvojosých akcelerometrů, které jsou připevněny na chodidlo, patelu a stehno. Testování je založeno na měření úhlových rychlostí jednotlivých segmentů.

System je určen k detekci jednotlivých fází kroku – počátečního kontaktu, fázi zatížení, středu stojné fáze, terminální fázi stoje, předšvihové fázi, počáteční švihové fázi, středu švihové fáze a k terminální fázi švihu. Těchto osm fází chůze může rozeznat na záznamu ze senzorů umístěných na dolních končetinách a dále analyzovat. [22]

2.2.2. Prevence pádů

Pády jsou jedním z nejčastějších mechanismů vzniku úrazů a mohou v souvislosti s dalšími faktory závažně ovlivnit stav jedince. Jedním z faktorů, který má vliv na vážnost pádu, je vyšší věk, proto jsou nejrizikovější skupinou senioři. Ve stáří patří pády k nejvýznamnějším příčinám imobility, mortality a morbidity. [7, 13]

Chůze je ovlivňována řadou změn, které jsou vázány s vyšším věkem, jako je zhoršení zraku, propriocepce a vestibulárních funkcích. Objevují se kloubní změny a dochází k oslabení svalů na dolních končetinách. Výskyt pádu může zvyšovat i přítomnost ortostatické hypotenze, arytmie a užívání některých léků. [13]

Dvořáčková [7] uvádí, že alespoň jedenkrát ročně upadne více než 30 % seniorů nad 65 let. Opakované pády a strach z upadnutí jsou jednou z nejčastější příčiny hospitalizace. Důsledky jsou významným problémem, který vede zdravotníky zabývat se možnostmi, jak pádu předejít.

2.2.2.1. Detekce pádu pomocí inerciálních senzorů

Včasná detekce pádu je v současné době často diskutovaným tématem. Culhane et al. [5] popisuje jako další možnou strategii v prevence pádů včasnou detekci rizikové skupiny jedinců a zahájení vhodné terapeutické intervence. Udává, že příčiny pádů jsou sice multifaktoriální, ale poškození rovnováhy a chůze jsou často zásadním faktorem. A právě inerciální senzory jsou, podle něj, vhodné pro měření těchto změn v chůzi. Byl proveden výzkum chůze u dvou skupin osob – dospělých osob a seniorů. Akcelerometry jsou schopné rozpoznat rozdíly v chůzi bez rizika pádu a v chůzi s rizikem pádu. Z výzkumu bylo patrné, že dopadem stárnutí vzniká opatrná chůze, snižuje se rychlost pohybu a krátí se délka kroku, snižuje se také posturální reakce při složitějších podmínkách. Ze studie vyplývá, že jsou senzory užitečné pro posouzení rovnováhy a že mohou odhalit abnormality v chůzi, které mohou predikovat pád.

Wu [34] představuje studii, která má za úkol seznámit čtenáře s přenosným detektorem pádu, který má odhalovat hrozící pád ještě před dopadem těla na zem. Čidlo obsahuje sestavu inerciálních senzorů a detekčních algoritmů. Pro správné fungování musí být umístěno co nejbližší k těžišti těla.

Přístroj byl testován u dvou skupin lidí, u mladší generace a u seniorů, a to při běžných denních činnostech. Algoritmus rozeznal všechny aktivity, které by vedly k pádu, a to 70 ms před pádem. [34]

Toto detekční zařízení bude sloužit k dalším studiím a odborníci se ho pokoušejí propojit s polštářkem, který by fungoval jako „air-bag“ při pádu pro krček femuru. Zlomeniny femuru jsou především pro seniory závažný zdravotní a ekonomický problém a touto pomůckou by se jim dalo předejít. [34]

2.2.3. Využití senzorů ve fyzioterapii u pacientů s cévní mozkovou příhodou

Cévní mozková příhoda (CMP, iktus) je považována za jednu z nejčastějších příčin invalidizace a je považována za celosvětový zdravotnický problém. Prevalence CMP stále roste a posouvá se do produktivního věku. Akutní cévní příhoda je časté onemocnění, které má povětšinou devastující následky. Je to druhá nejčastější příčina smrti ve světě a příčina vedoucí k invaliditě. Incidence CMP v České republice je asi 350 onemocnění na 100 000 obyvatel za rok a speciálně Česká republika patří k zemím s nejvyšší morbiditou pacientů s iktem v Evropě. Z toho vyplývá, že cévní mozkové

příhody jsou značným medicínským, sociálním a ekonomickým problémem. [8, 12, 17, 36, 45]

Nejúčinnějším způsobem, jak zvrátit tyto negativní statistiky, je zlepšení primární a sekundární prevence. Primární prevence jsou všechny intervence, které mají snížit riziko vzniku cévní mozkové příhody. Feigin [8] rizikové faktory popisuje jako kombinaci medicínských příčin (hypertenze, vysoká hladina tuků v krvi, ateroskleróza, srdeční poruchy, genetické faktory, migrény) a příčin návykových, které vyplývají ze životního stylu (kouření, nezdravá strava, nedostatek pohybu, zvýšená konzumace alkoholu, užívání antikoncepce, drog, nadváha). Nejlepší způsob, jak předcházet nebo zmírnit rizikové faktory, je dodržovat zdravý životní styl. Iktu lze předcházet z velké části tím, že zabráníme vzniku rizikových faktorů, popřípadě vyloučíme co nejvíce existujících a minimalizujeme účinek faktorů, které odstranit nelze. Sekundární prevence má za úkol snížit riziko další mozkové příhody. Jedná se o úpravu životního stylu, farmakologická opatření, popřípadě chirurgické výkony. Do sekundární prevence také patří soubor intervencí, které mají minimalizovat negativní následky cévní mozkové příhody s cílem zvýšit integraci pacientů po iktu do společnosti. Tato část sekundární prevence je především v rukou interprofesionálního týmu, který zajišťuje následnou rehabilitační péči.

Více než 75% pacientů po iktu vyžaduje rehabilitační intervenci po propuštění z nemocnice. Jedním z hlavních cílů rehabilitace po cévní mozkové příhodě je odstranění nebo snížení motorického deficitu a maximalizace funkčních a kognitivních schopností. Jedná se o často dlouhodobý a zcela individuální proces. Tento fakt klade velké nároky na zdravotnický, sociální a ekonomický systém, a proto je snaha o zefektivnění a zkvalitnění rehabilitace. Zájem je také o zkrácení doby hospitalizace, snížení ambulantních návštěv a podpoření rehabilitace v domácím prostředí pacienta. K tomu všemu může pomoci právě využití senzorů pro monitoring pohybu. [36, 38, 45]

Bylo provedeno velké množství studií, které se zabývají využitelností inerciálních senzorů v rehabilitaci za účelem měření pohybu a aplikací těchto systémů u pacientů s hemiparézou. Cílem těchto výzkumů je především snaha o vyvinutí zařízení, které bude schopné přesně zaznamenat změnu polohy horní končetiny a které najde využití v terapeutickém procesu u pacientů s hemiparézou například ve formě domácí léčby. Z inerciálních senzorů byly vytvořeny systémy, které jsou vhodné ke snímání aktivity hemiparetické končetiny v reálném čase. Tyto naměřená data jsou velmi cenná

při hodnocení efektu terapie a velmi často slouží pro pacienta jako zpětná vazba, kdy se sám pacient přesvědčí o výsledcích pohybové aktivity. Rozpoznání i drobných zlepšení může být pro pacienta motivující, stejně tak i samotné měření. [37,38,45]

2.2.3.1. *Monitoring pohybu – objektivní metoda*

Jeden směr výzkumů se orientuje na vyvinutí systému, který by mohl sloužit jako objektivní metoda pro hodnocení a měření pohybu končetinou. V současné době není zcela běžné používat technologie sledující polohu končetiny během fyzioterapie. Hlavní důvod je nedostatek financí, protože tyto metody vyžadují přístup ke specializovaným přístrojům a laboratorním se zařízením pro monitoring pohybu, což je nákladná záležitost. Mnohem častěji se během hodnocení pohybu spoléhá na klinická pozorování, která jsou ale čistě subjektivní. Proto je nejbližším cílem rozvoj nízkonákladových, přesných a spolehlivých systémů, které budou schopné snímat pozici končetiny. To vytvoří základ pro objektivní hodnocení pohybu a tyto naměřené hodnoty mohou být využity pro hodnocení efektivity terapie. [36]



Obr. 2: Ukázka pomůcky s inerciálními senzory k měření pohybu paretické HK [38]

Uswatte et al. [31] prezentovali výzkum, který měl za hlavní cíl ověřit, zda lze použití inerciálních senzorů považovat za spolehlivou metodu měření pohybu horních končetin. Předchozí pokusy měření pohybu končetin akcelerometry selhaly z důvodu příliš velké variability výsledků. Tento problém byl vyřešen přidáním prahového filtru. Prahový filtr byl použit k prevenci nevyrovnaného kolísání zrychlení paže. Byla vybrána 10 – ti členná skupina lidí (9 lidí po CMP a 1 zdravý jedinec), která byla sledována senzory a natáčena videokamerou při běžných denních činnostech, Měření

probíhalo doma, ale i ve zdravotnických zařízeních po různě dlouhou dobu. Ambulantní měření bylo navíc hodnoceno dvěma pozorovacími týmy. Data z akcelerometrů byla transformována – přímá hodnota zaznamenaná za dané časové období byla nahrazena konstantou, pokud překročila stanovenou dolní mez. Výzkum ukázal, že měření je spolehlivé s velmi malou variabilitou. Výsledky jejich výzkumu dokazují, že prahově filtrované měření horních končetin pomocí akcelerometru poskytuje validní data a lze je použít jako hodnotící prvek efektivity rehabilitace. [31]

Zhou et al. [37] se zabývali nalezením optimálního systému na měření pohybu a pozice horních končetin za pomoci inerciálních systémů a optimalizačních technik. Kinematický řetězec, který byl zkoumán, se skládal z detekce pohybu ramenního kloubu ve všech třech rovinách (frontální, ventrální, sagitální) a detekce kloubu loketního v jedné rovině (sagitální). Jejich experimentální výsledky ukazují, že navrhovaný systém je poměrně spolehlivý a přesný a má méně než 5 % chyb ve srovnání se standardním měření pohybu.

Nick Gebruers et al. [9] ve svém článku z roku 2010 systematicky porovnávali množství předchozích výzkumů, za účelem posouzení klinimetrických vlastností a klinické použitelnosti různých měřicích technik, využívajících akcelerometrů u osob po cévní mozkové příhodě. Tyto studie vybírali podle titulků a abstraktů článků a dále je rozdělili do tří hlavních kategorií, ve kterých porovnávali výsledky: dolní končetiny a monitorování chůze, horní končetiny a ostatní použití akcelerometrů u pacientů po iktu.

V oblasti horních končetin Gebruers et al. [9] vybral 9 článků zabývajících se monitoringem aktivity horních končetin u pacientů po cévní mozkové příhodě. Ve svém článku shrnul dostupné informace o využitelnosti inerciálních senzorů v rehabilitaci.

Dalšího potvrzení výsledků bylo prokázáno porovnáním akcelerometrů s metodou MAL. MAL je Motor Activity Log, koncept vytvořený pro zjištění jak často a s jakou kvalitou používají pacienti horní paretickou končetinu mimo laboratorní podmínky. Tato metoda je založená na otázkách, které jsou kladeny vybraným osobám. Ti mají ohodnotit podle číselné škály, jak moc používají paži v různých dotázaných situacích. [9, 30]

Většina studií dle Gebruerse et al. [9] použila akcelerometry u osob s cévní mozkovou příhodou staršího data, ale existuje jen málo výzkumů, které se zabývají využití senzorů u osob, které jsou bezprostředně po iktu. Gebruers et al. [9] sám v jiné své studii potvrdil, že akcelerometry lze použít i u této skupiny pacientů. Data ze dvou

akcelerometrů, každý na jednom zápěstí, byla v tomto případě porovnávána s hodnotami získanými za pomoci NIHSS – National Institutes of Health Stroke Scale a FMA – Fugl-Mayer Assessment. NIHSS je metoda vyvinutá národním institutem zdraví, americkou federální agenturou zřízenou tamějším ministerstvem zdravotnictví. Tato metoda se používá k posouzení závažnosti iktu. Fugl-Mayer je hodnocení stupně motorické a senzitivní poruchy na horních a dolních končetinách. Gebruers et al. [9] zjistil statisticky významné korelace mezi výsledky těchto metod a výsledky naměřenými pomocí akcelerometrů. Kromě toho tato studie ukázala, že měření akcelerometry je citlivý nástroj k rozlišení míry postižení.

Další studie byla zaměřená na porovnání aktivit horních končetin u pacientů po iktu a zdravých osob stejného věku. Zdraví účastníci používali horní končetiny okolo 8 hodin denně, zatímco pacienti po cévní mozkové příhodě zapojovali paretické horní končetiny pouze v průměru 3,3 hodiny denně a neparetické horní končetiny okolo 6 hodin denně. Bylo prokázáno, že pacienti používají více neparetickou končetinu. [9]

Dalším příkladem použití inerciálních senzorů v rehabilitaci u pacientů po cévní mozkové příhodě je případová studie, která má za cíl sledování aktivit běžného života a podává informace o aktivaci jednotlivých svalů během těchto činností. Monitorovací systém se skládá z přenosného bezdrátového zařízení, které je navíc vybaveno elektrogoniometri a elektromyografickými senzory a softwaru, který zpracovává data. Elektrogoniometr byl umístěn jedním koncem na vrcholu ramene a druhým na distálním konci humeru, tak aby byl schopen měřit rozsah pohybu v ramenním kloubu. EMG senzory byly nejčastěji aplikovány na horní a dolní m. trapezius a m. serratus anterior. Předběžné experimenty byly provedeny u pacientů po iktu, kteří byli požádáni o vykonání čtyř funkčních úkolů. Data z akcelerometrů, elektrogoniometru a EMG senzorů byla převáděna do grafů a následně hodnocena odborníky. Kromě míry zapojení paretické končetiny se sledovala aktivace jednotlivých svalů v závislosti na zahájení pohybu. Systém byl schopen rozeznat čtyři provedené úkoly a získat informace o svalové aktivaci. [26]

2.2.3.2. *Telerehabilitace, rehabilitace v domácím prostředí*

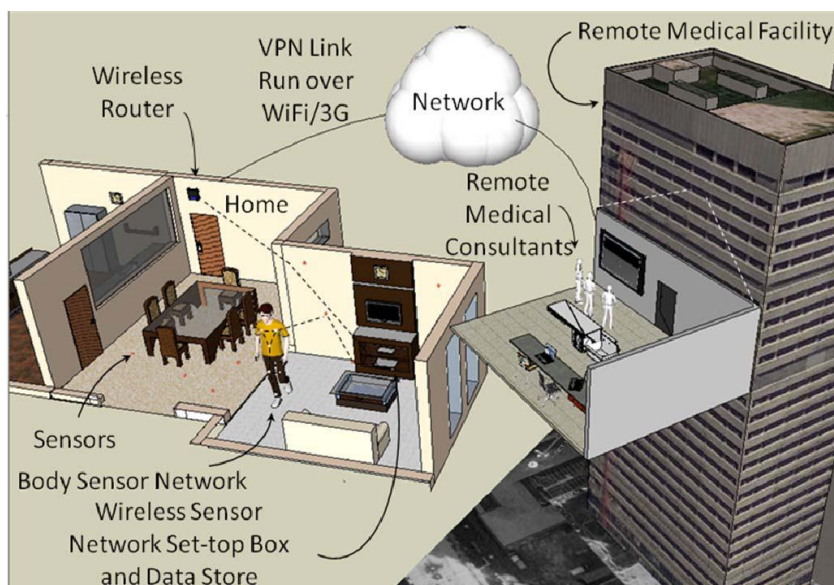
Druhý směr výzkumu si klade za cíl zkvalitnění rehabilitace po cévní mozkové příhodě, snaha je hlavně o podpoření systému, který povede ke snížení nákladů spojených s rehabilitací osob po iktu, snížení doby hospitalizace a počtu následných ambulantních

návštěv. Projekty jsou založeny na ideji rehabilitace v domácím prostředí. Řešeným problémem je tedy, jak takovou terapii řídit a hodnotit. K tomuto účelu byly vyvinuty systémy inerciálních senzorů a jsou prováděny výzkumy, které mají nabídnout optimální a efektivní formu rehabilitace pro pacienty po cévní mozkové příhodě. [36]

Vzniká nový termín telerehabilitace, kterou Zheng et al. [36] definuje jako rehabilitaci, která využívá k poskytování služeb komunikační a informační technologie. K vzájemně výměně informací dochází bez ohledu na fyzickou vzdálenost. Telerehabilitace může být integrovaná s rehabilitací v domácím prostředí a toto spojení otevírá nové možnosti pro pacienty s cévní mozkovou příhodou. Mezi hlavní výhody rehabilitace v domácím prostředí při využití inerciálních senzorů patří to, že získáme hodnocení činností každodenního života, které můžeme později použít jako hodnotící prvek efektivity terapie. Další kladem je, že frekvence a doba cvičení může být častější a je přizpůsobena individuálně pacientovi. Zkrátí se tak doba hospitalizace, což jednak sníží celkové náklady na zdravotní péči a zároveň se tím předejde negativním vlivům, jako je pasivita, zvyšující se závislost na ošetřujícím personálu nebo sociální izolace. Návrat do domácího prostředí navíc výrazně urychlí a usnadní resocializaci. [26, 36]

Monitorování v domácím prostředí má odlišné požadavky než měření v ambulanci. Měřicí systém musí být přenosný, snímače by měly být lehké a malé a jejich instalace na tělo nesmí být náročná. Samotné monitorování není limitované velikostí prostoru a lze ho provést v jakýkoli čas. Inerciální senzory se používají pro dálkové sledování, které může být použito i v online přenosu. To znamená, že pacientovu aktivitu končetiny je možné sledovat a hodnotit na dálku. [36]

Kifayat et al. [15] aplikovali telerehabilitaci v praxi. Jejich systém, s kterým pracovali, má tři části – inerciální systém, vzdálené sběrové zařízení a herní konzoli. Inerciální systém je opět připevněný k tělu a údaje jsou v reálném čase shromažďovány do paměti a uloženy. Počítačové hry jsou dobře známým zdrojem zábavy, tudíž byla týmem navržena herní konzole, obsahující sady cvičení. Pro konkrétního pacienta se zvolí ta nejvhodnější sestava a úroveň. Dalším kladem je to, že získaná data o pohybu pacienta mohou být paralelně zpracována odborníky, což umožňuje úpravu hry pro potřeby pacienta téměř okamžitě. Tato flexibilita je jednou z podmínek, která zvyšuje efektivitu rehabilitačního procesu a napomáhá k rychlejší rekonvalescenci.



Obr. 3: Model telerehabilitace [15]

Jak poukazuje Gebruerset al. [9] v článku z roku 2010, dostupná literatura o využití inerciálních senzorů u pacientů po cévní mozkové příhodě je velmi mladá na to, aby mohly být vyjádřeny konečné závěry. Nicméně uvádí, že dostupné důkazy naznačují, že akcelerometry přinášejí validní a reliabilní data o fyzické aktivitě pacientů po iktu. Akcelerometry jsou obvykle reportovány jako uživatelsky přívětivé a s velmi malou zátěží pro pacienty. Výhodou také je, že mohou být použity v různých prostředích (doma, v nemocnici atd.) a po celou dobu různých fází rehabilitace.

2.2.4. Projekt Kliniky rehabilitačního lékařství

V České republice v rámci Kliniky rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a Všeobecné fakultní nemocnice zastoupenou Doc. MUDr. Olgou Švestkovou, Ph.D., probíhají dva projekty s využitím inerciálních senzorů. [16]

Projekt si klade za cíl zkvalitnění rehabilitačního procesu, zkrácení doby hospitalizace, snížení ambulantních návštěv a v návaznosti na to také snížení finančních nákladů vynaložených na zdravotní péči a rehabilitaci. Snahou je také zvýšit motivaci a aktivní přístup pacienta a poskytnout mu objektivní výsledky pohybové aktivity, které zároveň fungují jako důkaz pro správnost využití konkrétního terapeutického postupu. Což upevňuje důvěru mezi pacientem a terapeutem. [16, 39, 45]

V prvním z nich se jednalo o testování terapeutických kostek v rámci rehabilitace u osob po poškození mozku. Jedná se o krychli, která má uvnitř zabudované trojosé akcelerometry a algoritmus pro rozpoznání pohybu – poskytuje tak okamžitě

zpětnou vazbu skrze světelné anebo zvukové efekty. Terapeutická kostka je inovativní cvičební pomůcka, která je založena na principu hry. V Současné době se uvažuje o použití jiného tvaru, který by v terapii umožnil lepší trénink úchopu. [45]

Druhou částí projektu je využití senzorů k detekci pohybu, konkrétněji ke sledování pohybu horních končetin. Název projektu je Wrist Motion sensor a vznikl za spolupráce Kliniky rehabilitačního lékařství a společnosti PRINCIP a.s. Dalším důležitým subjektem je Všeobecná zdravotní pojišťovna, která projekt zajistila finančně. Původně byly navrženy dva senzory, které se upevňovaly na horní končetiny jako náramkové hodinky. Tato varianta, ale nebyla optimální a proto byl přidán třetí senzor, který se umístil na levou stranu trupu, což umožnilo zaznamenat souhyb a diferencovat pohyb celého těla. [45]

Senzor, který obsahuje pomůcka, byl složen z kompletní inerciální jednotky, tzn., obsahoval tříosý senzor translačního zrychlení (akcelerometr) a tříosý senzor úhlové rychlosti (gyroskop). Gyroskop byl v průběhu projektu odstraněn. K měření se používá sestava tří snímačů – LEFT (modrý), který měří aktivitu levé horní končetiny, RIGHT (červený) pro pravou horní končetinu a BODY (zelený), který je umístěn vlevo v pase [1, 43]



Obr. 4: Sestava tří senzorů [41]



Obr. 5: Umístění senzorů na tělo monitorované osoby [41]

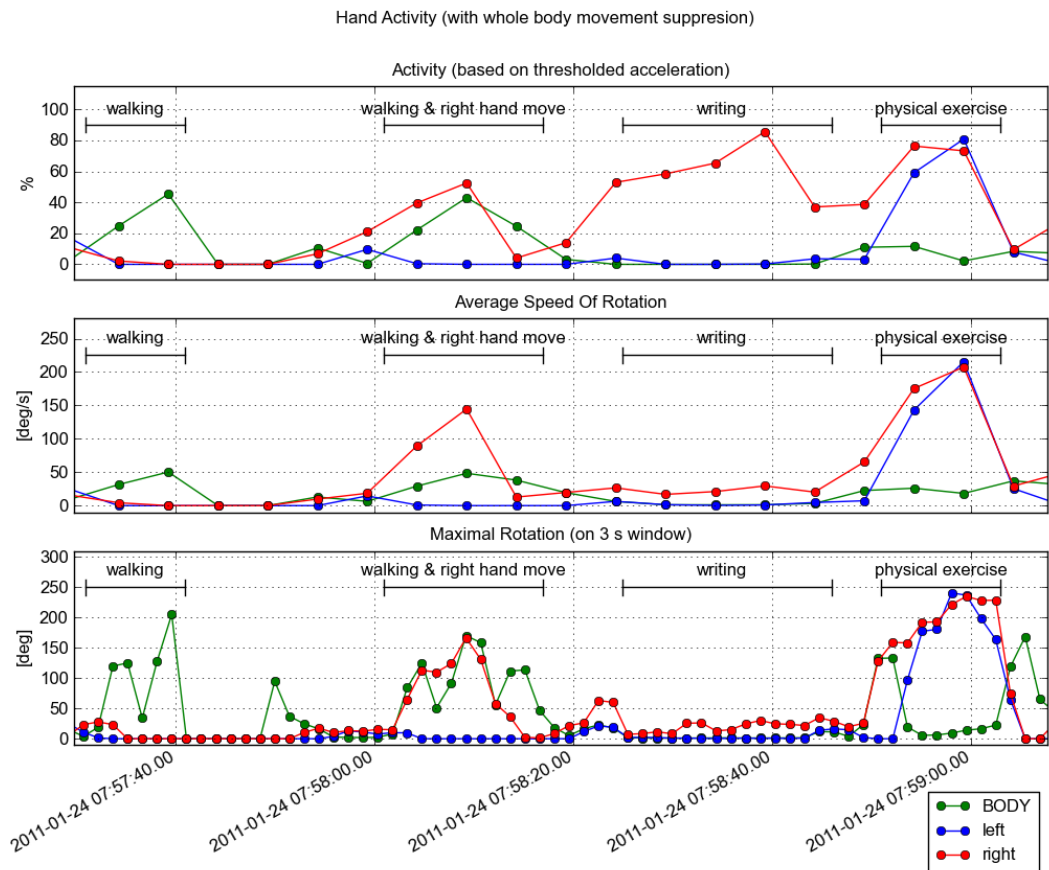
Projekt WMS byl rozdělen do několika částí. První měření, testovací, probíhalo od června roku 2010. Monitorování byli zaměstnanci kliniky a společnosti PRINCIP a.s., od září 2010 byli měřeni ambulantní pacienti během jednotlivých terapií. Cílem

bylo dovyvinutí systému po stránce technické a měnil se i designu náramku. Od ledna 2011 bylo zahájeno „ostré“ měření ambulantních a stacionárních pacientů Kliniky rehabilitačního lékařství. Cílovou skupinou jsou osoby po poškození mozku různé etiologie, nejčastěji po cévní mozkové příhodě, traumatickém poškození mozku, intrakraniálním nádoru nebo po ruptuře aneurysmatu. Měření probíhalo v pracovní dny po dobu jednoho měsíce jak na klinice, tak i v domácím prostředí. Součástí každého měření bylo ergoterapeutické a fyzioterapeutické vyšetření a Jebsen-Taylorovo standardizované funkční hodnocení ruky. Pacient podle pokynů cvičil sestavu cviků třikrát denně po deseti opakování. Naměřená data byla stahována a následně vyhodnocena a analyzována. [16, 39]

Nyní se měření realizuje první a poslední týden rehabilitačního pobytu ve stacionáři, tj. od pondělí do pátku (celková délka denního stacionáře je obvykle 4-6 týdnů). Monitoring probíhá celý den, pacienti si senzory nasazují ráno po probuzení a sundávají večer před spaním. Zaměstnanci kliniky ve spolupráci se společností PRINCIP a.s. vytvořili manuál pro uživatele, kde pacienti naleznou všechny potřebné informace a instrukce k obsluze senzorů a samotnému měření (příloha č. 1).

Fyzioterapeuty a ergoterapeuty KRL byla sestavena série cviků, které pacient trénuje v rámci fyzioterapie a ergoterapie (příloha č. 2). Dané cviky provádí sám 3x denně od pondělí do pátku, vybraný cvik pacient musí zopakovat 10x. Pro zaznamenání slouží tabulka, do které pacient zaznamenává časový údaj – kdy začal cvičit a kdy docvičil a číslo cviku.

Naměřená data se ukládají do paměti senzoru a následně jsou vyhodnocována odborníky. Aplikace nabízí několik metod pro analýzu dat, jejichž výstupem je graf nebo číselná hodnota vyjádřena v procentech. Metody využívají kritéria detekce aktivity, celková rotace a maximální rotace. [1, 43]



Obr. 6: Příklad výsledného grafu po měření IS [41]

2.3. Neurorehabilitace

Neurologie a rehabilitace jsou dva obory, které mají velmi úzký vztah. Specializovaný obor neurorehabilitace je definován jako interprofesionální přístup k neurologickým pacientům. Záměrem je úplná obnova funkcí, které byly poškozeny, nebo v případě potřeby jejich kompenzace. Hlavním cílem je tedy návrat do nejvyššího možného stupně zdatnosti. U většiny pacientů nejde pouze o poškození motorického systému, ale zasaženy mohou být i funkce kognitivní včetně funkcí fatických a psychických. Proto je nutné, aby neurorehabilitace byla komplexní záležitostí v rukou specializovaného týmu. [3, 28, 29, 42]

Neurorehabilitace je často dlouhodobý proces, který je zajišťován interprofesionálním týmem. V čele týmu stojí rehabilitačního lékař, který spolupracuje s lékaři jiných specializací (často s neurology, chirurgy ortopedy a dalšími dle charakteru poškození pacienta). Dalšími odborníky jsou nejčastěji psycholog (neuropsycholog), fyzioterapeut, ergoterapeut, logoped, sociální pracovník, protetik a zdravotní sestry. [3]

Rehabilitace u neurologických pacientů je orientovaná na symptomatologii onemocnění. Jejím základem není samotná diagnóza, ale především funkční projevy jako jsou změny svalového tonu, poruchy rovnováhy, svalová oslabení, poruchy koordinace atd. Rehabilitace je zacílená na dvě základní oblasti. První z nich je soubor preventivních opatření, který zabraňuje vzniku sekundárního poškození (dekubity, kontraktury, heterotopické osifikace atd.). Druhá rehabilitační intervence je zaměřena na ovlivnění funkční deficitu – jak motorického, tak kognitivního. [17]

2.3.1. Principy neurorehabilitace

Počet pacientů s poškozením mozku se neustále zvyšuje. Velká část neurologických onemocnění zanechá následky různého rozsahu, které mohou být krátkodobé, dlouhodobé anebo trvalé. [20]

Mezi hlavní principy neurologické rehabilitace je řazen princip celistvosti. Rehabilitace se musí zabývat celou osobností pacienta, musí být cílená pro konkrétního pacienta a vztahovat se k jeho životnímu prostředí a k jeho sociálnímu zázemí i roli. Základ netvoří diagnózy, ale přesná analýza funkčních deficitů a schopností rehabilitanta. Dalším základem je princip včasnosti a dlouhodobosti, který zahrnuje požadavek na včasné zahájení rehabilitace, nejlépe už v akutní fázi hospitalizace.

Třetím předpokladem toho, aby byla rehabilitace úspěšná, je princip týmové spolupráce. S tím souvisí i další princip interdisciplinarity a multidisciplinarity: jelikož poškození funkcí centrální nervové soustavy je často komplexní, žádá si tento stav spolupráci více odborníků (fyzioterapeut, ergoterapeut, logoped, psycholog, speciální pedagog atd.). Posledním požadavkem je přijetí občanů se zdravotním postižením společností - úspěch rehabilitace závisí na tom, do jaké míry se podaří rehabilitantovi zařadit zpět do společnosti. [20]

2.3.2. Následky poškození centrálního nervového systému

Poškození centrálního nervového systému způsobují omezení všech funkcí mozku, následkem čehož dochází ke ztrátě možnosti ovládnutí všech funkcí těla a psychiky. Mohou být postiženy i funkce, které jsou nutné k životu, v takovém případě je pacient v kómatu, nebo umírá. U méně těžkých poškození zůstávají životně důležité funkce neporušeny, ale mohou být různým způsobem zasaženy další funkční okruhy. Funkční poškození může být somatické, psychické, či smíšené. [20]

Mezi psychické funkce patří integrace osobnosti, sociální chování, práce s emocemi a kognitivní funkce (pozornost, řeč, paměť, koncentrace atd.). [20]

Somatické funkce zahrnují důležité vegetativní funkce (regulace stupně vědomí, rytmus spánku a bdění, regulace frekvence srdce a dýchání, látková výměna, hormonální systém a regulace teploty těla). Dále k nim patří funkce senzitivní a motorické. [20]

Centrálním poruchám motoriky bude věnována celá následující kapitola, ale i při hodnocení motorického deficitu je vždy nutné posoudit stav senzitivity a její zpracování v centrální nervové soustavě. Diagnosticky je důležité vyšetřit nejen formální poruchy čítí, ale také případná poškození aferencí, která mohou způsobit chybnou nebo nedostatečnou interpretaci senzitivních vjemů. [17, 20]

Pro každý pohyb je nutná interakce s okolím a je nutné, aby byly rozeznány vlastnosti okolí a motorika byla plánována s ohledem na tyto vnější podmínky. Funkce zajišťující zpracování podnětů za účelem vnímání vlastního těla se nazývají somatognozie a stereognozie. Somatognozie má za úkol správnou identifikaci vlastního těla a stereognozie zajišťuje schopnost prostorového vnímání kontaktu s okolím bez zrakové kontroly. Správné fungování propriocepce a taktilního čítí je základem účelového pohybu, tj. pokud jsou tyto funkce porušeny, pacient ztrácí schopnost zacílit

pohyb a nejsou možné selektivní pohyby. Porucha této funkce se nazývá „motorický neglect syndrom“. V tomto stavu pacient ignoruje svoji postiženou končetinu, považuje ji za cizí. [17]

2.3.3. Centrální poruchy motoriky

V neurorehabilitaci motorických funkcí se nejčastěji setkáváme s problémy s patologickými synergemi, spasticitou a problematikou paréz a plegií. Na tyto poruchy centrálního systému je mířená terapie.

2.3.3.1. Patologické synergie

Patologické synergie patří k jevům, které se zatím nepodařilo úspěšně vysvětlit. Jedná se o pohybové vzorce, které se objevují na místě cílené aktivity a postihují tak pohybový segment. Pohyby probíhají z části ve vzorcích extenční nebo flekční synergie a částečně se jedná o plně automatizované pohybové vzorce, které brání obnově selektivní motoriky. [20]

U pacientů jsou tedy porušeny selektivní pohyby a při pokusu o cílenou aktivitu jsou přítomny tzv. dystonické ataky. Značí to, že při pokusu o cílený pohyb se objevují pohybové vzory, které se vyskytují místo izolovaných pohybů. Pohybové vzory odpovídají souhrám, které jsou viděny ve vzorech primitivní reflexologie (asymetrické a symetrické tonické šíjové reflexy, trojflexe aj). [17]

2.3.3.2. Spasticita

Spasticita je definována jako hypertonus, který je důsledkem zvýšení tonického napínacího reflexu, v závislosti na rychlosti pasivního pohybu se současně zvýšenými šlachovými reflexy, které vyplývají z hyperexcitability napínacího reflexu. Čím rychleji bude docházet k napínání svalu, tím více rezistence svalu poroste a dominuje hypertonie antagonisty. Může být přítomen tzv. fenomén sklapovacího nože, při kterém na vrcholu zvýšeného odporu dojde k náhlému uvolnění. [2, 17]

Mezi hlavní projevy spasticity patří snížení svalové síly a amplitudy cíleného pohybu, porucha cílené motoriky, koordinace a selektivní motoriky, hyperreflexie, abnormální postavení končetin, asociované pohyby, klonus a spastické jevy flekční a extenční. [17]

Spasticita se vyskytuje u neurologických postižení jako je dětská mozková obrna, cévní mozková příhoda kraniocerebrální a míšní traumata, degenerativní

zánětlivé onemocnění mozku a míchy. Spasticitu je nutné odlišit od jiných stavů, kdy je také zvýšený svalový tonus (rigidita, svalový spasmus). [17]

Mechanismus vzniku spasticity není dosud jednoznačně objasněn a existuje několik teorií vzniku zvýšeného svalového tonu. Teorie zvýšené aktivace gama – motoneuronů popisuje, že spasticita vzniká díky ztrátě tlumivého působení mozku, což vede ke zvýšení napínacích reflexů. Imbalanční teorie říká, že u korových lézí dojde k převaze tonicko-excitačních sestupných drah a výsledkem toho je zvýšení dráždivosti míšních alfa – motoneuronů, které způsobí zvýšení tonus. Další teorie, reorganizace synaptického vstupu, vychází z myšlenky, že pokud vznikne porucha na centrální úrovni, vede to ke ztrátě útlumu s následnou spasticitou. Jestliže jsou některá nervová vlákna přerušena, tak degenerují jejich synaptická zakončení. Předpokládá se, že dochází k určité regeneraci vláken. Tím se také vysvětluje, že se po několika dnech až týdnech znovu objeví reflexy a jejich odpověď je zvýšená. [17]

Kaňovský [14] rozlišuje dvě klinické formy spastického syndromu – spasticitu cerebrální a spasticitu spinální. Klinický obraz cerebrální spasticity je spastická hemiparéza s tzv. antigravitačním typem postury, nejčastěji tento typ vzniká lézí v capsula interna a prekapsulárně. U této formy obvykle nejsou flekční spasmy. U spinálního typu spasticity dojde při lézi pyramidových drah ke vzniku paréz. Zároveň bývá postižen i dorzální retikulospinální trakt, což vede k inhibici tónického napínacího reflexu, avšak facilitace, kterou zajišťují ventrálními retikulospinální a vestibulární drahami, přetrvává. Výsledkem je spasticita v příslušných segmentech, s převahou v oblasti flexorových skupin.

Vyšetření svalového tonu se provádí pasivním natažením dvou segmentů. Eotonus je termín, který označuje tonus normální, hypertonus zvýšený a hypotonus snížený. Je nutné rozlišit zvýšený tonus spastický od plastického. U spasticity se při natahování svalu zvyšuje odpor proti pohybu, který v určité chvíli poklesne, tzv. fenomén sklapovacího nože. Naopak u plastického hypertonus (rigidita), který je typický pro extrapyramidové syndromy, je odpor při natahování stále stejný, tzv. fenomén ozubeného kola. [25]

Ke kvantitativnímu hodnocení spasticity se používá několik standardizovaných škál. Existují testy, které hodnotí jednotlivé průvodní symptomy spasticity a nebo testy celkové škály. Velmi využívaná je Ashworthova škála spasticity, která hodnotí spasticitu podle odporu, který je kladen pasivnímu provedení pohybu (stupně 0 – 4). Každý stupeň obsahuje charakteristiku projevu svalu při provádění pohybu. V roce

1986 byla modifikována Bohannonem a Smithem, kteří doplnili stupeň 1+. Oswestryho škála hodnotí stupeň a rozložení svalového napětí a zároveň i kvalitu izolovaných pohybů. Další užívanou stupnicí je Tardieuova škála, podle které se hodnotí svalový tonus při různých rychlostech pasivního protažení svalu. [14, 17, 25]

Existuje několik přístupů v léčbě spasticity. Nejčastější přístupem je léčba farmakologická (např. baklofen, benzodiazepiny, diazepam aj.). V případě neúspěchu farmakologické léčby může být indikována chirurgická léčba, která má za cíl snížit excesivní tonickou reflexní aktivitu. U tohoto řešení je nezbytná aktivní spolupráce postiženého v pooperační rehabilitační péči. K lokální léčbě spasticity se užívají i denervační techniky, které využívají aplikaci lokálního anestetika (lidokain, ethanol aj.) do periferního nervu. K léčbě spasticity lze využít i intramuskulární injekce botulotoxinu do spastických svalů, která vede k několikaměsíčnímu snížení hypertonické reakce svalu. [14]

Plně se ztotožňuji s názorem Kaňovského [14], že rehabilitační proces nejen při léčbě spasticity by měl být v rukou interprofesionálního týmu. Mezi hlavní cíle při léčbě spasticity patří zlepšení hybnosti, zmírnění bolesti, potlačení spasmů, zvětšení rozsahu pohybů a úprava postury. Mezi základní postupy patří použití ortéz, polohování v antispastických vzorcích, aplikace tepla a chladu a jednotlivé fyzioterapeutické metody založené na neurofyziologickém podkladě. [12,14]

2.3.3.3. Centrální paréza

Termín paréza a plegie označuje kvantitativní poruchu motorické inervace. Paréza znamená částečnou ztrátu hybnosti a plegie označuje stav, kdy dojde k úplné ztrátě hybnosti. Tyto poruchy se mohou objevit v několika podobách. Základní dělení je na periferní a centrální parézy nebo plegie. [25]

Centrální paréza vzniká jako následek poškození kortikospinálních drah, při tzv. syndromu centrálního motoneuronu. Jestliže k poruše kortikospinálních drah dojde ještě nad jejím křížením, postižení se projeví na opačné straně, pokud pod křížením postižení je jednostranné. Jednostranná porucha hybnosti se označuje jako hemiparéza. Postižena je celá polovina těla. [17, 25]

Příčinou mohou být různá poškození jako je cerebrální ischemie a hemoragie, traumatické poškození, tumor, degenerativní onemocnění, roztroušená skleróza, encefalitidy a poškození míchy. [20]

2.3.4. Funkční diagnostické přístupy v neurorehabilitaci

Základním cílem léčby v neurorehabilitaci je, aby pacient dosáhl co nejlepší kvality života a soběstačnosti a zvýšila se možnost jeho integrace do společnosti. Je tedy nutné včasné a přesné posouzení deficitu, který vznikl následkem poškození nervového systému. [20]

Vyšetření a testování pacientů před a po léčbě je, nejen v neurorehabilitaci, důležitou součástí celého léčebného procesu a výsledky nám slouží ke zhodnocení efektivity terapie. Testování nám umožňuje, kromě popisu postižení, také snadnou cestu, jak zhodnotit klinickou změnu a přináší nám možnost srovnávat úspěšnost jednotlivých léčebných postupů i kvalitu pracovišť. [32]

Jedním ze základních sledovaných parametrů v hodnocení efektivity léčby se stává kvalita života z pohledu pacienta. Aby mohl být stanoven optimální rehabilitační plán, je třeba zjistit faktory, ovlivňující potenciál pacienta. Jsou to typ a stupeň neurologického postižení, komorbidita, úroveň kognitivu, omezení aktivit denního života, bariéry v okolí a společenské začlenění. [32]

V roce 1980 vydala Světová zdravotnická organizace (WHO) Mezinárodní klasifikaci poruch, disabilit a handicapů (ICIDH), za účelem sjednoceného zhodnocení následků vyvolaných zdravotním problémem. Hodnocení probíhalo ve třech kategoriích – impairment (porucha), disabilita a handicap. V roce 2001 byla definována nová verze, Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví (MKF). Účelem změny klasifikace bylo mimo jiné odstranění negativního charakteru některých pojmů. MKF má za úkol umožnit zavedení jednotného hodnocení zdraví a disability, které bude srovnatelné nejen na národní, ale také na mezinárodní úrovni. Tuto klasifikaci lze využít jako klinický nástroj k hodnocení funkčních schopností, kapacity i výkonu jedince a rovněž je využitelná při hodnocení efektivity rehabilitace. Slouží také jako nástroj pro shromažďování a zaznamenání dat, které poté využívá sociální politika pro plánování sociálního zabezpečení, systém kompenzací aj. [23, 32]

Rehabilitace podle MKF zahrnuje tři základní stupně. První je hodnocení poruchy funkce a struktury orgánů. Druhý stupeň popisuje projekci postižení do úrovně osobnosti, aktivitu a hodnotí její limity. Třetím stupněm je participace a faktory prostředí (Vaňásková, 2005, WHO, 2001). [23, 32]

Pro hodnocení poruchy funkce a struktury orgánu lze využít řady specifických testů. Příkladem funkčního testu pro centrální hemiparézu je hodnocení pracoviště Chedoke McMaster Rehabilitation Centre, Hamilton, Canada. Tento test hodnotí čítí,

postižení motoriky, rovnováhu a postižení ramene. Pro hodnocení roztroušené sklerózy mozkomíšní se používá Kurtzkeova škála a pro Parkinsonovu chorobu existuje hodnocení dle Hornové a Yahra. [32]

Při vyšetření a hodnocení aktivity existují testy, které jsou vytvořené pro jednotlivá onemocnění a obecné testy. Mezi obecné testy patří test Barthelové a test funkční míry nezávislosti (FIM). [32]

Participace a její omezení vyjadřuje sociální následky patologického stavu a projevuje se v závislosti na sociální roli a aktivitách jedince. Hodnocení participace je považováno za nejobtížnější, hodnotíme zde kvalitu života. V praxi se využívá Karnofského škála a WHO index, v české verzi je standardizován dotazník SF-36. [32]

2.3.4.1. Funkční míra nezávislost

Pro praktickou část této práce jsem využila test Funkční míry nezávislosti. Tento test je součástí jednotného systému pro zpracování dat v rehabilitaci ve Spojených Státech Amerických. Je používán ke stanovení stupně poruchy, změn v průběhu rehabilitace a lze díky němu hodnotit efektivitu rehabilitačního procesu. Existují tři verze testů – pro děti (od 6 měsíců po 7 let), pro dospělé a verze Enviro-FIM, která je použitelná pro domácí prostředí. [18]

Test byl vytvořen americkými institucemi „American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation“ a „American Congress of Rehabilitation Medicine“ v roce 1984 (Vaňásková, 2005). Jeho základem je hodnocení indexu Barthelové a jeho doplnění o sledování kognitivních funkcí. [17]

Úkolem zkušební fáze bylo zjištění míry validity, proveditelnosti, objektivity, senzitivity a nároku na administrativu. V roce 1987 byla vydána publikace s definicemi a instrukcemi pro používání testu. FIM byl postupně přijat rehabilitačními zařízeními v USA a postupně i v Evropě. Hodnocení dle FIMu je mezinárodně akceptované, má mezinárodní působnost a patří mezi testy, které jsou standardizované. [6, 35]

Měřením funkční nezávislosti získáme informace o každodenních činnostech testovaného. Cílem je vyšetřit stupeň disability - FIM hodnotí fyzickou a kognitivní disability (omezení), ale nebere v potaz impairment (poškození). Testuje a vyhodnocuje to, co klient zvládne bez ohledu na jeho diagnózu. [35]

FIM se využívá pro hodnocení funkčních schopností osob s disability vzniklou jako následek různých poškození a poranění. Například jako následek cévní mozkové příhody, poranění mozku, ortopedických a míšních dysfunkcí, artritidy nebo při

mentálních retardací. Test se využívá na lůžkových rehabilitačních odděleních, v dlouhodobé rehabilitační péči, v rehabilitaci subakutní fáze onemocnění i v domácí péči. [6]

FIM hodnotí celkem 18 položek v 6 základních oblastech: osobní hygiena, kontrola sfinkterů, přesuny, lokomoce, komunikace a sociální schopnosti. Každá z položek se hodnotí na sedmibodové škále, která vyjadřuje sedm funkčních úrovní určujících míru požadované asistence (1 znamená celkovou závislost a 7 celkovou nezávislost). FIM rozlišuje dvě funkční úrovně, při kterých testovaný nevyžaduje asistenci a pět úrovní, kdy je asistence druhé osoby zapotřebí. Nejvyšší stupeň, úplná nezávislost (7 bodů), získá testovaný, který provede příslušné úkoly bezpečně, sám a v přiměřeném čase. Při modifikované nezávislosti (6 bodů) osoba vykoná činnost s použitím kompenzační pomůcky, za delší čas, anebo je výkon nejistý. Další úroveň je supervize (5 bodů). Od tohoto stupně je nutná slovní asistence, popřípadě příprava potřebných předmětů, ale není zapotřebí fyzický kontakt. Na čtvrté úrovni (4 body) - minimální asistence, je testovaný schopen daný úkol splnit vynaložením minimálně 75 % úsilí. Při třetí úrovni - mírné asistenci (3 body), musí osoba vynaložit více než polovinu, ale méně než 75 % úsilí. Při dalším stupni, maximální závislosti (2 body), je definováno jako splnění úkolu vynaložením 49 - 25 % celkového úsilí. Na první úrovni, celkové závislosti (1 bod), je vynaloženo méně než 25% úsilí a k vykonání činnosti je potřeba asistence dvou osob, nebo úkol není proveden. [6, 18]

Přesný popis funkčních úrovní, návod na provedení testu a jeho bodování je uveden v manuálu. Bodový zisk je v rozmezí 18 – 126 bodů a z důvodu lepší citlivosti se doporučuje oddělit fyzické složky od psychosociálních. Motorický FIM je součet prvních 13 položek, dosažené skóre je v rozmezí 13 – 91. Kognitivní FIM je získán součtem posledních 5 položek a jeho rozsah je 5 – 35 bodů. Výhodou je možnost grafického znázornění do růžice, která se skládá ze sedmi soustředných kružnic. Každá z kružnic znázorňuje jednotlivé úrovně nezávislosti. Význam má vnesení vstupního a výstupního funkčního stavu pacienta do jedné růžice. Přehledně se zde znázorní změny stavu pacienta během terapeutického procesu (příloha č. 3). [6,18]

Hodnocení dle FIM není závislé pouze na jednom oboru. Test může provádět každý zdravotník, který absolvoval příslušné školení. Hodnocení FIM typicky provádí ergoterapeut, fyzioterapeut, zdravotní sestra, logoped nebo lékař. Celková administrace je přibližně 30 minut. [6, 18]

2.3.5. Vybrané fyzioterapeutické přístupy využívané v neurorehabilitaci

Lippert-Grünnerová označuje terapii motoriky jako hlavní úkol neurorehabilitace. I přesto, že je tento cíl jasný, existuje spousta konceptů a metodických postupů, dávajících přednost různým přístupům. Příčina vzniku mnoha metod je jistě také v doposud nejasných patologických procesech, které zapříčiní vznik a průběh motorických deficitů. [21]

Efektivita a celkový průběh terapie je často komplikován složitostí postižení, protože málokdy se setkáme pouze s poruchou hybnosti. Často je přítomná spasticita a neuropsychické deficity, které mohou průběh rehabilitace ztížit (poruchy senzibility, ztráta motivace, poruchy prostorové orientace, apraxie, neglect syndrom). [20, 21]

Mým cílem je uvést fyzioterapeutické metodiky, které se v neurorehabilitaci používají a které jsem si mohla během mého studia vyzkoušet. K těmto konceptům patří metody založené na neurofyziologickém podkladě (PNF, Bobath koncept), přístupy využívající ontogenetický vývoj (Bobath koncept, posturální terapie), reflexní lokomoci (Vojtův princip), koncepty zaměřené na využití sensorických informací (Affolter) a proprioceptivní stimulace (senzomotorika). Často jsou používány i komplexní fyzioterapeutické koncepty, které jsou zaměřené na posturální a hybné poruchy (spirální dynamika, Brügger). [27]

Bobath koncept (Neurodevelopmental treatment) vytvořili manželé Berta a Karl Bobathovi. Ze začátku se práce manželů zaměřovala na terapii dětí, později byl koncept rozšířen i na terapii dospělých s hemiparézou. Manželé vycházeli hlavně z pozorování patologických známek, které jsou způsobeny poruchou centrálního nervového systému. Tyto patologické procesy se snažili příznivě ovlivnit prostřednictvím inhibice patologických hybných i posturálních vzorců, facilitací normálních vzorců a stimulací ke zlepšení vnímání polohy těla v prostoru. [27]

Důležitá je integrace principů do každodenního života. Na tom závisí úspěšnost celého konceptu (24 hodinový management). Je tedy zapotřebí, aby tento denní program dle Bobath konceptu dodržoval celý interprofesionální tým a rodinní příslušníci [21]

Cílem terapie je redukce asociovaných reakcí a snaha o pohyb, který bude probíhat podle fyziologického vzorce, snížení spastických svalových skupin. Po snížení

spasticity terapeut může facilitovat původní funkci pomocí proprioceptivních a exteroceptivních podnětů. [21]

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace (PNF) je široce používaná metoda, jejíž základy vytvořil americký lékař a neurofyziolog Herman Kabat v roce 1968. Základním cílem PNF je obnovení synergistických vzorců svalové aktivity a zvýšení síly a vytrvalosti paretických svalů. [21, 27]

Základem je manuální stimulace proprioceptorů za účelem zlepšení a zrychlení reakce neuromuskulárního systému. PNF využívá vedení pohybu, fenomén iradiace (k aktivaci slabších svalů přispívá iradiace ze silnějších svalových skupin), přizpůsobovaný odpor v celé délce pohybu a fenomén sukcesivní indukce (zlepšení aktivace antagonisty po předchozí kontrakci příslušných antagonistů). [27]

Nutná je aktivní spolupráce pacienta, který provádí přesně definované pohyby horními a dolními končetinami. Tyto pohyby mají spirální a diagonální průběh. [17]

Vojtův princip je další často používanou metodou, pojmenovaná je podle dětského neurologa Václava Vojty. Jedná se o neurofyziologický, vývojově orientovaný systém, který má za cíl znovuobnovení vrozených fyziologických pohybových vzorů, které byly blokovány postižením mozku anebo byly následkem traumatu ztraceny. Vojtova metoda pracuje s reflexními vzory, kterými se snaží aktivovat motorické funkce. V přesně definovaných výchozích polohách se aplikují na přesně určené tělesné zóny (spoušťové zóny) manuální stimuly, které mají vyvolat změnu v držení těla anebo v provádění pohybu. Jsou popsány dva základní vzory, reflexní otáčení a reflexní plazení. [27]

Tato metoda je využívána hlavně u dětí, zejména proto, že k jejímu provedení není zapotřebí vědomá spolupráce pacienta. Využívá se často i u pacientů s poruchami vědomí a porozumění. [17]

Spirální dynamika je trojdimenzionální koncept pohybové aktivity člověka, vytvořený švýcarským lékařem Christianem Larsenem a francouzskou fyzioterapeutkou Yolande Deswarte. Jedná se o anatomicky a funkčně podložený koncept, který byl vytvořen na základě poznání šroubovice, která je považována za základní strukturální element pohybového systému. Cílem terapie je poznání prostorových a časových fází optimální koordinace pohybu a zařazení těchto poznatků do každodenních aktivit. [27]

Posturální terapie dle Čáповé je koncept, založený na principech vývojové kineziologie. Na rozdíl od Vojtovy terapie nevyužívá stimulaci reflexních zón, terapii provádí v přesně definovaných pozicích, které vycházejí z vývojové kineziologie. Posturální terapie Jarmily Čáповé vyžaduje aktivní spolupráci pacienta a má za cíl aktivovat pohybové programy, vedoucí k centraci a stabilizaci kloubů. Při úspěšné terapii dochází k napřimění páteře, aktivuje se hluboký stabilizační systém a podpoříme celkovou mechaniku dýchání. Celá terapie vyústí v tendenci k pohybu při správné opoře o stabilní končetiny a trup. [44]

3. Praktická část

3.1. Hypotézy a cíle bakalářské práce

3.1.1. Cíle

Cílem bakalářské práce bylo získat a korelovat hodnoty získané z dvou rozdílných diagnostických přístupů použitých u pacientů po poškození mozku různé etiologie. Jedním z vybraných testů bylo hodnocení funkční míry nezávislosti (FIM). Jedná se o test, který splňuje podmínky standardizace (reliabilitu, validitu, objektivitu, senzitivitu), je mezinárodně akceptovaný a má tedy mezinárodní působnost. Druhé hodnoty jsme získali pomocí inerciálních senzorů (IS), které slouží k měření pohybu a aktivity horní parietické končetiny. Jedná se o inovativní pomůcku, kterou vytvořila společnost PRINCIP a.s. ve spolupráci s Klinikou rehabilitačního lékařství v Praze. Hodnota, která byla odečtena z inerciálních senzorů, udává denní aktivitu horních končetin (vyjádřeno v procentech).

Hlavním cílem práce bylo zjistit, zda lze pomocí výsledků, které jsme získali měřením pomocí inerciálních senzorů, zhodnotit efekt rehabilitačního procesu, který pacienti mezi prvním a posledním měřením absolvovali.

3.1.2. Otázky práce a hypotézy

Otázka práce č. 1: Jaký je efekt, lze prokázat po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie), u pacientů po poškození mozku, v testu FIM a ve sledování IS?

Hypotéza H01: Po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie) nedojde u sledované skupiny probandů ke statisticky významnému zlepšení hodnot FIM.

Hypotéza H02: Po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie) nedojde u sledované skupiny probandů ke statisticky významnému zlepšení hodnot celkové denní aktivity naměřené IS.

Otázka práce č. 2: Existuje statisticky významná závislost mezi výsledky v hodnocení celkových funkčních schopností pomocí testu FIM a měřením IS?

Hypotéza H03: Mezi hodnotami FIM a IS neexistuje statisticky významná závislost.

3.2. Metodika práce

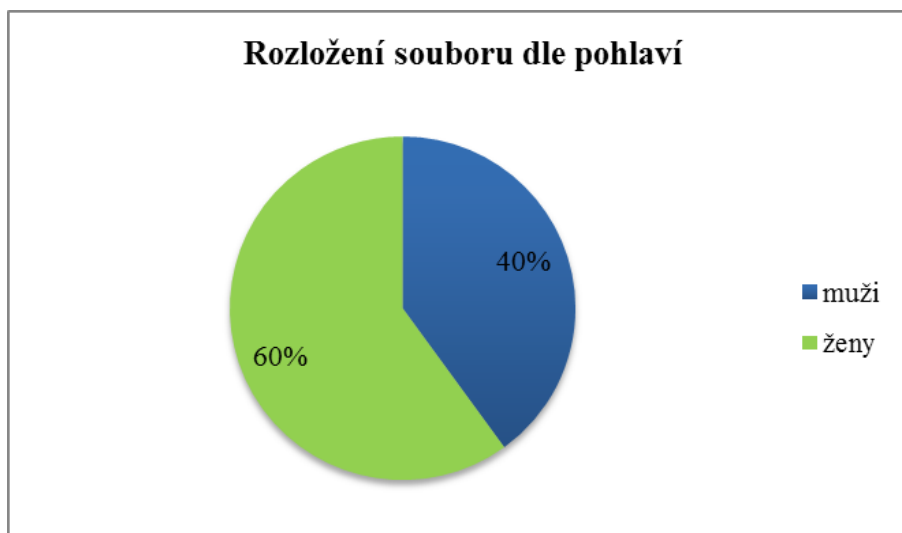
3.2.1. Charakteristika souboru probandů

V rámci projektu WSM Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze bylo naměřeno inerciálními senzory téměř 30 pacientů. Jednalo se o pacienty s hemiparetickou horní končetinou vzniklé po poškození mozku různé etiologie. Pro potřeby bakalářské práce bylo vybráno 10 pacientů, u kterých bylo na začátku a na konci rehabilitační péče provedeno funkční hodnocení nezávislosti (FIM).

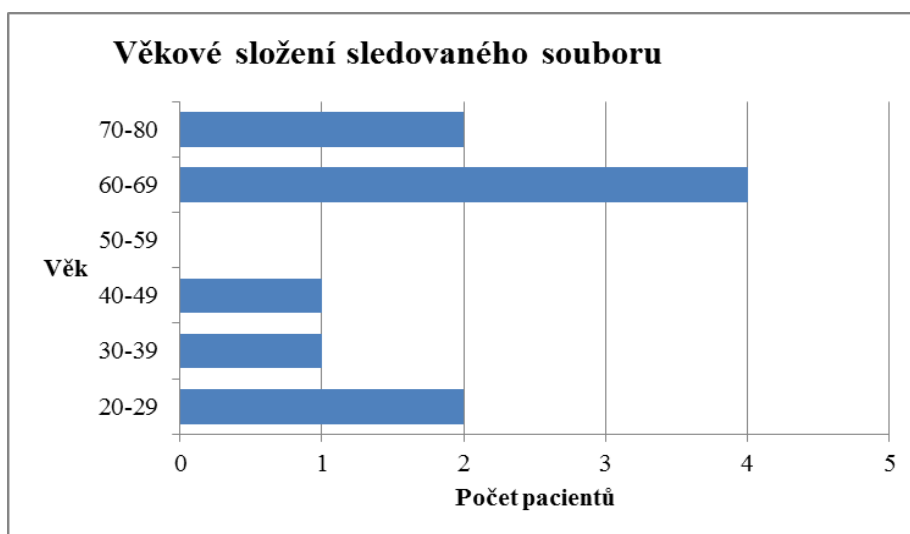
Výběrovou skupinu tvoří stacionární pacienti po poškození mozku s následnou hemiparézou. Další nutnou podmínkou výběru byl věk nad 18 let a podepsaný informovaný souhlas, který byl realizován v rámci Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze (KRL). Vylučovacími kritérii byla plegická horní končetina, fatická porucha (dle logopedického vyšetření), kognitivní a neuropsychiatrické onemocnění (dle vyjádření a doporučení klinického psychologa). Tito pacienti byli vyloučeni, jelikož byla nutná spolupráce a pochopení daných instrukcí. V příloze č. 5 je uvedena tabulka, která shrnuje charakteristiku skupiny pacientů.

V souboru je tedy zahrnuto 10 pacientů KRL, z toho 6 žen a 4 muži ve věku od 20 do 72 let, průměrný věk je 53 let. (viz graf 1,2)

Graf 1: Rozložení souboru dle pohlaví



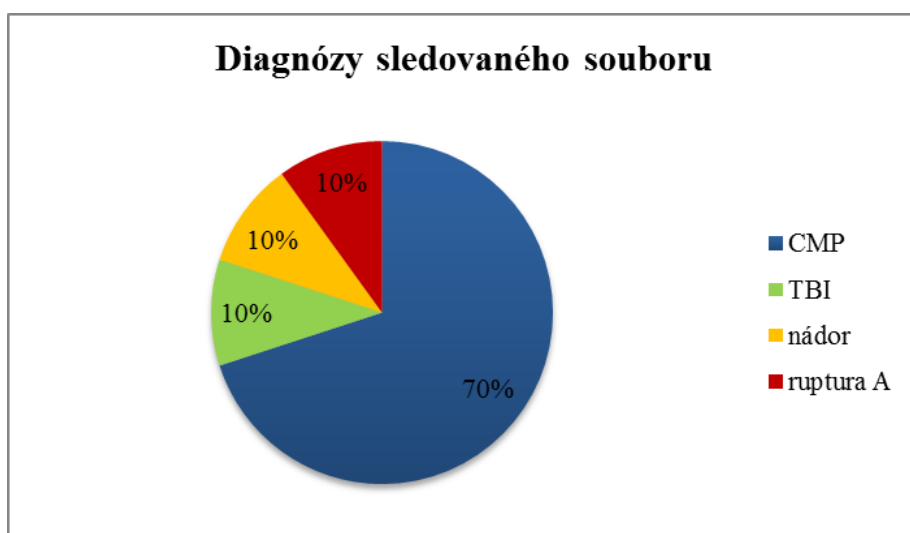
Graf 2: Věkové složení sledovaného souboru



Základním kritériem pro výběr do souboru je tedy poškození mozku s následnou hemiparézou horní končetiny. V etiologii poškození je skupina heterogenní. Mezi diagnózami se nejčastěji vyskytuje cévní mozková příhoda (7), dále skupina obsahuje diagnózu traumatické poškození mozku, nádory centrální nervové soustavy a rupturu aneurysmatu. Liší se také doba od roku vzniku onemocnění (rok poškození se pohybuje mezi 2006 - 2009). (viz graf 3, 4)

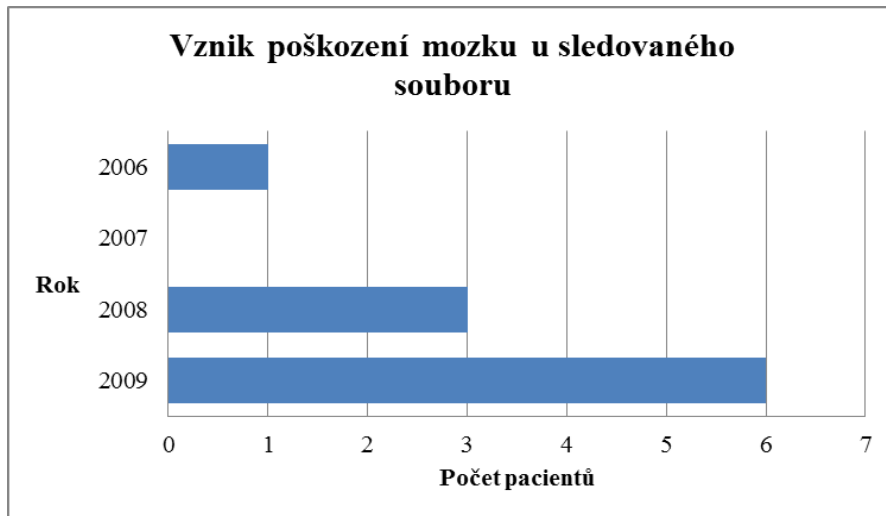
V souboru je celkem 7 pravostranných a 3 levostranné postižení horní končetiny. U 7 pacientů se jedná o postižení dominantní končetiny. (viz graf 5,6)

Graf 3: Diagnózy u sledovaného souboru

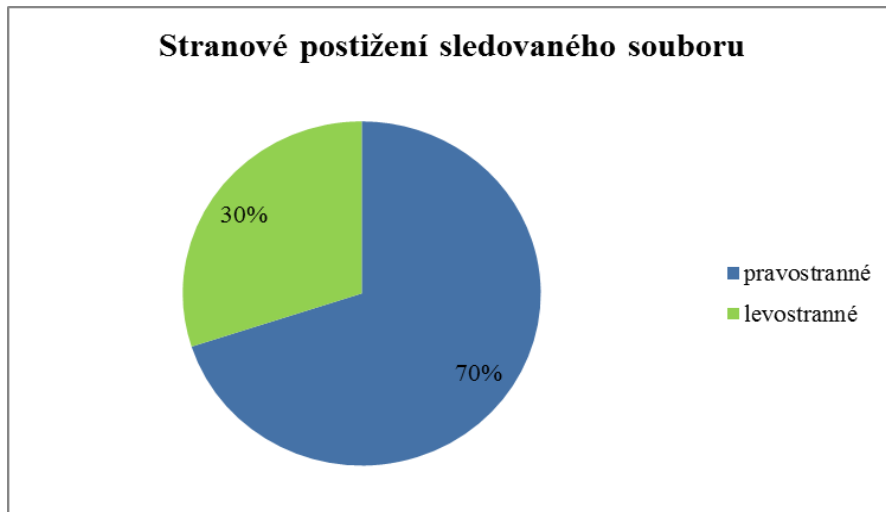


Legenda: **CMP** – cévní mozková příhoda, **TBI** – traumatické poškození mozku, **ruptura A** – ruptura aneurysmatu

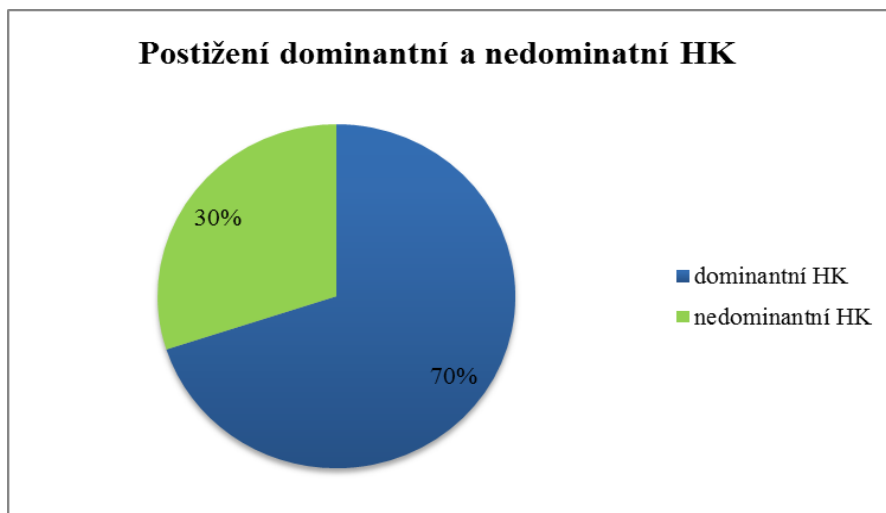
Graf 4: Vznik poškození mozku u sledovaného souboru



Graf 5: Stranové postižení sledovaného souboru



Graf 6: Přehled postižení dominantní a nedominantní HK



3.2.2. Průběh testování

Praktickou část jsem realizovala v rámci Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze. Vybraní pacienti absolvovali denní stacionář. Testování se odehrálo vždy na začátku a na konci rehabilitačního procesu. V době mezi měřeními rehabilitanti docházeli do denního stacionáře, v rámci kterého jim byla poskytnuta série terapií, jak individuální, tak skupinové. Doba pobytu ve stacionáři byla individuální, pohybovala se mezi 4 až 6-ti týdny. Rehabilitační péče je na klinice zajišťována interprofesionálním týmem jehož součástí jsou lékaři, fyzioterapeuti, ergoterapeuti, speciální psycholog, sociální pracovník, logoped a klinický psycholog. Každý pacient absolvoval denně minimálně hodinovou terapii fyzioterapie a ergoterapie a dále další terapie směřované na individuální potřeby pacienta (např. speciální pedagogiku, taneční terapii, muzikoterapii a další), (příloha č. 4).

Vzhledem k tomu, že všichni vybraní pacienti absolvovali denní stacionář, tak jsem použila informovaný souhlas, který pacienti podepisují při přijetí do stacionáře.

3.2.2.1. *Funkční míra nezávislosti*

Hodnocení funkční míry nezávislosti je mezinárodně uznávané a standardizované hodnocení, které je používáno ke stanovení stupně poruchy a sledování změn před a po rehabilitační intervenci. Lze díky němu hodnotit efektivitu rehabilitačního procesu. [18, 36]

Test může provádět každý zdravotník, který absolvoval příslušné školení. Hodnocení FIM typicky provádí ergoterapeut, fyzioterapeut, zdravotní sestra, logoped nebo lékař. [6] Na Klinice rehabilitačního lékařství testování vykonávají zpravidla ergoterapeuté.

U každého pacienta bylo provedeno hodnocení FIM před začátkem a na konci rehabilitačního procesu. Hodnoty byly zaznamenány a následně jsem data statisticky zpracovala.

Vzhledem k tomu, že jsem sama neabsolvovala příslušné školení a samotné testování je náročné a musí být provedené přesně podle manuálu, tak jsem byla pouze přítomná u hodnocení a asistovala jsem, zvláště v testování motorické části FIMu. Můj hlavní úkol byl shromažďování výsledků a následné vyhodnocování.

3.2.2.2. Měření inerciálními senzory

Každý pacient byl v rámci svého pobytu v denním stacionáři Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze první a poslední týden monitorován pomocí inerciálních senzorů. Byla snímána aktivita horních končetin.

Pacient byl poučen, jak a kdy náramky připevnit a sejmout. Každý účastník dostal manuál, který obsahoval všechny potřebné technické a provozní informace (viz příloha).

Po týdenním měření byly stažená data v počítači připravená pro techniky firmy PRINCIP a.s., kteří z naměřených hodnot vyseletovali celkovou denní aktivitu paretické horní končetiny první a poslední den měření. S tímto číslem jsem dále pracovala při hodnocení daných hypotéz.

3.2.3. Statistické zpracování dat

Při realizaci praktické části jsem použila kvantitativní přístup. Při statistické analýze výsledků jsem využila metody deskriptivní a induktivní statistiky. Metody popisné statistiky umožňují přehledné uspořádání dat (statistické třídění) a výpočet potřebných ukazatelů. Výsledky jsem zaznamenala do tabulek a grafů. Metody induktivní statistiky slouží k popisu statistického souboru a vytváří závěry, týkající se ověřování formulovaných hypotéz. Výsledky jsou shrnuty ve slovním výkladu, ve statistických tabulkách a jsou vyjádřeny také grafickým znázorněním.

U dat jsem nejprve ověřila, zda se jedná o normální rozdělení.

K hodnocení, zda se jedná o statisticky významná data, byl použit párový t-test u metody FIM a Wilcoxonův test u dat z Inerciálních senzorů. Tyto testy porovnávají data, která tvoří „spárované variační řady“, tzn., že pocházejí ze subjektů, které byly podrobeny dvěma měřeními. Provádíme tedy 2 měření u jednoho výběrového souboru: 1. měření na začátku rehabilitační intervence, 2. po skončení rehabilitační intervence.

V rámci této práce jsem zvolila hladinu významnosti jako 0.05, což je hodnota, která se obvykle používá pro biologická data. Tím dostaneme 95% jistotu správného rozhodnutí. Hladina významnosti testu (chyba α), je pravděpodobnost, že se zamítne nulová hypotéza, ačkoliv platí. Zpravidla se postupuje tak, že si předem zvolíme chybu α (hladina významnosti testu) a to dostatečně nízkou.

Pro účely bakalářské práce byla veškerá data anonymizována pro zachování ochrany osobních údajů.

3.3. Výsledky

Pro přehledné shrnutí výsledku byla data uspořádaná do tabulek a grafů. Následně byly vypočteny potřebné ukazatele popisné statistiky.

3.3.1. Ověření stanovených hypotéz

Otázka práce č. 1: Jaký je efekt, lze prokázat po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie), u pacientů po poškození mozku, v testu FIM a ve sledování IS?

Hypotéza H01: Po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie) nedojde u sledované skupiny probandů ke statisticky významnému zlepšení hodnot FIM.

Na základě získaných dat při vstupním a výstupním hodnocení funkční míry nezávislosti (viz tab. 1 a graf 6, příloha č. 6) a zjištěné hladině významnosti ($p < 0,05$) hypotézu H01 zamítáme.

Průměrná hodnota změny mezi vyšetřeními je 5 bodů, průměrná hodnota zlepšení motorického FIMu jsou 4 body a kognitivního 1 bod.

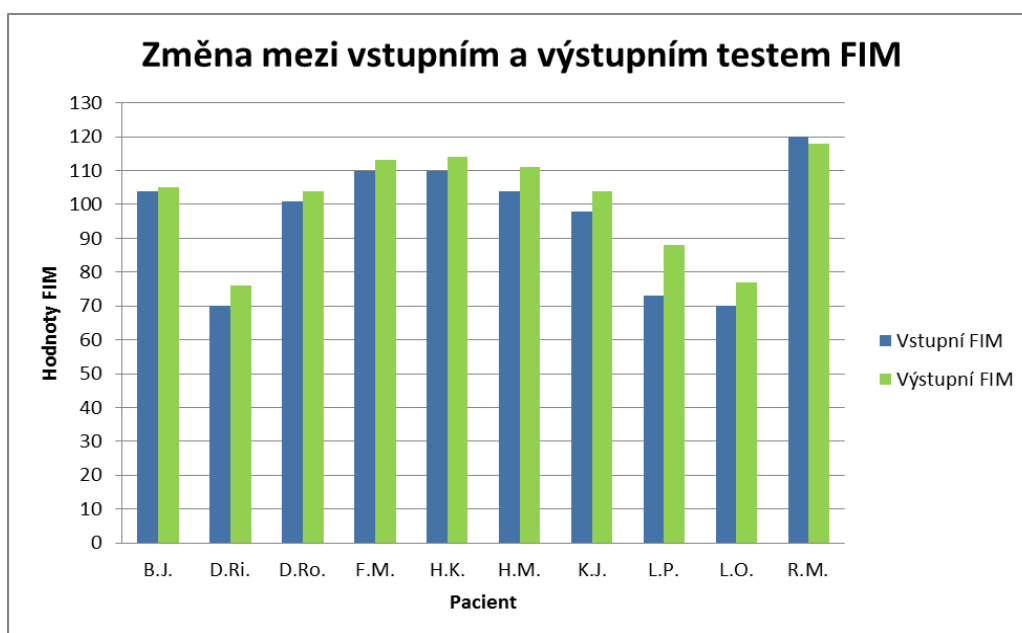
Zlepšení dle funkční míry nezávislosti dosáhlo 9 pacientů a 1 se ve výsledcích zhoršil.

Lze tedy říci, že u sledované skupiny probandů dojde k zlepšení výsledku testu funkční míry nezávislosti a že absolvování rehabilitačního procesu v denním stacionáři má vliv na zvýšení těchto hodnot. Jak potvrdil t-test, toto zlepšení je statisticky významné, proto tuto hypotézu zamítáme.

Tab. 1: Hodnoty testu FIM

Pacient	FIM1	mFIM	kFIM	FIM2	mFIM	kFIM	Δ FIM	Δ mFIM	Δ kFIM
B.J.	104	83	21	105	84	21	1	1	0
D.Ri.	70	60	10	76	64	12	6	4	2
D.Ro.	101	67	34	104	70	34	3	3	0
F.M.	110	80	30	113	82	31	3	2	1
H.K.	110	76	34	114	79	35	4	3	1
H.M.	104	75	29	111	82	29	7	7	0
K.J.	98	73	25	104	78	26	6	5	1
L.P.	73	44	29	88	57	31	15	13	2
L.O.	70	54	16	77	58	19	7	4	3
R.M.	120	85	35	118	83	35	-2	-2	0
Ar. Průměr	96	69,7	26,3	101	73,7	27,3	5	4	1

Graf 6: Změna mezi vstupním a výstupním testem FIM



Hypotéza H02: Po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie) nedojde u sledované skupiny probandů ke statisticky významnému zlepšení hodnot celkové denní aktivity postižené HK naměřené IS.

Na základě získaných dat (viz tab. 2 a graf 7, příloha č. 7) při vstupním a výstupním měření IS (viz tabulka a graf) a zjištěné hladině významnosti ($p < 0,05$) hypotézu H02 potvrzujeme.

Z naměřených dat sice můžeme usoudit, že dojde ke zlepšení, které není velké, průměrná hodnota zlepšení je 1%.

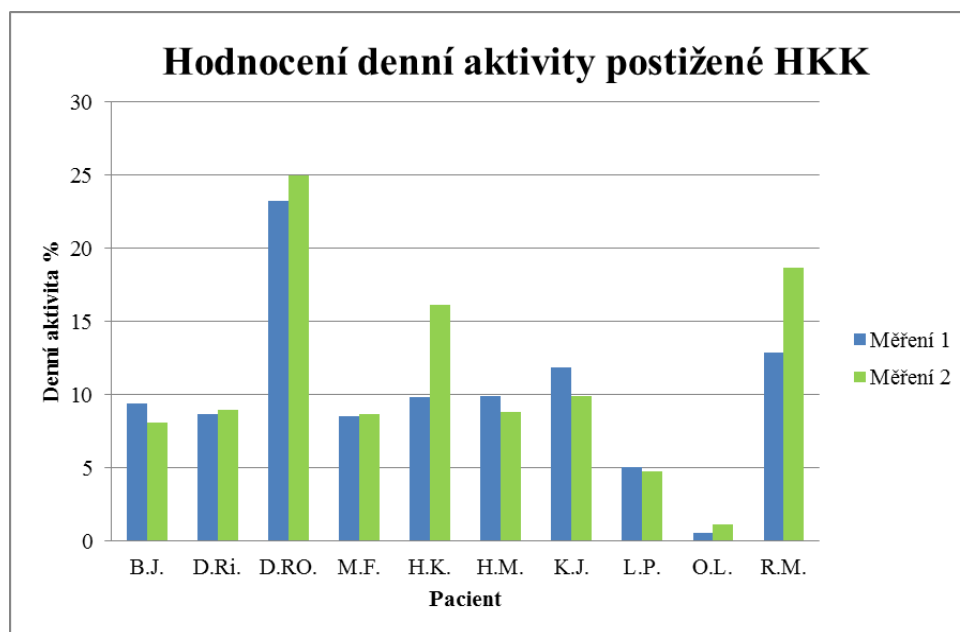
Zlepšení hodnot celkové denní aktivity dosáhlo 6 pacientů a u 4 došlo ke zhoršení.

Lze tedy říci, že u sledované skupiny probandů dojde k minimálnímu zlepšení hodnot celkové denní aktivity postižené horní končetiny (o 1%). Dle Wilcoxonova testu se toto zlepšení nejeví jako statisticky významné, na hladině významnosti $p < 0,05$ a proto hypotézu H02 potvrzujeme.

Tab. 2: Hodnoty získané měřením IS

Pacient	IS 1 (%)	IS 2 (%)	Δ IS (%)
B.J.	9,40	8,11	-1,29
D.Ri.	8,77	8,82	0,05
D.RO.	23,22	25	1,78
M.F.	8,51	8,68	0,17
H.K.	9,88	16,17	6,29
H.M.	9,89	8,81	-1,08
K.J.	11,9	9,93	-1,97
L.P.	5,09	4,76	-0,33
O.L.	0,55	1,17	0,62
R.M.	12,87	18,72	5,85
Ar. Průměr	10,08	11,02	1,01

Graf 7: Hodnocení denní aktivity postížené HK



Otázka práce č. 2: Existuje statisticky významná závislost mezi výsledky v hodnocení celkových funkčních schopností pomocí testu FIM a měřením IS?

Hypotéza H03: Mezi hodnotami FIM a IS neexistuje statisticky významná závislost.

Na základě získaných dat při vstupním a výstupním měření IS a testování FIM (viz tabulka 1,2 a graf 6,7, příloha č. 6 a č. 7) a výpočtech statistické významnosti zlepšení těchto parametrů, tuto hypotézu potvrzujeme.

Vzhledem k tomu, že měření inerciálními senzory nelze považovat za statisticky významné, tak nemůžeme provést korelaci těchto parametrů.

Lze tedy říci, že mezi hodnotami FIM a IS neexistuje statisticky významná závislost a proto tuto hypotézu potvrzujeme.

3.3.2. Shrnutí výsledků

Otázka práce č. 1: Jaký je efekt, lze prokázat po ukončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie), u pacientů po poškození mozku, v testu FIM a ve sledování IS?

Pro tuto vědeckou otázku byly stanoveny 2 negativní hypotézy. Na základě získaných dat hypotézu H01 zamítáme a lze tvrdit, že absolvování rehabilitační intervence v denním stacionáři má vliv na zlepšení hodnot FIM.

Hypotézu H02 potvrzujeme a můžeme potvrdit, že po absolvování rehabilitačního procesu v denním stacionáři nedojde ke statisticky významnému zlepšení hodnot naměřených IS, tudíž absolvování denního stacionáře nemá vliv na zlepšení těchto hodnot.

Otázka práce č. 2: Existuje statisticky významná závislost mezi výsledky v hodnocení celkových funkčních schopností pomocí testu FIM a měřením IS?

Pro tuto výzkumnou otázku byla stanovena 1 negativní hypotéza. Na základě naměřených dat hypotézu H01 potvrzujeme, protože mezi hodnocení dle testu FIM a měřením IS neexistuje statisticky významná závislost.

Korelaci nebylo možné provést z důvodu, že hodnocení denní aktivity postižené horní končetiny není možné považovat za statisticky významné.

4. Diskuze

Mezi trend dnešní doby patří objektivizace dat a tato tendence se projevuje také v medicíně a stejně tak v rehabilitaci. „Evidence based medicine“ popř. „Evidence Based Practice“ (EBP) je termín, který můžeme přeložit jako medicína (praxe) založené na důkazu. EBP si klade za cíl zvyšování kvality zdravotnické péče, tj. zlepšení dovedností v diagnostice, terapii a v prevenci. V praxi se setkáváme s požadavkem na testování, které splňuje základní podmínky standardizace, tj. objektivitu, validitu, senzibilitu, reliabilitu. Tyto testy jsou důkladně ověřeny a jejich součástí je manuál, který obsahuje přesné vymezení jednotlivých podmínek a postupů pro testování, skórování a interpretaci testových výsledků. Většinou je k dispozici také standard (testová norma) pro hodnocení dosažených výkonů. [11]

Objektivizace vyšetření je často diskutovaným tématem. Z mého fyzioterapeutického pohledu mě nejvíce zajímalo sledování pohybu. Analýza pohybu patří mezi základní a důležité fyzioterapeutické vyšetření, například analýza chůze by se měla odehrávat už při samotném vstupu pacienta do ordinace. Samotná aspekce pohybu je však čistě subjektivní, často nepřesná a neumožňuje nám objektivní srovnání jednotlivých návštěv mezi sebou. Existují sice i velice finančně nákladné laboratoře chůze, které ale mají také spoustu negativ. Jako hlavní nevýhodu vidím nedostupnost zařízení a také to, že jsou vytvořeny umělé podmínky pro samotné snímání pohybu, které mohou samotné výsledky výrazně ovlivnit. K monitoringu celého těla i jeho částí se jeví jako nejoptimálnější využití inerciálních senzorů. [2, 4, 17]

Inerciální senzor je pomůcka, která našla své využití i v rámci rehabilitace (včetně fyzioterapie). První studie monitorování lidského těla akcelerometry a gyroskopy jsou z let 1950, kdy měly podobu objemných a těžkých zařízení, které navíc byly v měření často nespolehlivé. V posledních desetiletí došlo k obrovskému technickému rozvoji a v důsledku toho máme v dnešní době k dispozici snímače malých rozměrů a s nízkou váhou, které se dají snadno připevnit na sledovaný objekt. [4, 17]

Senzory jsou používány k analýze chůze, např. Bamberg et al. [4] popisuje systém „Gaitshoe“. Jedná se o přístroj, který byl navržen tak, aby se dal vložit do jakékoliv boty a nezasahoval do samotné chůze. Což je dle mého názoru jedna z nejvýznamnějších výhod, protože monitoring chůze lze provést i mimo laboratorní podmínky, tedy v prostředí, které je pro pacienta přirozené. Další výhodou spatřuji v tom,

že se jedná o lehké zařízení, které pacient nevnímá a nezasahuje do stereotypu chůze. Systém umožňuje bezdrátový přenos a grafické srovnání jednotlivých měření, to poslouží jako zpětná vazba nejen pro nás, ale i pro pacienta.

Inerciální senzory byly také navrženy jako čidla pro detekci pádů u seniorů. Culhane et al. [5] popisuje možnou strategii v prevence pádů jako včasnou detekci rizikové skupiny jedinců a zahájení vhodné terapeutické intervence. Wu [34] přichází s myšlenkou propojit senzory detekující pád s polštářkem – „airbagem“, který by při detekci pádu chránil oblast kyčelního kloubu a zamezil by tak častým zlomeninám. Toto vše však Wu [34] uvádí jako podnět k dalšímu výzkumu. Dle mého názoru by „airbag“ mohl být pro rehabilitanta nepříjemný a mohl by ho omezovat v běžných denních činnostech.

Senzory je také možné monitorovat jen částí těla, nejčastěji hemiparetickou horní končetinu u pacientů po cévní mozkové příhodě. Cévní mozková příhoda (CMP, iktus) je považována za jednu z nejčastějších příčin invalidizace a je považována za celosvětový medicínský, sociální a ekonomický problém. Jedním z hlavních cílů rehabilitace po cévní mozkové příhodě je odstranění nebo snížení motorického deficitu, maximalizace funkčních a kognitivních schopností a resocializace. [8, 12, 17, 36, 45]

Rehabilitace s využitím inerciálních senzorů může pomoci zkrátit dobu hospitalizace, sníží počet ambulantních návštěv a podpoří rehabilitace v domácím prostředí pacienta. Jeden směr výzkumů se specializoval na vývoj systému, který bude sloužit k objektivnímu měření postižené horní končetiny. To se povedlo týmu v roce 2000 v čele s G. Uswatte [31], kteří předešli velké variabilitě výsledků přidáním prahového filtru. To byl základ pro další studie, které se zabývají monitoringem paretické horní končetiny. [9, 36]

Druhý směr výzkumu přináší do rehabilitace nový pojem, tzv. telerehabilitaci. Jedná se o formu domácí terapie, která využívá k poskytování služeb komunikační a informační technologie. K vzájemně výměně informací dochází bez ohledu na fyzickou vzdálenost. Osobně si myslím, že telerehabilitace by se v budoucnu mohla stát jednou z forem fyzioterapii, která by umožnila zintenzivnění rehabilitační intervence. Díky inerciálním senzorům by byla k dispozici zpětná vazba, jak pro pacienta, tak pro terapeuta. Zkrátila by se doba hospitalizace a počet ambulantních návštěv. V důsledku toho by se snížily náklady spojené s rehabilitací osob po iktu. [9, 26, 36]

Gebruers et al. [9], v článku z roku 2010, poukazuje na to, že dostupná literatura o využitelnosti senzorů ve fyzioterapii je příliš mladá na to, aby mohly být vysloveny

konečné závěry. Přesto se kloní k tomu, že dostupné materiály naznačují, že akcelerometry poskytují validní a reliabilní data.

Přestože proběhla spousta výzkumů a pokusů o objektivizaci měření inerciálními senzory, neexistuje jednotná metodika a terminologii. Myslím si, že jedním z hlavních důvodů je rychlý rozvoj techniky a stálé hledání neoptimálnějšího využití inerciálních senzorů. Dle mého názoru mají senzory velký potenciál stát se užitečnou pomůckou ve fyzioterapeutické ordinaci, ale pro samotnou realizaci dílčích projektů bude potřeba ještě spoustu času a financí.

Hlavním cílem praktické části bakalářské práce bylo získat a korelovat hodnoty, které byly získány z dvou různých diagnostických přístupů u pacientů po poškození mozku. Dalším záměrem bylo porovnat hodnoty před začátkem a po skončení rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie) a zjistit, zda nám tyto data mohou sloužit jako nástroj pro hodnocení efektivity rehabilitačního procesu.

Skupinu probandů tvořilo 10 pacientů po poškození mozku různé etiologie. Jednalo se o stacionární pacienty Kliniky rehabilitačního lékařství v Praze. Testování se odehrálo vždy na začátku a na konci rehabilitačního procesu. V době mezi měřeními rehabilitanti docházeli do denního stacionáře, v rámci kterého jim byla poskytnuta série terapií, jak individuální, tak skupinové.

Jedním z vybraných testů bylo hodnocení Funkční míry nezávislosti (FIM). Jedná se o mezinárodně uznávaný a standardizovaný test, který je používán ke stanovení stupně poruchy a sledování změn před a po rehabilitační intervenci. Lze tedy díky němu hodnotit efektivitu rehabilitačního procesu. Test může provádět každý zdravotník, který absolvoval příslušné školení. Hodnocení FIM provádí ergoterapeut, fyzioterapeut, zdravotní sestra, logoped nebo lékař. Z praxí, které jsem absolvovala během studia, mám zkušenost, že testování FIM je v České republice doménou ergoterapeutů, přitom si myslím, že zvláště motorická část FIM testu by měla být v rukou fyzioterapeuta. **[6, 18, 36]**

Druhé hodnoty byly získány pomocí inerciálních senzorů, první a poslední den denního stacionáře. Jednalo se o data, která udávala celkovou denní aktivitu paretické horní končetiny (vyjádřeno v %).

Stanovila jsem 2 hlavní otázky práce a v rámci nich 3 negativní hypotézy, které jsem hodnotila v praktické části.

První otázka se týkala využitelnosti měření IS a testu FIM jako nástroje pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie). Z dosažených výsledků potvrzují, že hodnoty získané pomocí FIM testu jsou ukazatelem statisticky významného zlepšení a jsou objektivní a senzitivní metoda pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence.

Oproti tomu sledování celkové denní aktivity postižené horní končetiny nemůžeme považovat za statisticky významný ukazatel hodnotící pacientovo zlepšení, a tudíž není vhodným nástrojem pro hodnocení efektu rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie). Podle dat z inerciálních senzorů sice došlo u pacientů k průměrnému 1% zlepšení, ale dle Wilcoxonova testu se toto zlepšení nejeví jako statisticky významné, na hladině významnosti $p < 0,05$. Domnívám se, že výsledek není zcela objektivní, protože všichni účastníci neměli stejné podmínky ve dni samotného měření. Velkou roli sehrál denní program, počet terapií v denním stacionáři a aktivity, které pacient prováděl doma. V neposlední řadě si myslím, že výsledky mohly být ovlivněné subjektivním stavem pacienta (nemocí, zvýšenou bolestivostí, špatným psychickým rozpoložením atd.)

Na základě získaných dat jsem vyhodnotila druhou otázku práce. Mezi hodnoceními dle testu FIM a měření IS neexistuje statisticky významná závislost. Což se dalo předpokládat, výsledek FIM testu popisuje funkční schopnosti pacienta, kdežto celková denní aktivita postižené končetiny nám podává informace pouze o selektivním pohybu HK a jejím zapojováním během jednoho dne.

Je potřeba zdůraznit, že moji výběrovou skupinu tvořili pacienti po poškození mozku. U většiny z nich nejde pouze o poškození motorického systému, ale zasaženy mohou být i funkce kognitivní včetně funkcí fatických a psychických. A tento fakt má vliv na výsledek fyzioterapii. Neurorehabilitace je dlouhodobý proces, proto nemůžeme očekávat, že se pacient za 4 – 6 týdnů výraznělepší.

Vzhledem k tomu, že moje bakalářská práce obsahuje vzorek pouze 10 pacientů, mohou být výsledky nízkým počtem probandů zkresleny. Proto bych navrhovala, v měření pokračovat a studii provést znova s větším vzorkem osob. Domnívám se, že by mělo dojít k potvrzení mých výsledků, tj. že hodnocení celkové denní aktivity postižené horní končetiny není možné považovat za objektivní a senzitivní metodu pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence.

Pro další měření bych doporučovala sestavit pevné vstupní a výstupní vyšetření za pomoci inerciálních senzorů, např. rozšířenou sestavu cviků anebo několik činností

z běžného denního života. Vyšetření by bylo pro pacienty stejné a umožnilo by získat data, která by podle mě měly větší výpovědní hodnotu. Dále navrhuji zanést do dokumentace subjektivní a objektivní hodnocení aktuálního pacientova stavu v den měření celkové denní aktivity HKK senzory (tj. první a poslední den denního stacionáře). Zpětně se těžko hodnotí, co ovlivnilo to, že se pacient nezlepšil.

Také bych uvítala, kdybych měla k dispozici informace, co pacient v den měření absolvoval (počet terapií, způsob dopravy, aktivity v domácím prostředí atd.). Zpětně si myslím, že by tyto informace byly užitečné v hodnocení aktivity u konkrétního pacienta a mohly by sloužit k individuální spolupráci mezi pacientem a terapeutem. Záznam z IS a informace o denní činnosti pacienta je dle mého názoru formou zpětné vazby, která může být další motivací pro pacienta.

5. Závěr

Hlavním cílem bakalářské práce bylo získat a korelovat hodnoty z dvou různých diagnostických přístupů použitých u pacientů po poškození mozku. Záměrem bylo také objektivně zhodnotit efekt rehabilitačního procesu.

Jedním z vybraných testů bylo hodnocení funkční míry nezávislosti (FIM) a druhá hodnota byla naměřena zařízením s inerciálními senzory (IS). Pro plnění cílů jsem si stanovila 3 hypotézy, jejichž platnost jsem ověřovala v praktické části bakalářské práce. V teoretické části jsem uvedla základní informace o inerciálních senzorech a představila několik studií, které se zabývají jejich využitelností v rámci rehabilitace u pacientů s diagnózou cévní mozkové příhody. Kapitulu jsem věnovala tématu neurorehabilitace, protože je dle mého názoru klíčová v léčbě pacientů po poškození centrální nervové soustavy.

První otázka práce se týkala využitelnosti měření IS a testu FIM jako nástroje pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie). Z dosažených výsledků potvrzují, že hodnoty získané pomocí FIM testu jsou ukazatelem statisticky významného zlepšení a jsou objektivní a senzitivní metoda pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence. Oproti tomu sledování celkové denní aktivity postižené horní končetiny nemůžeme považovat za statisticky významný ukazatel hodnotící pacientovo zlepšení, a tudíž není vhodným nástrojem pro hodnocení efektu rehabilitační intervence (včetně fyzioterapie).

Na základě získaných dat jsem vyhodnotila druhou otázku práce. A dospěla jsem k názoru, že mezi hodnocení dle testu FIM a měření IS neexistuje statisticky významná závislost.

Uvědomuji si, že moje bakalářská práce obsahuje vzorek pouze 10 pacientů a proto výsledky mohou být nízkým počtem probandů zkresleny. Proto bych navrhovala, v měření pokračovat a studii provést znova s větším vzorkem osob. Dle mého názoru by mělo dojít k potvrzení mých výsledků, tj. že hodnocení celkové denní aktivity postižené horní končetiny není možné považovat za objektivní a senzitivní metodu pro hodnocení efektivity rehabilitační intervence. Doporučovala bych sestavit pevné vstupní a výstupní vyšetření za pomoci inerciálních sensorů, např. rozšířenou sestavu cviků anebo několik činností z běžného denního života. Dále navrhuji zanést do dokumentace subjektivní a objektivní hodnocení aktuálního pacientova stavu v den měření celkové denní aktivity

HKK senzory (tj. první a poslední den denního stacionáře). Zpětně se těžko hodnotí, co ovlivnilo to, že se pacient nezlepšil.

Poslední věcí, která je potřeba zmínit je ta, že nelze čekat, že u neurologických pacientů dojde za pobytu v denním stacionáři k výraznému zlepšení. Neurorehabilitace je dlouhodobý proces a dle mého názoru by se výsledky projevily za delší časové období.

Dalšími podněty do budoucna by mohlo být:

- Rozšířit sestavu cviků
- Vývoj online přenosu z náramků
- Rozšířit užití IS v rámci terapii za účelem objektivního sledování změn v hybnosti HKK
- Zavést vstupní a výstupní vyšetření pomocí IS

Inerciální senzory jsou inovativní pomůcka, která má, dle mého názoru, velký potenciál stát pomocníkem v rehabilitaci (včetně fyzioterapie). Ale je potřeba najít optimální použití, která v současné době spatřuji v jednotném vstupním a výstupním vyšetření, které by mohlo sloužit jako podklad pro hodnocení efektu rehabilitační intervence.

6. Přehled použité literatury

1. ALTMAN, Jaroslav a Igor BODLÁK. *PROJEKT: „HUMET“: Etapa: 5. Vyhodnocení dat HUMET: Vyhodnocování pohybu postižené končetiny* [online]. 2011 [cit. 5.6.2012]. Dostupné z: <http://isle.princip.cz/download/humet/wms/doc/report/wrist-crit3-1.0.1.pdf>.
2. AMBLER, Zdeněk. *Základy neurologie: učebnice pro lékařské fakulty*. 6., přeprac. a dopl. vyd. Praha: Galén, 2006, 351 s. ISBN 80-726-2433-4.
3. ANGEROVÁ, Yvona, Olga ŠVESTKOVÁ, Jana SÜSSOVÁ, František VÉLE a Petra SLÁDKOVÁ. *Neurorehabilitace. Česká a slovenská neurologie a neurorehabilitace*. 2010, č. 2, s. 131-135. Dostupné z: <http://www.csmn.eu/ceska-slovenska-neurologie-clanek/neurorehabilitace-33805?search=neurorehabilitace>.
4. BAMBERG, Stacy J. Morris, Ari Y. BENBASAT, Donna Moxley SCARBOROUGH, David E. KREBS a PARADISO. *Gait Analysis Using a Shoe-Integrated Wireless Sensor System* Stacy. *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine* [online]. 2008, vol. 12, no. 4, 413 - 423 [cit. 2012-03-24]. ISSN 1089-7771. Dostupné z: http://resenv.media.mit.edu/pubs/papers/2008-07_ieee-titb_gaitshoe.pdf.
5. CULHANE, K. M., M. O. CONNOR a G. M. LYONS. *Accelerometers in rehabilitation medicine for older adults*. *Age and ageing* [online]. London: Oxford University Press [etc.], 2005, vol. 34, no. 6, s. 556-560 [cit. 2012-03-25]. ISSN 0002-0729. DOI: 10.1093/ageing/afi192. Dostupné z: <http://www.ageing.oxfordjournals.org/cgi/doi/10.1093/ageing/afi192>.
6. DEUTSCH, Anne, S. BRAUN a C. GRANGER. *The Functional Independence Measure and the Functional Independence Measure for Children: Ten years of development*. *Critical Reviews of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1996, vol. 8, no. 4, s. 267-281.
7. DVOŘÁČKOVÁ, Dagmar. *Úrazy seniorů v domácím prostředí*. *Sestra: odborný časopis pro nelékařské zdravotnické pracovníky* [online]. 2009, č. 12 [cit. 2012-03-25]. ISSN 1210-0404. Dostupné z: <http://www.zdn.cz/clanek/sestra/urazy-senioru-v-domacim-prostredi-448650>.
8. FEIGIN, Valery L. *Cévní mozková příhoda: prevence a léčba mozkového iktu*. 1. české vyd. Praha: Galén, 2007, 207 s. ISBN 978-80-7262-428-7.

9. GEBRUERS, Nick, et al. Monitoring of Physical Activity After Stroke : A Systematic review of Accelerometry-Based Measures. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010, no.91, s. 288-297. ISSN 288-97.
10. GROVES, Paul D. *Principles of GNSS, inertial, and multisensor integrated navigation systems* [online]. Boston: Artech House, 2008, 518 s. [cit. 2012-03-22]. GNSS technology and applications series. ISBN 978-1-58053-255-6. Dostupné z: http://www.2shared.com/document/0uO79Ogp/Principles_of_GNSS_Inertial_an.html.
11. JURUTKOVÁ. *Komparace testů funkce a aktivity dle ICF u pacientů po CMP.* Olomouc, 2011. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, fakulta Zdravotnických věd, ústav Fyzioterapie. Vedoucí práce Mgr. Petra Bastlová Ph.D.
12. KALITA, Zbyněk, Martin BAREŠ a Jaroslav DUFEK. *Akutní cévní mozkové příhody: diagnostika, patofyziologie, management.* 1. vyd. Praha: Maxdorf, 2006, 623 s. ISBN 80-859-1226-0.
13. KALVACH, Zdeněk et al.: *Geriatric a gerontologie.* 1. vyd. Praha: Grada, 2004, 861 s. ISBN 80-247-0548-6.
14. KAŇOVSKÝ, Petr, Martin BAREŠ a Jaroslav DUFEK. *Spasticita: mechanismy, diagnostika a léčba.* 1. vyd. Praha: MAXDORF, 2004, 351 s. ISBN 80-734-5042-9.
15. KIFAYAT, Kashif. Body Area Networks for Movement Analysis in Physiotherapy Treatments. In: *24th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops.* Perth, WA, 2010, 866 - 872. ISBN 978-1-4244-6701-3. DOI: 10.1109/WAINA.2010.155.
16. *Klinika rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty UK v Praze a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze. Sekundární prevence pacientů po poškození mozku s využitím náramků pro monitoring pohybu. : Klinika rehabilitačního lékařství 1. lékařské fakulty UK v Praze a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze.* 2011, 1 leták, informační leták.
17. KOLÁŘ, Pavel et al. *Rehabilitace v klinické praxi.* 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-807-2626-571.
18. KŘIVOŠÍKOVÁ, Mária. Hodnocení v ergoterapii. KŘIVOŠÍKOVÁ, Mária. *Úvod do ergoterapie.* 1. vyd. Praha: Grada, 2011, s. 239-240. ISBN 978-80-247-2699-1.
19. LACHNIT, Zdeněk. *Inerciální snímače pro zpřesňování odometrie mobilních robotů.* Brno, 2007. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Pavel Houška, Ph.D.

20. LIPPERTOVÁ-GRÜNEROVÁ, Marcela. *Neurorehabilitace*. 1. vyd. Praha: Galén, 2005, 350 s. ISBN 80-726-2317-6.
21. LIPPERT-GRÜNEROVÁ, Marcela. *Trauma mozku a jeho rehabilitace*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, vii, 148 s. ISBN 978-807-2625-697.
22. LIU, Tao, Yoshio INOUE a Kyoko SHIBATA. Development of a wearable sensor system for quantitative gait analysis. *Measurement: journal of the International Measurement Confederation* [online]. 2009, vol. 42, no. 7, s. 978-988 [cit. 2012-03-24]. ISSN 0263-2241. Dostupné z: <http://www.mech.kochi-tech.ac.jp/liutao/Measurement.pdf>.
23. *Mezinárodní klasifikace funkčních schopností, disability a zdraví*. 1. české vyd. Překlad Jan Pfeiffer, Olga Švestková. Praha: Grada, 2008, 280 s. ISBN 978-802-4715-872.
24. NEVŠÍMALOVÁ, Soňa, Evžen RŮŽIČKA a Jiří TICHÝ. *Neurologie*. 1. vyd. Praha: Galén, 2002, xiv, 367 s. ISBN 80-246-0502-3.
25. OPAVSKÝ, Jaroslav. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003, 91 s. ISBN 80-244-0625-X.
26. PAVIC, B. A Case Study on Muscle Activation Analysis in Post-Stroke Rehabilitation Patients. In: *Medical Measurements and Applications Proceedings (MeMeA)*. Bari, 2011, 360 - 365. ISBN 978-1-4244-9336-4.
27. PAVLŮ, Dagmar. *Speciální fyziterapeutické koncepty a metody 1: koncepty a metody spočívající převážně na neurofyziologické bázi*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2003, 239 s. ISBN 80-720-4312-9.
28. PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 350 s. ISBN 978-802-4711-355.
29. ŠVESTKOVÁ, Olga a Jan PFEIFFER. Funkční hodnocení (diagnostika) v rehabilitaci. *Praktický lékař*. 2009, no.5, pp. 268-271.
30. TAUB, Edward, Karen MCCULLOCH, Gitendra USWATTE a Davin M. MORIS. *Motor Activity Log (MAL) Manual: UAB CI Therapy Research Group*. 2011- [cit. 2012-06-10]. Dostupné z: http://www.uab.edu/citherapy/images/pdf_files/CIT_Training_MAL_manual.pdf. dokument v pdf.
31. USWATTE, Gitendra, Wolfgang H. R. MILTNER, Benjamin FOO, Maneesh VARMA, Scott MORAN a TAUB. Objective Measurement of Functional Upper-Extremity Movement Using Accelerometer Recordings Transformed With a

- Threshold Filter. *Stroke: Journal of the american heart association*. 2000, no. 31, s. 662-667. ISSN 1524-4628.
32. VAŇÁSKOVÁ, Eva. Testování v neurorehabilitaci. *Neurologie pro praxi*. 2005, roč. 6, č. 6, s. 295-298. Dostupné z: <http://solen.cz/pdfs/neu/2005/06/06.pdf>.
33. VÉLE, František. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2., rozš. a přeprac. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-725-4837-9.
34. WU, Ge a Shuwan XUE. Portable Preimpact Fall Detector With Inertial Sensors. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering: a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* [online]. 2008, vol. 16, no. 2 [cit. 2012-03-25]. ISSN 1534-4320. Dostupné z: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=4435088.
35. ZAHRADNICKÁ, Ilona. Hodnocení soběstačnosti. *Sestra*. 2004, č. 2, s. 15-17. Dostupné z: http://www.fnplzen.cz/ospece/Publikace/2_04_Zahradnicka.pdf.
36. ZHENG, Huiru, Norman BLACK a Nigel HARRIS. Position-sensing technologies for movement analysis in stroke rehabilitation. *Medical Biological & Engineering & Computing*. 2005, vol. 43, s. 413-420.
37. ZHOU, Huiyu, Huosheng HU a Yaqin TAO. Inertial measurements of upper limb motion. *Medical*. 2006, roč. 44, č. 6, s. 479-487. ISSN 0140-0118. DOI: 10.1007/s11517-006-0063-z. Dostupné z: <http://www.springerlink.com/index/10.1007/s11517-006-0063-z>.
38. ZHOU, Huiyu, Thomas STONE, Huosheng HU a Nigel HARRIS. Use of multiple wearable inertial sensors in upper limb motion tracking. *Medical Engineering*. 2008, vol. 30, no. 1, s. 123-133. ISSN 13504533. DOI: 10.1016/j.medengphy.2006.11.010. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1350453306002633>.

Internetové zdroje:

39. ČÁBELKOVÁ, Veronika a Štěpánka KOZLEROVÁ. *Využití inerciálních senzorů v rehabilitaci*. 2011- [cit. 2012-06-10]. Dostupné z: http://www.congressprague-gallery.cz/CONGRESS/2011_21_KONFERENCE/play_cant.php?num=19. prezentace na XXI. konferenci rehabilitační, fyzikální a balneo medicíny 2011.

40. Gyroskop. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-03-21]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Gyroskop>.
41. Index of /download/humet. *Index of /download/humet* [online]. 2011 [cit. 2012-06-21]. Dostupné z: <http://isle.princip.cz/download/humet/wms/doc/poster/?C=N;O=D>
42. Neurorehabilitation. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2012-05-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Neurorehabilitation>.
43. PRINCIP A.S. *WMS 3.0-patient* [online]. 2012 [cit. 5.6.2012]. Dostupné z: http://isle.princip.cz/download/humet/wms/doc/manual/PRINCIP-WMS_pacient_napoveda.pdf.
44. Úvod. *Školící a fyzioterapeutické centrum Jimramov* [online]. 2009 [cit. 2012-05-27]. Dostupné z: <http://www.jarmila-capova.cz/>.
45. VZP podpořila projekt sekundární prevence u pacientů po poškození mozku. *Zdravotnické noviny* [online]. 2010 [cit. 2012-05-30]. Dostupné z: <http://www.zdravky.cz/infoservis-vzp/archiv/vzp-podporila-projekt-sekundarni-prevence-u-pacientu-po-poskozeni-mozku>.

7. Přehled použitých zkratek

EBM – (Evidenced Based Practise) praxe založená na důkazu

3D – trojrozměrný

MP3 – počítačový formát pro uložení zvuku

MEMS (Micro-electro-mechanical Systems) – je označení technologie i produktů vycházející z ní. Jedná se umístění elektrických a mikro-mechanických prvků na křemíkovou bázi pomocí výrobních metod.

HK – horní končetina

HKK – horní končetiny

FIM (functional independence measures) – funkční míra nezávislosti

IS – inerciální senzor

CMP – cévní mozková příhoda

TBI – (traumatic brain injury) – traumatické poškození mozku

Ruptura A – ruptura aneurysmatu

MAL – (Motor Activity Log) – číselná škála vytvořená pro posouzení míry zapojení hemiparetické horní končetiny

NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) – škála k posouzení závažnosti cévní mozkové příhody

FMA (Fugl-Mayer Assessment) – hodnocení stupně motorické a senzitivní poruchy na horních a dolních končetinách

WMS (Wrist Motion sensor) – senzor měřící pohyb paže

KRL – Klinika rehabilitačního lékařství

8. Seznam obrázků

Obr. 1: Schéma systému „Gaitshoe“ [4]

Obr. 2: Ukázka pomůcky s inerciálními senzory k měření pohybu parotické HK [38]

Obr. 3: Model telerehabilitace [15]

Obr. 4: Sestava tří senzorů [41]

Obr. 5: Umístění senzorů na těla monitorované osoby [41]

Obr. 6: Příklad výsledného grafu po měření IS [41]

9. Seznam grafů

Graf 1: Rozložení souboru dle pohlaví

Graf 2: Věkové složení sledovaného souboru

Graf 3: Diagnózy u sledovaného souboru

Graf 4: Vznik poškození mozku u sledovaného souboru

Graf 5: Stranové postižení sledovaného souboru

Graf 6: Přehled postižení dominantní a nedominantní HK

Graf 7: Změna mezi vstupním a výstupním testem FIM

Graf 8: Hodnocení denní aktivity postižené HK

10. Seznam tabulek

Tab. 1: Hodnoty testu FIM

Tab. 2: Hodnoty získané měření IS

11. Přílohy

Seznam příloh:

Příloha č. 1: Technický a provozní manuál k náramkům

Příloha č. 2: Série cviků sestavená pro potřebu projektu WMS

Příloha č. 3: Funkční míra nezávislosti - FIM

Příloha č. 4: Týdenní program denního stacionáře pro pacienta F. M.

Příloha č. 5: Charakteristika souboru probandů

Příloha č. 6: Výpočty k hypotéze H01

Příloha č. 7: Výpočty k hypotéze H02