

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Synergie svalů trupu a horní končetiny

Diplomová práce

Autor: Bc. Miroslav Skorka

Fyzioterapie

Vedoucí práce: MUDr. Alois Krobot, Ph.D.

Olomouc 2012

ANOTACE

Název práce v ČJ: Synergie svalů trupu a horní končetiny
Název práce v AJ: Synergies of trunk and upper limb muscles

Datum zadání: 2011-01-31
Datum odevzdání: 2012-05-28
Autor práce: Bc. Miroslav Skorka
Instituce: Ústav fyzioterapie, Fakulta zdravotnických věd
Univerzity Palackého v Olomouci
Vedoucí práce: MUDr. Alois Krobot, Ph.D.
Oponent práce: MUDr. Stanislav Horák

Abstrakt v ČJ:

Cílem diplomové práce byla objektivizace svalových synergií, svalové únavy a síly stisku v průběhu silového úchopu. V teoretické části jsou uvedeny poznatky o teoriích motorické kontroly, motorické koordinaci, cévní mozkové příhodě, svalové únavě a cylindrickém úchopu. Výzkumná část byla zaměřena na hodnocení svalových synergií a svalové únavy pomocí povrchové elektromyografie, k měření síly stisku byl využit ruční dynamometr. Výzkum byl proveden na 11 zdravých probandech a na 11 pacientech po cévní mozkové příhodě.

Abstrakt v AJ:

The aim of this thesis was to objectivize muscle synergies, muscle fatigue and the strenght of grip during power grip. The theoretical part deals with the findings about motor control, motor coordination, stroke, muscle fatigue and cylindrical grip. The experimental part shows evaluation of muscle synergies and muscle fatigue using the surface electromyography. The strenght of grip was measured with the hand dynamometer. Research was done on 11 healthy subjects and 11 patients after stroke.

Klíčová slova v ČJ:

svalové synergie, svalová únava, silový úchop, syndrom horního motoneuronu, povrchová elektromyografie, dynamometrie

Klíčová slova v AJ:

muscle synergies, muscle fatigue, power grip, upper motor neurone syndrome, surface electromyography, dynamometry

Počet stran: 119 stran vč. 35 stran příloh

Místo zpracování: Olomouc

Místo uložení: Ústav fyzioterapie, FZV UP – sekretariát/děkanát

Prehlasujem, že som záverečnú diplomovú prácu spracoval samostatne pod odborným vedením MUDr. Aloise Kroboty, Ph.D. a uviedol všetky použité literárne a odborné zdroje.

V Olomouci dne 28. 5. 2012

.....

Ďakujem MUDr. Aloisovi Krobotovi, Ph.D. za ochotu, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky k diplomovej práci. Zároveň ďakujem svojej rodine, ktorá mi bola po celú dobu oporou.

OBSAH

ÚVOD.....	9
1 TEORETICKÉ POZNATKY	11
1.1 TEÓRIE MOTORICKEJ KONTROLY	11
1.1.1 Reflexná teória.....	11
1.1.2 Systémová teória.....	11
1.1.3 Hierarchická teória.....	12
1.1.4 Teórie motorického programovania.....	12
1.2 MOTORICKÁ KOORDINÁCIA	13
1.2.1 Eliminácia	13
1.2.2 Optimalizácia	13
1.2.3 Svalové synergie	14
1.2.3.1 “Bernsteinove svalové synergie“	14
1.2.3.2 “Latashove svalové synergie“ a uncontrolled manifold hypotéza ..	15
1.3 CIEVNA MOZGOVÁ PRÍHODA	16
1.3.1 Incidencia a prevalencia.....	16
1.3.2 Mortalita.....	17
1.3.3 Rozdelenie CMP	18
1.3.3.1 Ischemická CMP	19
1.3.3.2 Hemoragická CMP	20
1.4 SYNDRÓM HORNÉHO MOTONEURÓNU	20
1.4.1 Hemisferálne syndrómy	22
1.4.2 Kmeňové syndrómy	22
1.4.3 Svalová slabosť	24
1.4.3.1 Prvky UMNS	24
1.4.3.2 Sekundárna svalová adaptácia ako dôsledok imobility a inaktivity	28

1.4.3.3	Zmena motorického systému vekom.....	29
1.4.3.4	Zhrnutie	29
1.5	SVALOVÁ ÚNAVA	30
1.5.1	Svalová únava v povrchovej elektromyografii	30
1.6	CYLINDRICKÝ ÚCHOP - STISK	32
1.6.1	Svalové komponenty cylindrického úchopu.....	33
1.7	DYNAMOMETRIA	34
1.7.1	Ručná dynamometria	34
	CIELE A HYPOTÉZY	36
1.8	CIEĽ PRÁCE	36
1.9	VEDECKÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY	36
1.9.1	Vedecká otázka č. 1	36
1.9.2	Vedecká otázka č. 2	38
1.9.3	Vedecká otázka č. 3	39
2	METODIKA	40
2.1	CHARAKTERISTIKA SÚBORU	40
2.2	POSTUP MERANIA	40
2.2.1	Prístrojové vyšetrenie	41
2.2.1.1	Vyšetrenie pomocou povrchovej elektromyografie	41
2.2.1.2	Vyšetrenie pomocou ručného dynamometru.....	42
2.2.2	Vlastný priebeh merania	42
2.3	SPRACOVANIE A VYHODNOTENIE ZÍSKANÝCH DAT	43
2.3.1	Hodnotenie svalovej spolupráce - synergie	43
2.3.2	Hodnotenie svalovej únavy.....	45
2.3.3	Hodnotenie sily stisku.....	45
3	VÝSLEDKY	46
3.1	Výsledky k vedeckej otázke č. 1	46

3.1.1	Komentár k vedeckej otázke č. 1	48
3.2	Výsledky k vedeckej otázke č. 2	51
3.2.1	Komentár k vedeckej otázke č. 2	52
3.3	Výsledky k vedeckej otázke č. 3	53
3.3.1	Komentár k vedeckej otázke č. 3:	53
4	DISKUSIA.....	55
4.1	Diskusia k vedeckej otázke č. 1	55
4.2	Diskusia k vedeckej otázke č. 2	59
4.3	Diskusia k vedeckej otázke č. 3	61
4.4	Limity práce	62
	ZÁVER	63
	REFERENČNÝ ZOZNAM	64
	ZOZNAM SKRATIEK.....	78
	ZOZNAM OBRÁZKOV	80
	ZOZNAM GRAFOV	81
	ZOZNAM TABULIEK	82
	ZOZNAM PRÍLOH.....	83
	PRÍLOHY	84

ÚVOD

Na každej úrovni systémov podieľajúcich sa na voľnom pohybe existuje viac prvkov, než je nevyhnutne potrebné pre vykonanie motorickej úlohy. Tieto prvky sú označované aj ako stupne voľnosti. Ako a akým spôsobom rieši centrálny nervový systém (CNS) nadbytočný počet stupňov voľnosti a z nich plynúcu širokú variabilitu pohybu je predmetom skúmania už viac ako storočie. Počas tohto obdobia vzniklo viacero teórií a hypotéz, avšak žiadna sa do súčasnosti nepreniesla ako všeobecne uznávaná.

Sovietsky vedec Nicolai Bernstein (1896-1966) veril, že CNS koordinuje stupne voľnosti v pomyselných skupinách a tým zjednodušuje motorickú kontrolu. Podľa tejto predstavy na úrovni muskulárneho aparátu reprezentujú stupne voľnosti jednotlivé svaly, ktoré sú v rôznych kombináciách aktivované jedným signálom z CNS. Takúto spoločnú aktiváciu nazývame svalová synergia.

Pôvodným cieľom predkladanej práce bola objektivizácia svalových synergií počas cylindrického úchopu dynamometru za pomoci povrchovej elektromyografie. Od cieľa sme neupustili, ale rozšírili sme ho o hodnotenie svalovej únavy a sily stisku. Vlastný priebeh merania ostal nezmenený. Rozdielom je spracovanie získaných dát, kde sme elektromyografický záznam využili na hodnotenie ako svalových synergií, tak aj svalovej únavy. Ručný dynamometer nám poskytol priestor pre hodnotenie sily stisku.

Súčasným cieľom práce je tak objektivizácia svalových synergií, svalovej únavy a sily stisku počas cylindrického úchopu ručného dynamometru za pomoci povrchovej elektromyografie. Snímanými svalmi boli bilaterálne mm. flexores antebrachii, mm. extensores antebrachii, m. infraspinatus, m. serratus anterior a m. sternocleidomastoideus. V prípade svalových synergií bol hodnotený vždy vzťah flexorov predlaktia (prime mover) a ďalšieho meraného svalu. Svalová únava bola hodnotená u flexorov a extenzorov predlaktia.

Pre vyhľadávanie podkladov pre túto prácu boli využité zväčša licencované zdroje Univerzity Palackého v Olomouci. Kľúčovými slovami pre vyhľadávanie odborných článkov boli napríklad motor control, muscle synergy, muscle fatigue, surface elektromyography, upper motor neurone syndrome, power grip. Využité boli hlavne databázy EBSCO, Science Direct, PubMed, MEDLINE, ProQuest, SCOPUS

a Springer Link. Zhromažďovanie odbornej literatúry prebiehalo v období od novembra 2011 do mája 2012 a podarilo sa nám získať prevažne cudzojazyčné zdroje.

1 TEORETICKÉ POZNATKY

1.1 TEÓRIE MOTORICKEJ KONTROLY

Teórie motorickej kontroly sú skupiny teoretických dohadov o riadení pohybu (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Tieto poznatky nám umožňujú pochopiť činnosť nervovej sústavy, čo môžeme ďalej využiť v klinickej praxi (O'Sullivan & Schmitz, 2007).

1.1.1 Reflexná teória

Základom tejto teórie sú reflexy, ktoré sa spoločne podieľajú na tvorbe komplexného chovania. Tvorca tejto teórie Charles Sherrington predpokladal, že účelný pohyb nie je nič viac ako spoločná alebo na seba nadväzujúca reflexná aktivita, ktorej výsledkom je konečný výstup. To však nevysvetľuje pohyby bez sensorických stimulov, rýchle po sebe nadväzujúce pohyby bez sensorického feedbacku, ďalej rozmanitosť motorického prejavu a v neposlednom rade je to schopnosť tvorby nových pohybových vzorov. Aj napriek viacerým limitujúcim faktorom reflexná teória ovplyvňuje súčasný pohľad na túto problematiku (Shumway-Cook & Woollacott, 2007).

1.1.2 Systémová teória

Tento systémový model je založený na predstave, že pohyb je výsledkom interakcie mnohých systémov, pričom každý zodpovedá za odlišný aspekt kontroly. Nejestvujú vyššie alebo nižšie úrovne riadenia, len jedna úroveň združujúca množstvo systémov v jeden funkčný celok. Nervový systém porovnáva, riadi a zaznamenáva pohyb v rámci samotnej CNS, muskuloskeletálneho systému a okolitého prostredia (Horak, 1991). Zohľadňuje zároveň vnútorné (kĺbovú tuhosť, zotrvačnosť) a vonkajšie faktory, ako gravitácia (O'Sullivan & Schmitz, 2007). Na základe toho rovnaký centrálny príkaz môže vyvolať odlišný pohyb a z rovnakého dôvodu odlišné príkazy môžu indukovať vznik rovnakého pohybu. Za takýchto okolností je motorická kontrola schopná zabezpečiť variabilný pohyb v rôznom prostredí (Horak, 1991).

1.1.3 Hierarchická teória

Túto teóriu prvý krát publikoval Huglings Jackson v roku 1932. Je založená na predpoklade, že CNS je usporiadaná do 3 základných úrovní riadenia a je organizovaná striktno odhora nadol, pričom vyššia úroveň je nadradená nižšej (O'Sullivan & Schmitz, 2007). Neskôr bola hierarchická teória doplnená o reflexnú zložku. V tom prípade hovoríme o teórii reflexne-hierarchickej, pričom hierarchická (centrálna) zložka zastupuje motorické programy svalovej aktivácie a reflexná (periférna) zložka predstavuje nižšie, za normálnych okolností inhibované reflexy. V prípade poškodenia vyšších centier sa tak objavujú reflexy kontrolované nižšími centrami (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Moderné ponímanie tejto teórie je pomerne odlišné. Znárodňuje flexibilný systém obohatený o možnosť ovplyvňovania vyšších centier nižšími. V súčasnej predstave zastupuje najvyššiu úroveň asociačný kortex, strednú somatosenzorický kortex, bazálne gangliá, cerebellum, mozgový kmeň a najnižšiu úroveň reprezentuje miecha (O'Sullivan & Schmitz, 2007).

1.1.4 Teórie motorického programovania

Teória motorického programovania je tvorená ideou existencie centrálnych generátorov pohybových vzorov (central pattern generator). Pozostávajú zo špeciálnych neuronálnych okruhov, ktorých činnosťou vznikajú motorické programy predstavujúce zjednodušenie motorickej kontroly vo forme zvládania viacerých stupňov voľnosti. Každý program zahŕňa nemenné charakteristiky (relatívna sila, timing a poradie komponentov) a premenné parametre, ktoré zaisťujú určitú flexibilitu motorických programov a ich varianty (Shumway-Cook & Woollacott, 2007). Môže byť spustený aj bez prítomnosti senzorických vstupov (feedforward), v prípade ich prítomnosti (feedback) sa podieľajú na zistení a oprave chýb v priebehu pohybu. Ďalej hrajú dôležitú úlohu v motorickom učení, formovaní a oprave nastávajúceho pohybu (O'Sullivan & Schmitz, 2007).

1.2 MOTORICKÁ KOORDINÁCIA

Na každej úrovni systému, ktorý zabezpečuje vedomý pohyb existuje viac prvkov, než je potrebné na vyriešenie daných motorických úloh. Telo má viac kĺbov, než potrebuje na umiestnenie ťažiska v priestore, ľudská paža má viac kĺbov, než potrebuje na nastavenie priestorovej pozície ruky na objekt, rovnako ako ruka má viac prstov na vytvorenie úchopu, než je nevyhnutné. Bernstein tieto prvky označil ako “degrees of freedom“ (DOF, stupne voľnosti). Ako a akým spôsobom rieši CNS problém stupňov voľnosti (“Bernsteinov problém“), je jedným zo základných problémov motorickej kontroly (Latash et al., 2007). Sám Bernstein tento proces zvládania nadbytočných stupňov voľnosti nazval motorická koordinácia (Sporns & Edelman, 1993). Existuje mnoho rôznych prístupov k tomuto problému (Latash et al., 2007).

1.2.1 Eliminácia

Eliminačný princíp je založený na predpoklade, že CNS v prvom rade rieši úlohy redukciou stupňov voľnosti na určitý počet nevyhnutný k vykonaniu danej funkcie (Latash et al., 2007). Takéto zníženie počtu DOF nazval Bernstein ako “freezing“ a je bežne využívané v súčasných štúdiách motorického chovania (Hong & Newell, 2006). Koncept eliminácie DOF bol vypracovaný hlavne na kinematickej úrovni, nie na úrovni síl, svalov, motorických jednotiek, alebo koordinácie viacerých končatín (Latash et al., 2007).

1.2.2 Optimalizácia

Tento prístup k problému motorickej nadbytočnosti zahŕňa použitie optimalizačných princípov, ktoré predstavujú spôsob minimalizácie hodnoty určitej premennej. Voľba danej premennej je pomerne náročná a môže ňou byť napríklad výdaj energie v priebehu chôdze alebo priamosť trajektórie končatiny. Rozlišujeme 2 kategórie optimalizácie. *Open-loop* optimalizácia (otvorený systém) pracuje na princípe feedforward, čiže spustený motorický program nie ovplyvňovaný spätnou väzbou a môže byť efektívny pokiaľ sú vonkajšie podmienky nemenné. *Closed-loop* optimalizácia pracuje na princípe feedback, čím je možné motorický program v priebehu modulovať (Latash et al., 2007; Todorov, 2004).

1.2.3 Svalové synergie

Nasledujúce dve podkapitoly sa zaoberajú tematikou svalových synergií. Pre lepšiu prehľadnosť boli názvy týchto podkapitol zvolené podľa významných osobností, N. A. Bernstein a M. L. Latash, podieľajúcich sa na formovaní daných prístupov k motorickej koordinácii. V bežnej literatúre sa tieto označenia nevyskytujú.

1.2.3.1 “Bernsteinove svalové synergie“

Slovo “synergia“ pochádza z gréckeho jazyka a môžeme ho preložiť ako spolupráca alebo súčinnosť. V poslednom období sa stáva bežným vo vedeckých aj spoločenských kruhoch a našlo si miesto aj v našom obore v podobe svalových synergií (Latash, 2008).

Sú zoskupenia svalov, ktoré sú časovo a priestorovo aktivované prostredníctvom CNS za účelom vykonania motorickej úlohy (Ting & McKay, 2007). Jednotlivé svaly sú aktivované buď synchronne alebo s určitým časovým oneskorením (Torres-Oviedo & Ting, 2007).

V minulosti sa tejto tematike venovalo viacero významných osobností, avšak v súčasnosti je najčastejšie spájaná s menom N. A. Bernstein. Predpokladal, že svalové synergie sú riešením redundancie (nadbytočnosti) komponentov motorického systému, čiže sú akousi formou simplifikácie motorickej kontroly (Latash et al., 2007). Menší počet premenných znižuje kognitívnu náročnosť (Grafton & Hamilton, 2007).

Takéto svalové zoskupenia môže CNS v rôznych kombináciách využiť ako “stavebné kamene“ pre tvorbu rozmanitého motorického výstupu (Torres-Oviedo & Ting, 2007). Zmena zamýšľanej úlohy vedie k súčasným zmenám všetkých svalov zapojených do synergie.

Dôležitú úlohu zohráva aj senzorická aferentácia, ktorá moduluje výber z množstva dostupných svalových synergií a môže vplývať aj na amplitúdovú a časovú charakteristiku svalov zavzatých do jednotlivých synergií a tak touto cestou narušiť ich stabilitu (Cheung et al., 2005). V mnohých prípadoch sa však CNS na senzorický feedback, ako napríklad pri balistických pohyboch, spoľahnúť nemôže (d'Avella et al., 2003). V takýchto situáciách feedback nenaruša charakteristiky svalových synergií, čiže sa stávajú stabilnejšími (Cheung et al., 2005)

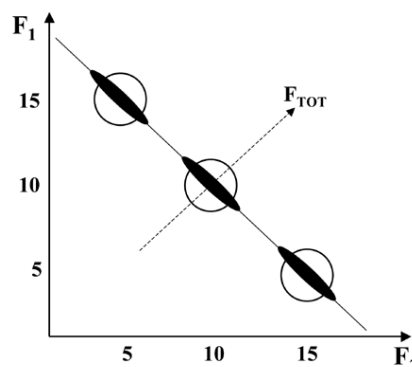
Podľa Véleho (1997) sú svalové synergie uložené v mozgu ako matice a využívajú sa aj počas posturálnej ontogenézy. Ich vznik je komplexný proces, ktorý

zahŕňa interakciu medzi geneticky determinovaným programom a určitou skúsenosťou jedinca (Gossard et al., 2011).

1.2.3.2 “Latashove svalové synergie“ a uncontrolled manifold hypotéza

Uncontrolled manifold (UCM) hypotéza, čiže hypotéza nekontrolovanej rozmanitosti, ponúka odlišný náhľad na problém stupňov voľnosti a synergií. Nadbytočný počet DOF nie je z pohľadu UCM hypotézy považovaný za problém, ktorý je nutné riešiť redukciou DOF, ale naopak, tento redundantný systém poskytuje CNS určitý komfort pre zabezpečenie stability a flexibility motorických vzorov (Latash et al., 2007). Hypotéza UCM bola primárne navrhnutá pre štúdium motorických synergií, ale môže byť rovnako dobre využitá aj u iných typov synergií (Latash, 2008). V tomto kontexte synergia predstavuje organizáciu základných premenných (elemental variables) za účelom stabilizácie výkonnej premennej (performance variable). Základné premenné (DOF) sú najmenšie premenné na zvolenej úrovni analýzy, z ktorých si CNS volí za účelom stabilizácie výkonnej premennej. Redundantný systém umožňuje variabilitu základných premenných a týmto spôsobom je možné flexibilne zabezpečiť stabilný výstup, čiže výkonnú premennú. Stabilita výkonnej premennej je teda zabezpečovaná flexibilnou kovariáciou základných premenných a tento mechanizmus je označovaný ako zdieľanie flexibility a stability (obr. 1) (Latash et al., 2007).

Obrázok 1 Ilustrácia flexibility a stability synergie (Latash et al., 2007).



Legenda k obrázku 1:

Osoba sa snaží dvoma prstami vyprodukovať silu $F = 20$ N. Čierne elipsy predstavujú synergie v podobe troch zdieľajúcich vzorov 5:15 N, 10:10 N a 15:5 N. Znázorňujú zároveň flexibilitu v podobe zmien síl jednotlivých prstov (základné premenné) a stabilitu vo forme nemennej výstupnej sily (výkonná premenná). Kruhy sú príkladom asynergie, kde sa mení celková sila.

UCM hypotéza je využiteľná a používaná aj na úrovni svalov. Ako základné premenné sa používajú takzvané svalové módy (M - módy) pozostávajúce zo svalov spoločne riadenými CNS jedným signálom. Takýmto spôsobom môže byť riadených množstvo svalov s relatívne malým počtom riadiacich signálov. Pri tejto metóde je však potrebné zaznamenávať aktivitu väčšiny alebo všetkých svalov, podieľajúcich sa na stabilite výkonnej premennej (Latash, 2008).

1.3 CIEVNA MOZGOVÁ PRÍHODA

Cievna mozgová príhoda (CMP) je podľa WHO (World Health Organization) definovaná ako rýchlo sa rozvíjajúce ložiskové, občas aj celkové príznaky poruchy mozgovej funkcie, ktoré trvajú dlhšie ako 24 hodín, alebo končia smrťou bez prítomnosti inej vonkajšej príčiny ako cievneho pôvodu (Nevšímalová et al., 2005).

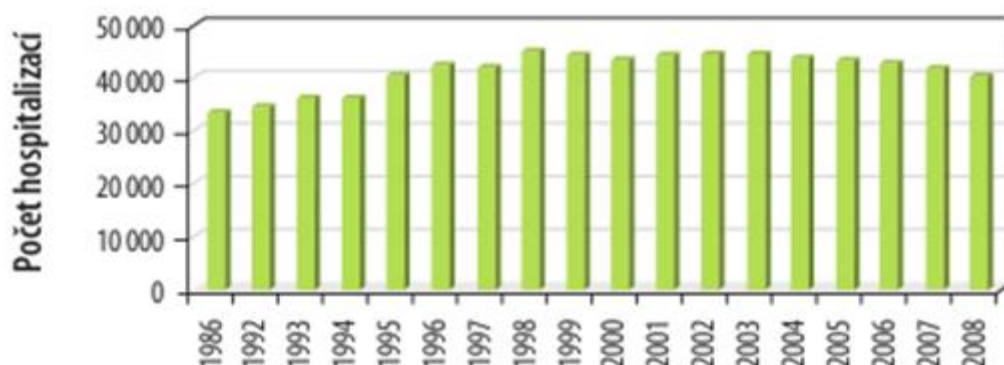
1.3.1 Incidencia a prevalencia

S narastajúcim vekom incidencia CMP exponenciálne rastie u oboch pohlaví a po 55. roku sa za každé desaťročie zdvojnásobuje. Vo veku 85 rokov jeden zo štyroch mužov a jedna zo štyroch žien prekonal CMP (Bruthans, 2010).

Incidencia CMP v Českej republike (ČR) je v porovnaní s ostatnými vyspelými štátmi vyššia a činí približne 400 prípadov na 100 000 obyvateľov za rok. V prepočte na desaťmilionovú populáciu je to 40 000 osôb postihnutým týmto syndrómom, čo je veľmi znepokojujúce (Nevšímalová et al., 2005). V 80. a 90. rokoch minulého storočia sa výskyt CMP zvyšoval, od konca 90. rokov sa výrazne nemenil a v rokoch 2003-2008 nastalo mierne znižovanie (graf 1, str. 17).

Prevalencia CMP, čiže počet pacientov, ktorí prekonal CMP, je ďalším dôležitým ukazateľom. Odhaduje sa, že v ČR je tento počet 190 000, čiže 19/1000 obyvateľov (Bruthans, 2010). Di Carlo et al. in Bruthans (2010) určovali prevalenciu CMP v rámci Európy na základe šiestich populačných štúdií. Zistili, že vo vekovej skupine 65-74 rokov je prevalencia CMP 5 % a nad 75 rokov 7 %.

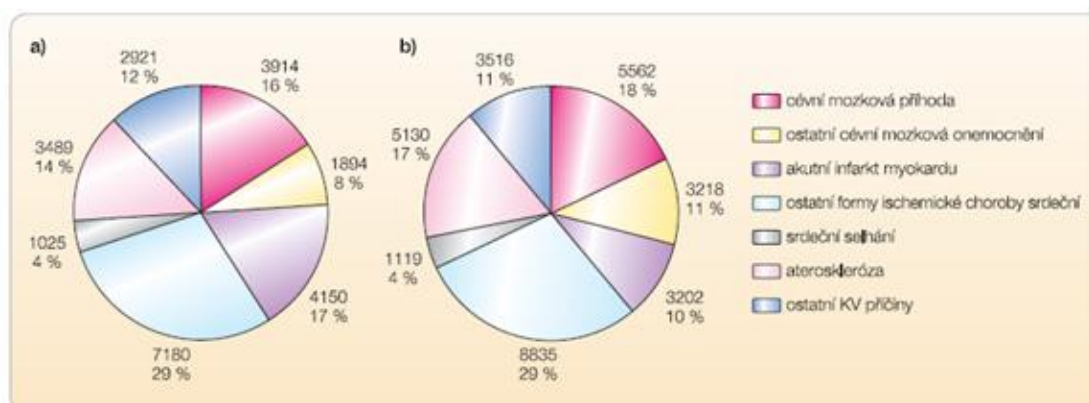
Graf 1 Vývoj počtu hospitalizácií pre cievnu mozgovú príhodu v ČR v rokoch 1986 až 2008 (Bruthans, 2010).



1.3.2 Mortalita

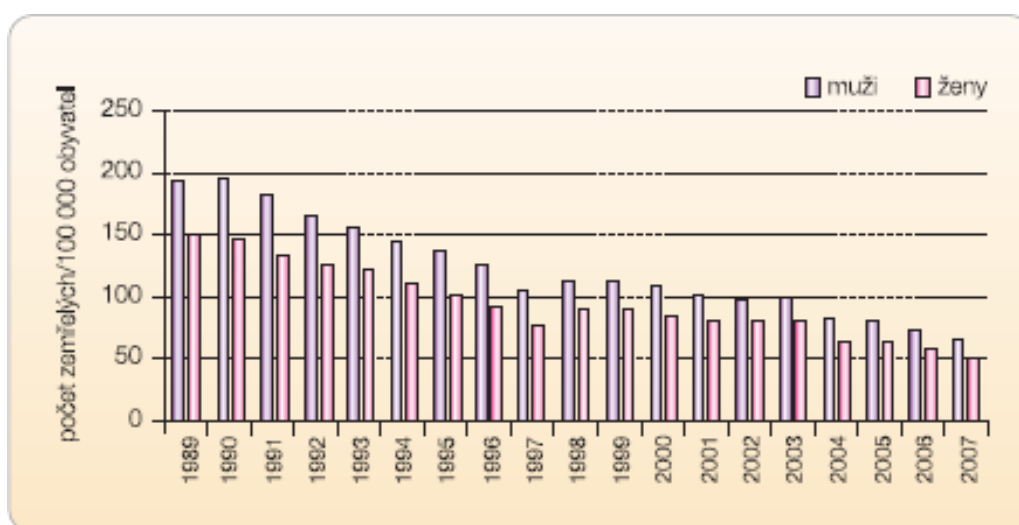
Cievna mozgová príhoda je po ischemickej chorobe srdca vrátane akútneho infarktu myokardu najčastejšou príčinou kardiovaskulárnej mortality (graf 2) (Bruthans, 2010). Mortalita následkom CMP v ČR sa znižuje, nič menej je stále vysoká a utvára významný medicínsky, sociálny a v neposlednej rade aj problém ekonomický, etický a spoločenský (Bruthans, 2010; Nevšímalová et al., 2005).

Graf 2 Štruktúra kardiovaskulárnej mortality v ČR v roku 2005 (Bruthans, 2010).



Pokles mortality na CMP v ČR začal od 90. rokov a trvá dodnes. Štandardizovaná mortalita sa znížila medzi rokmi 1989-2007 o 66,2 % u mužov a o 65,5 % u žien (graf 3). S vekom exponenciálne stúpa počet úmrtí na CMP a 90 % úmrtí tvorí veková skupina nad 65 rokov. Viac ako 1/3 chorých zomiera do jedného roku a z tých, ktorí prežijú je polovica výrazne hendikepovaná a vyžaduje starostlivosť (Bruthans, 2010; Nevšimalová et al., 2005).

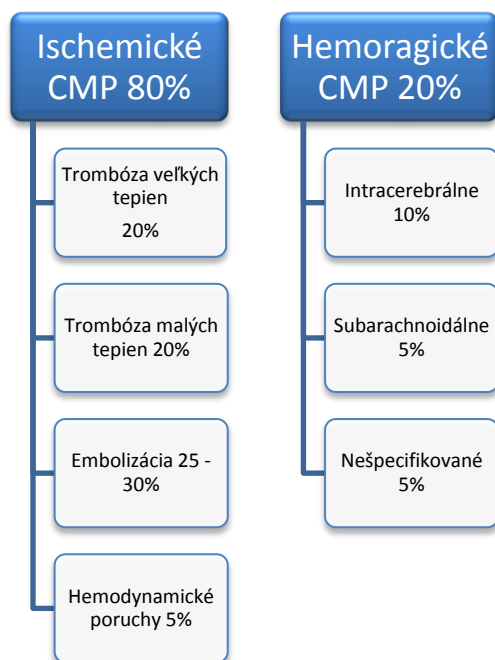
Graf 3 Vývoj štandardizovanej mortality v dôsledku CMP v ČR (1989-2007) (Bruthans, 2010).



1.3.3 Rozdelenie CMP

Na podklade ischemického alebo hemoragického mozgového infarktu sa CMP delia na ischemické a hemoragické. Ischemické CMP (iCMP) tvoria 80 % zo všetkých prípadov, zvyšných 20 % tvoria hemoragické CMP (hCMP). Tieto 2 etiopatogeneticky odlišné typy sa ďalej rozdeľujú na jednotlivé subtypy (obr. 2, str. 19) (Bruthans, 2010).

Obrázok 2 Rozdelenie CMP a ich percentuálne zastúpenie (Bruthans, 2010).



1.3.3.1 Ischemická CMP

Následkom kritického zníženia perfúzie časti alebo celého mozgu vzniká iCMP, tzv. mozgový infarkt. Za normálnych okolností je mozgová perfúzia 50-60 ml/100 g mozgového tkaniva za minútu. Pri poklese prietoku krvi mozgom pod 20 ml/100 g/min sa dostavuje hypoxia mozgu nasledovaná štrukturálnymi zmenami a prítomné sú aj klinické príznaky. Príčinami môžu byť buď lokálne (napr. arterioskleróza, kardiálne príčiny, hematologické ochorenia), alebo celkové (napr. celková mozgová hypoxia pri pľúcnych poruchách, hypoxia z reologických príčin pri zvýšenej viskozite krvi) (Kolář et al., 2009).

Podľa dynamiky progresie a regresie ochorenia môžeme iCMP rozdeliť na:

- **Tranzitorná CMP** (transient ischemic attack, TIA) je epizóda fokálnej mozgovej dysfunkcie, ktorá odznie do 24 hodín.
- **Reverzibilná CMP** (reversible ischemic neurologic deficit, RIND) je významnejšia fokálna mozgová hypoxia ako TIA, trvá dlhšie ako 24 hodín a odoznie do 14 dní. Avšak po odoznení môže pretrvávajúť malý funkčný deficit.
- **Progredujúca CMP** (stroke in evolution) je postupne narastajúca fokálna mozgová hypoxia s progresiou klinických príznakov.

- **Dokončená CMP** (completed stroke) je ireverzibilná ložisková hypoxia mozgu s trvalým funkčným deficitom (Nevšimalová et al., 2005).

1.3.3.2 Hemoragická CMP

Ako bolo vyššie zmienené, hemoragické CMP delíme na intracerebrálne a subarachnoidálne.

Intracerebrálne krvácanie vzniká v dôsledku ruptúry cievnej steny niektorej z mozgových artérií a je zaťažené väčšou mortalitou ako iCMP. Krvácanie môže byť trieštivé (typické) alebo globózne (atypické, neohraničené). Trieštivé utvárajú 80 % z parenchymatóznych hemoragií a sú prevažne spôsobené ruptúrou cievnej steny postihnutej arteriálnou hypertenziou. Ich prognóza je nepriaznivá. Predilekčnými lokalitami sú bazálne gangliá, thalamus a capsula interna. Globózne krvácanie tvorí zvyšných 20 % parenchymatóznych hemoragií a ich prognóza je v porovnaní s trieštivými hemoragiami priaznivejšia. Vznikajú najčastejšie ruptúrou cievnej anomálie, hlavne kaverózneho angiómu. Predilekčná je oblasť subkortikálna. Príčinou hemoragie môžu byť tiež najrôznejšie angiopatie a koagulopatie (Kolář et al., 2009).

Subarachnoidálne krvácanie (SAK) vzniká najčastejšie následkom ruptúry aneuryzmy tepien Willisového okruhu a odstupov hlavných mozgových artérií. Sú veľmi zaťažené mortalitou. Masívne krvácanie môže rýchlo viesť k rozvoju mozgovej smrti. Časté sú tiež komplikácie v podobe cievnych spazmov, ktoré postihujú 40-70 % pacientov so SAK a v niektorých prípadoch vedú k rozvoju mozgového infarktu. Ďalšou významnou komplikáciou je tzv. rebleeding (opakované krvácanie), ktoré je prítomné u 1/4 pacientov najčastejšie v prvých 24 hodinách po príhode (Nevšimalová et al., 2005).

1.4 SYNDRÓM HORNÉHO MOTONEURÓNU

Už v 19. storočí neurológ John Hughlings Jackson bol jedným z prvých, ktorý si uvedomil, že lézia CNS (CMP, trauma, detská mozgová obrna atď.) môže zároveň viesť k rozvoju pozitívnych a negatívnych príznakov. Lézia zostupného kortikospinálneho motorického systému môže indukovať svalovú slabosť počas úmyselného pohybu, ako jeden z negatívnych príznakov a zároveň u rovnakého svalu zvýšenú rezistenciu voči pasívnemu pretiahnutiu, ktorú zaradujeme medzi príznaky

pozitívne. Súhrn kladných a záporných príznakov lézie horného motoneurónu utvára syndróm horného motoneurónu (z anglického upper motor neurone syndrome, UMNS) (tabuľka 1) (Brashear & Elovic, 2011).

Vzniká v dôsledku kombinovanej lézie pyramídových a príľahlých štruktúr. Táto združená lézia je príčinou poruchy hybnosti, ktorá je v českej literatúre označovaná ako spastická (centrálne) paréza alebo plégia (Kaňovský et al., 2004). UMNS môže byť spôsobený poškodením niektorých alebo všetkých descendných motorických dráh (Barnes & Johnson, 2008).

Negatívne príznaky UMNS odrážajú zníženie určitej výkonnosti, ktorá je riadená z postihnutej oblasti mozgu. Pozitívne príznaky UMNS odzrkadľujú bežne prítomné javy, ktoré sú uvoľnené pre zníženie inibičného vplyvu nervovej štruktúry bežne sprostredkujúcej tento jav (Brashear & Elovic, 2011).

Tabuľka 1 Pozitívne a negatívne príznaky UMNS (Barnes & Johnson, 2008).

Negatívne príznaky	Pozitívne príznaky
Svalová slabosť	Hyperreflexia
	Klonus
	Pozitívny Babinského
Strata koordinácie	príznak
	Spasticita
Únavnosť	Extenzorové spazmy
	Flexorové svazmy
	Dyssynergetické vzory
	Kokontrakcie
	Asociované reakcie

V minulosti sa predpokladalo, že lézia pyramídovej (kortikospinálnej) dráhy spôsobuje všetky príznaky centrálnej parézy (Trojan et al. 2001). Avšak izolované poškodenie pyramídových štruktúr (či už sa jedná o motorický kortex, subkortikálnu bielu hmotu alebo samotné pyramídové dráhy) spôsobuje parézu, ktorá sa u nás označuje ako periférna alebo chabá. Takáto lézia je takmer nemožná a preto sa vyskytuje spoločne s poškodením príľahlých štruktúr. Dochádza tak k lézii dráh, ktoré sú zakončené v miešnych segmentoch podobne ako dráha pyramídová, ale okrem tiel

alfa-motoneurónov sa zakončujú na telách interneurónov v predných miešnych rohoch. Tieto interneuróny majú inhibičný vplyv na alfa-motoneuróny inervujúce kostrovú svalovinu a gama-motoneuróny inervujúce intrafuzálne vlákna. Strata inhibície gama-motoneurónov vedie k hyperkontrakcii intrafuzálnych vlákien, nasledovnej excesívnej impulzácií alfa-motoneurónov, ktoré sú taktiež pozbavené inhibičných vplyvov interneurónov a hyperkontrakcii vlákien extrafuzálnych, vrátane typických spastických odpovedí. Dráhy, ktorých lézia vedie k vzniku spastickej parézy sú tractus reticulospinalis, olivospinalis, tectospinalis, vestibulospinalis a podľa niektorých autorov aj tractus rubrospinalis. Jadrá vytvárajúce tieto dráhy dostávajú projekcie z premotorických oblastí cestou capsulae internae, čo je príčinou spastického charakteru hemiparézy pri hemisferálnych léziách. Syndróm horného motoneurónu sa vyskytuje v niekoľkých podobách, podľa toho či je lézia lokalizovaná v oblasti hemisfér, kmeňa alebo miechy (Kaňovský et al., 2004).

1.4.1 Hemisferálne syndrómy

Izolované kortikálne lézie sa vyskytujú veľmi vzácne a iba výnimočne je postihnutý len samotný motorický kortex. Najčastejším typom postihnutia v oblasti hemisfér je *syndróm capsulae internae*. Pri tomto syndróme nachádzame kontralaterálne motorické postihnutie a tiež môžu byť prítomné poruchy senzitivity. Vzhľadom k tomu, že kapsulou prechádza široké spektrum dráh, nejedná sa o izolovanú léziu kortikospinálnej dráhy, preto má motorické postihnutie spastický charakter a prejavuje sa typickými príznakmi (Kaňovský et al., 2004).

1.4.2 Kmeňové syndrómy

Kmeňové postihnutia vytvárajú pomerne charakteristické neurologické jednotky. V oblasti mozgového kmeňa sa obojstranne nachádzajú pomerne mohutné zväzky vlákien kortikospinálnej dráhy a preto môžu kmeňové syndrómy obsahovať aj symptomatológiu syndómu horného motoneurónu.

- **Weberov syndróm** vzniká v dôsledku postihnutia cerebrálneho pedunkulu a prejavuje sa kontralaterálnou hemiparézou so zmiešaným spastickým a plastickým hypertonom, kontralaterálnou ataxiou a ipsilaterálnou léziou jadra nervus oculomotorius.

- **Benediktov syndróm** vzniká následkom lézie dolného mezencefalického tegmenta. Prejavuje sa kontralaterálnou hemiparézou, kontralaterálnym znížením povrchovej citlivosti, kontralaterálnymi hyperkinézami a trasom. Pri postihnutí substantia nigra sa vyvíja kontralaterálna parkinsonická symptomatológia. Ipsilaterálne sa môže vyskytnúť paréza nervus oculomotorius.
- **Millardov-Gublerov syndróm** vzniká v dôsledku postihnutia stredného pontu. Klinicky sa prejavuje kontralaterálnou spastickou hemiparézou a ipsilaterálnou parézou nukleárneho typu (postihnuté obe vetvy).
- **Fovillov syndróm** je obdobou predchádzajúceho syndrómu, avšak lézia býva rozsiahlejšia a postihuje navyše nervus abducens. Prítomná je diplopia a strabizmus.
- **Locked-in syndróm** väčšinou vzniká v dôsledku trombózy arteria basilaris alebo obojstrannej obštrukcii arteria cerebelli inferior anterior. Vzniká rozsiahle postihnutie prednej časti kmeňa, z ktorého plynú aj klinické príznaky. Nachádzame kvadraparézu alebo kvadruplégiu s kompletnou poruchou bulbárnych funkcií. Neporušené ostáva vedomie a hlavové nervy, ktoré majú jadrá v rostrálnej časti kmeňa. Pacient môžu komunikovať len pomocou žmurkania a pohybov očí.
- **Wallenbergov syndróm** vzniká následkom lézie dorzolaterálnej časti oblongáty a prejavuje sa kontralaterálnou poruchou citlivosti pre bolesť, teplo a chlad (porucha spinotalamických traktov), kontralaterálnou ataxiou a asynergiou (porucha spinocerebelárnych traktov) a ipsilaterálnym Hornerovým syndrómom (mióza, ptóza viečka, enoftalmus), nystagmom, dysartriou a poruchami prehĺtania.
- **Jacksonov syndróm** vzniká následkom postihnutia strednej oblongáty a klinicky sa prejavuje kontralaterálnou spastickou hemiparézou a ipsilaterálnou parézou nervus hypoglossus nukleárneho typu.
- **Hemibulbárny syndróm** vzniká v dôsledku lézie polovice dolnej časti oblongáty. Najčastejšou príčinou je homolaterálna obštrukcia arteria cerebelli inferior posterior. Nachádzame kontralaterálnu hemiplégiu centrálného typu, čiastočnú ipsilaterálnu nukleárnu senzitivnu poruchu nervus trigeminus

a ipsilaterálnu nukleárnu poruchu postranného zmiešaného systému (Kaňovský et al., 2004).

Popis miechových syndrómov presahuje rámec tejto práce.

1.4.3 Svalová slabosť

Svalová slabosť je definovaná ako úbytok sily, čiže odráža zníženie schopnosti svalu generovať potrebné napätie počas zaťaženia muskuloskeletálneho systému (Smidt & Rogers, 1982).

Svalová slabosť je považovaná za jednu z hlavných príčin disability pacientov s léziou UMN (Gowland et al., 1992). Na jej vzniku sa podieľajú:

1. Prvky UMNS
2. Sekundárna svalová adaptácia, ako dôsledok imobility a inaktivity
3. Zmena motorického systému vekom

1.4.3.1 Prvky UMNS

Nedostatok supraspinálnej excitácie

Kortikospinálna dráha môže byť porušená mozgovou príhodou na rôznych úrovniach. Typický príklad slabosti vzniká poškodením tejto dráhy, avšak kortikospinálna dráha nemusí byť jedinou, ktorá sa podieľa na vzniku slabosti. Viac než pravdepodobne je svalová slabosť spôsobená znížením supraspinálnych vstupov z descendných nervových dráh. Svalovú slabosť nachádzame aj na nepostihnutej strane, pravdepodobne kvôli časti kortikospinálneho traktu, ktorý odstupuje zo strany lézie a je zakončený ipsilaterálne (Chae et al., 2002b; Noskin et al., 2007).

Zmeny motorických jednotiek

- **Zníženie počtu motorických jednotiek (MJ)** na paretickej strane začína približne od 2. týždňa po ikte (Hara et al., 2004). McComas et al. (1973) odhadujú, že medzi 2. až 6. mesiacom sa počet MJ znižuje až na polovicu. Veľkosť úbytku MJ závisí na závažnosti hemiparézy. Časom dochádza k spomaleniu tohto úbytku a v období 1 roku od ikty sa ich počet takmer nemení (Hara et al., 2004).

- **Zníženie miery pálenia motorických jednotiek** je ďalšou súčasťou UMNS (Rosenfalck & Andreassen, 1980). V dôsledku tejto zmeny aktívne MJ vyprodukujú menšiu silu (Rack & Westbury, 1969). Preto na dosiahnutie požadovanej sily, alebo vykonanie určitého pohybu musí byť zapojené väčšie množstvo MJ (Bourbonnais & Vanden Noven, 1989). Je všeobecne známe, že veľkosť vyprodukovanej svalovej sily je závislá na dĺžke svalu (tzv. length-dependent) (Rassier et al., 1999). Štúdia Ada et al. (2003) poukazuje na to, že pacienti po ikte majú zníženú schopnosť generovať krútiaci moment v skrátaní svalu. U pacientov po ikte v porovnaní so zdravými je k dosiahnutiu maximálneho krútiaceho momentu v skrátaní svalu nutné zvýšiť pálenie MJ.

- **Svalová atrofia** nie je zvyčajne považovaná za bežnú súčasť UMNS (Barnes & Johnson, 2008). Avšak Haffer-Macko et al. (2008) vo svojej štúdii uvádzajú, že následkom CMP sa znižuje prierez svalu v priemere o 20 %, v závislosti na kondícii a fyzickej zdatnosti jedinca. Ďalej dodávajú, že táto zmena nemusí byť badateľná kvôli zvýšeniu intramuskulárneho tuku. V rámci atrofie jednotlivých typov svalových vlákien sa názory autorov rozchádzajú. Frontera et al. (1997) tvrdia, že na vzniku svalovej slabosti paretického musculus (m.) tibialis anterior sa podieľa atrofia vlákien typu I a IIA. Edström (1969) vo svojej štúdii uvádza, že atrofia m. biceps brachii postihuje vlákna typu IIA a IIB, pričom vlákna typu I zostávajú nezmenené, alebo dokonca hypertrofujú. Tieto rozdiely v atrofií jednotlivých typov svalových vlákien môžu závisieť na funkcii svalov a závažnosti UMNS (Frontera et al., 1997).

- **Zmena časových vlastností svalovej kontrakcie** je taktiež prítomná u pacientov po ikte (McCrea et al., 2003). Významnou súčasťou svalovej kontrakcie je rýchlosť nárastu a poklesu momentu sily. Zdravý jedinec je schopný dosiahnuť maximálny moment sily počas 1 s od počiatku maximálnej voľnej kontrakcie. U pacientov po ikte je tento čas bilaterálne zvýšený (Canning et al., 1999; McCrea et al., 2003). McCrea et al. (2003) sa vo svojej štúdii zamerali na hornú končatinu (HK) a zistili, že čas potrebný na dosiahnutie maximálneho momentu sily behom maximálnej kontrakcie je na

paretickej HK zvýšený o 61 % a o 22 % na neparetickej HK. Čas poklesu momentu sily je na paretickej HK v porovnaní s neparetickou zvýšený o 22 %. Atypickým príkladom poruchy terminácie svalovej kontrakcie je neschopnosť uvoľnenia uchopeného predmetu (Chae et al., 2002a) Táto porucha môže súvisieť s fenoménom nazývaným “plateau potencial“, ktorý je charakterizovaný opakovanou depolarizáciou motoneurónov po ukončení ich excitácie (McCrea et al., 2003; Gorassini et al., 1998).

Aktívne obmedzenie počas aktivácie agonistov

- **Spasticita** je definovaná ako motorická porucha charakterizovaná zvýšením tonických napínacích reflexov (svalového tonu), v závislosti na rýchlosti pretiahnutia svalu s nadmerným zášklbom šľachy, čo je výsledkom hyperexcitability stretch reflexu (Barnes & Johnson, 2008). Tento termín je však často mylne používaný ako zastrešujúci pojem, ktorý zahŕňa niektoré, alebo všetky pozitívne príznaky UMNS (Mayer & Esquenazi, 2003). Štúdia Levin et al. (2000) sa zamerala na objektivizáciu vzťahu medzi motorickým deficitom a prahom výbavnosti stretch reflexu. Výsledky tejto práce poukazujú na existenciu vzťahu medzi zníženým prahom výbavnosti stretch reflexu (spasticitou) a motorickým deficitom.
- **Kokontrakcia** je simultánna kontrakcia agonistov a antagonistov. Kontrolovaná kokontrakcia je dôležitou zložkou motorických funkcií zabezpečujúcich posturálnu stabilitu alebo fixáciu segmentov. Za normálnych okolností je iniciovaná a modulovaná podľa potrieb pohybu (Barnes & Johnson, 2008). Porucha riadenia motoriky je celkom prirodzenou súčasťou UMNS. Najjednoduchším a najznámejším príkladom je porucha recipročnej svalovej inhibície, ktorá sa primárne podieľa na vzniku abnormálnych kokontrakcií (Kaňovský et al., 2004). Nadmerná alebo neprimeraná kokontrakcia narušuje funkciu agonistov, ktoré sa javia slabšie než v skutočnosti sú (Barnes & Johnson, 2008). Niekedy môže byť táto porucha tak výrazná, že samotná akcia antagonistov je silnejšia než akcia agonistov, čoho výsledkom je protichodný pohyb voči zamýšľanému (Kaňovský et al., 2004).

- **Pozmenená viac kĺbová koordinácia** je ďalšou súčasťou UMNS. Koaktivácia svalov v okolí kĺbov u zdravých jedincov prispieva k motorickej kontrole (Lamontagne et al., 2000). Podľa potrieb pohybu je prispôsobovaná a tak prispieva k posturálnej stabilite a kĺbovej tuhosti (Levin & Dimov, 1997). Poškodenie kortikospinálnej dráhy môže počas voľného pohybu viesť k abnormálnej koaktivácii svalových skupín a tým k abnormálnym pohybovým vzorom alebo synergiám celej končatiny (Dewald & Beer, 2000). Brunnström et al. in Latash (1998a) uvádzajú, že na hornej končatine sa vyskytujú dva abnormálne pohybové vzory, tzv. flekčná a extenčná synergia (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Flekčná a extenčná synergia (Brunnström et al. in Latash, 1998a).

	Extenčná synergia	Flekčná synergia
Ramenný pletenec	Protrakcia	Retrakcia
	Addukcia	Abdukcia
	Vnútoraná rotácia	Vonkajšia rotácia
Lakt'ový kĺb	Extenzia	Flexia
	Pronácia	Supinácia
Zápästie	Extenzia	Flexia
Prsty	Extenzia	Flexia

Dewald et al. (1995) skúmali pohybové vzory počas izometrickej svalovej práce ramenného a lakt'ového kĺbu. Na základe výsledkov určili dva pohybové sety pozostávajúce zo spojených pohybov. Prvý pozostáva z flexie lakt'ového kĺbu, abdukcie, vonkajšej rotácie a extenzie v kĺbe ramennom. Druhý set je zložený z extenzie lakt'ového kĺbu, addukcie a vnútornej rotácie v ramennom kĺbe. Ďalej dodáva, že svalová slabosť môže byť spôsobená neschopnosťou primeranej aktivácie svalových skupín pre prítomnosť zmienych pohybových vzorov.

- **Porucha recipročnej inhibície**, čiže porucha relaxácie antagonistického svalu počas aktivácie svalu agonistického (Pyndt et al., 2003) je ďalšou súčasťou

UMNS a priamo sa podieľa na vzniku patologických kokontraktíí (Barnes & Johnson, 2008). Avšak Okuma & Lee (1996) vo svojej štúdií zistili, že pacienti s horšou rekonvalescenciou majú v porovnaní so zdravými jedincami zníženú schopnosť recipročnej inhibície, a naopak pacienti s lepšou rekonvalescenciou mali túto schopnosť zvýšenú. Na základe týchto zistení predpokladajú, že zvýšená recipročná inhibícia počas zotavovania po ikte môže byť kompenzačným mechanizmom.

Pasívny odpor antagonistov

Následkom UMNS nastávajú zmeny svalových vlákien a spojivových tkanív, ktoré vedú k väčšej tuhosti a horšej pretiahnuteľnosti antagonistických svalov. Tieto zmeny tak počas aktivácie agonistov vedú k zníženiu otáčavého účinku sily (Bourbonnais & Vanden Noven, 1989).

1.4.3.2 Sekundárna svalová adaptácia ako dôsledok imobility a inaktivity

Zmena dĺžky svalových vlákien a spojivových tkanív

Výsledkom inaktivity a imobility sú sekundárne morfológické zmeny, ktoré ďalej môžu prispievať k slabosti. Štúdiami na zvieratách sa zistilo, že tieto zmeny zahŕňajú skrátenie svalú (Williams, 1988), skrátenie šliach (Herbert & Crosbie, 1997), zníženie počtu sarkomér v sérii (Williams, 1988), zvýšenie podielu spojivových tkanív v porovnaní s tkanivom svalovým, zmeny v orientácii vnútroklbových tkanív (Williams & Goldspink, 1984), hypertrofia perimýzia a endomýzia (Józsa et al., 1990).

Zmeny na bunčnej úrovni svalú sú u zvierat preukázateľné už po 24 hodinách nepoužívania (Williams & Goldspink, 1984).

Slabosť z inaktivity

Inaktivita vzniknutá z akejkoľvek patológie má za následok svalovú slabosť. Štúdie ukázali, že imobilita a znížené používanie svalú narušuje schopnosť primerane aktivovať motorické jednotky (Duchateau & Hainaut, 1990). Pacienti trávajú dlhý čas inaktivitou alebo úlohami, ktoré nesúvisia s rehabilitačnými cieľmi (Esmonde et al., 1997). Okrem primárnej motorickej dysfunkcie prispieva k inaktivite mnoho iných

faktorov. Hlavnými faktormi sú demencia, artróza, komorbidity, kardiovaskulárne ochorenia (Roth et al., 2001), naučené nepoužívanie (z anglického learned nonuse) a málo stimulačné rehabilitačné prostredie (Taub et al., 2002).

1.4.3.3 Zmena motorického systému vekom

Incidenca iktu stúpa s vekom. Zmeny súvisiace so starnutím zasahujú aj motorický systém, a preto sa stávajú dôležitými pri diagnostike a liečbe slabosti po lézii horného mononeurónu. Pokles sily je bežný aj u zdravých jedincov (Frontera et al., 2000). Tento pokles sily môže byť spôsobený jednak zmenšením podielu kontraktilných vlákien a atrofiou svalu (Frontera et al., 2000; Kent-Braun et al., 2000), tak aj deficitom zapojenia MJ a ich palebnej schopnosti (Kent-Braun & Ng, 1999). Kent-Braun & Ng (1999) uvádzajú, že významnejší podiel na svalovej slabosti zohráva atrofia svalu, menej významný podiel zapojenie a palebná sila MJ.

1.4.3.4 Zhrnutie

Svalová slabosť má multifaktoriálny pôvod. Primárne sa na jej vzniku podieľajú jednotlivé prvky UMNS, medzi ktoré zaradujeme nedostatok supraspinálnej excitácie, rozličné zmeny MJ, ako zníženie počtu, zmena frekvencie pálenia, ďalej sú to aktívne alebo pasívne obmedzenia počas aktivácie agonistov. Aktívne obmedzenia môžu byť prítomné v podobe spasticity, kokontrakcií, porúch viackĺbovej koordinácie alebo recipročnej inhibície. Medzi sekundárne príčiny zaradujeme následky adaptačných zmien, imobility a inaktivity, ktoré môžu byť prítomné vo forme pozmenenej dĺžky svalov a spojivových tkanív alebo prostej slabosti z inaktivity.

Keďže je incidencia CMP spojená s pokročilejším vekom, tak sa na vzniku slabosti podieľajú aj fyziologické zmeny spojené so starnutím neuromuskulárneho systému.

Jednotliví autori sa snažia identifikovať faktory podieľajúce na vzniku svalovej slabosti. Avšak určiť ich podiel, alebo vytvoriť hierarchiu faktorov je veľmi náročné, keďže sa môžu navzájom ovplyvňovať, pričom celkový obraz UMNS je príznačný značnou variabilitou.

1.5 SVALOVÁ ÚNAVA

Dlhodobá a silná alebo opakovaná svalová kontrakcia vyvoláva svalovú únavu (Rokyta et al., 2000). Klinicky je svalová únava definovaná ako pocit slabosti, svalovej bolesti alebo pokles výkonnosti (Krobot & Kolářová, 2011). Stupeň únavy zodpovedá zníženým zásobám glykogénu, zvýšenej hladine kyseliny mliečnej, zníženiu pH v tkanive a zmene prekrvenia. Svalová únava je signálom pre prerušenie práce a chráni tak pred úplným vyčerpaním a prípadne poškodením svalu. Od nástupu svalovej únavy existuje značná rezerva, kde je možné pokračovať v činnosti bez poškodenia svalu. Odolnosť voči svalovej únave je možné zvyšovať rôznymi tréningovými metódami, pri ktorých sval prispôsobuje svoj metabolizmus zvýšenej záťaži (Rokyta et al., 2000).

Svalová únava môže vzniknúť na úrovni celého neuromuskulárneho systému a rozdeľujeme ju na periférnu, ktorá zahŕňa nervovosvalovú platničku a samotný sval a centrálnu únavu zahŕňajúcu mozog, miechu a alfa-motoneuróny (Latash, 1998b).

Pred vlastným poklesom motorického výkonu alebo produkovanej sily nastávajú adaptačné zmeny, ktoré po určitú dobu tomuto poklesu zamedzujú:

- ***Prolongácia relaxačnej fázy*** môže byť užitočná najmä nižšej frekvencii pálenia motoneurónov, počas ktorej zabezpečuje hladkú kontrakciu svalu.
- ***Synchronizácia pálenia motorických jednotiek*** umožňuje zachovanie silového výstupu, avšak môže viesť k vlnitému tetanu.
- ***Variabilné zapojenie svalov a motorických jednotiek***, ktoré umožňuje redundancia komponentov svalového aparátu na rôznych úrovniach. Napríklad ak sa podieľa viac svalov na produkovanom krútiacom momente v určitom kĺbe, môže si unavený sval oddýchnuť bez poklesu krútiaceho momentu. Rovnaký princíp sa dá použiť aj na úrovni motorických jednotiek (Latash, 1998b).

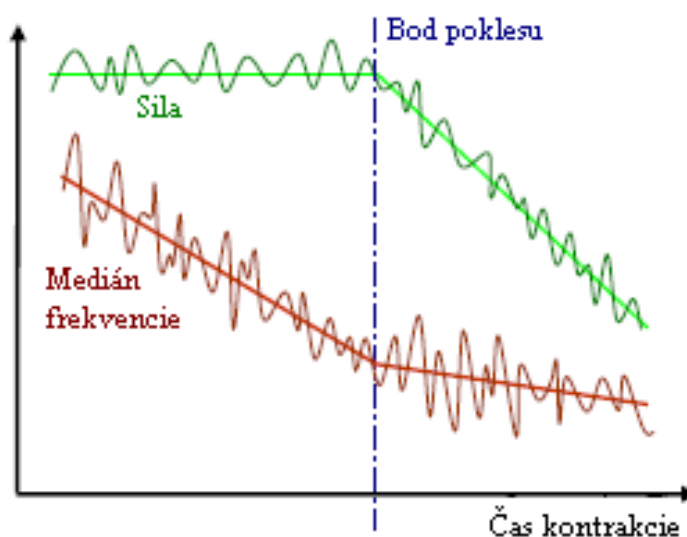
1.5.1 Svalová únava v povrchovej elektromyografii

V posledných troch desaťročiach sa hodnotenie svalovej únavy pomocou povrchovej elektromyografie (SEMG) stalo pomerne bežným spôsobom. Umožnil to hlavne pokrok v oblasti softwarového vybavenia, ktorý poskytuje rozmanité možnosti

spracovania elektromyografického signálu, zaznamenaného v statických aj dynamických podmienkach (Cifrek et al., 2009).

Únava sa v elektromyografickom signáli prejavuje zvýšenou amplitúdou a posunom k nižším frekvenčným spektrám. Tieto zmeny sú pravdepodobne spôsobené adaptačnými procesmi, ako je zvýšená časová a priestorová sumácia akčných potenciálov alebo synchronizácia výbojov MJ (Krobot & Kolářová, 2011). Po vyčerpaní adaptačných mechanizmov dochádza k poklesu produkovanej sily (obr. 3) a túto zmenu nazývame bod poklesu (z anglického „failure point“) (De Luca, 1997).

Obrázok 3 Vývoj sily a mediánu frekvencie za čas (upravené podľa De Luca, 1997).



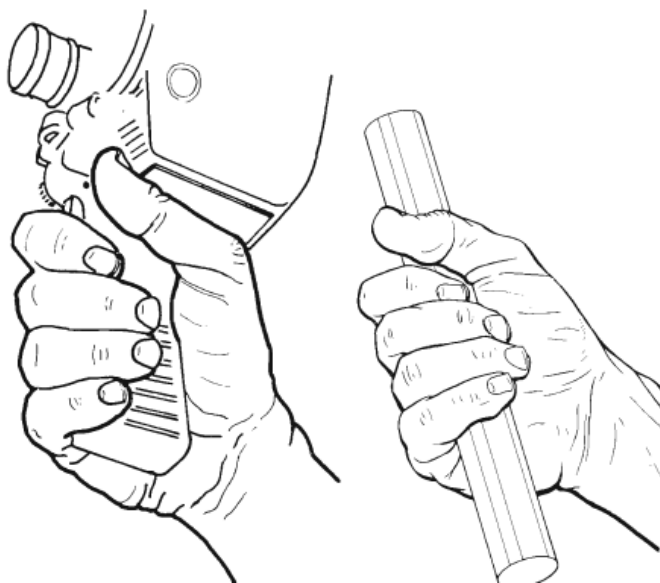
Na hodnotenie svalovej únavy môžeme využiť frekvenčnú analýzu. Posudzovať je možné mnohé ukazovatele, ako napríklad vývoj priemeru alebo mediánu frekvencie v určitom časovom úseku, poprípade sklon lineárnej regresnej krivky vývoja frekvencie v čase. Ďalšou možnosťou je posudzovanie spektrálneho posunu frekvenčného spektra vo vybraných časových úsekoch (Cifrek et al., 2009).

1.6 CYLINDRICKÝ ÚCHOP - STISK

Tento úchop spadá do skupiny silových úchopov, čiže predstavuje silovú aktivitu prstov a palca pôsobiacich spoločne voči dlani za účelom prenosu sily na predmet (Napier, 1956).

Cylindrický úchop, nazývaný tiež palmárny úchop s palcovým zámkom, umožňuje silný stisk pomerne veľkého a ťažkého predmetu. Ruka v cylindrickom úchope obalí predmet tak, že výsledná poloha predmetu je zošíkmená od hypothenaru k bázi II. prstu a zvierá tak s osou ruky uhol $100-110^\circ$ (obr. 4). Podľa tohto faktu sú konštruované napríklad pracovné nástroje, kde rukoväť zvierá s vlastným telom nástroja rovnaký uhol. Človek dokáže lepšie kompenzovať väčší uhol ($120-130^\circ$) medzi rukoväťou a telom nástroja, než menší uhol (90°) z dôvodu väčšej možnosti ulnárnej ako radiálnej dukcie. Veľkosť predmetu určuje (vymedzuje) silu úchopu, ktorá je maximálna, keď je palec v kontakte alebo v blízkosti ukazováku. Palec predstavuje jediný protitlak voči ostatným štyrom prstom a jeho efektívnosť stúpa s rastúcou flexiou, ktorú však vymedzuje veľkosť predmetu, resp. náradia. Tvar je taktiež dôležitý, a preto sa ručné nástroje vyrábajú s drážkami pripravenými na správny úchop (Kapandji, 2002).

Obrázok 4 Cylindrický úchop (Kapandji, 2002).



Cylindrický úchop je typicky vykonávaný so zápätím v neutrálnom postavení (flexia/extenzia) a s miernou ulnárnou dukciou. Vďaka ulnárne deviacii sa palec stáva rovnobežným s dlhou osou predlaktia. Toto nastavenie je výhodné pre supinačnú/pronačnú prácu s predmetmi, napríklad ako pri použití kľučky. Ulnárna deviacia zápätia je pozícia, ktorá optimalizuje silu dlhých flexorov prstov. Najmenšia flekčná sila je v týchto kĺboch generovaná pri flexii zápätia. Čím ťažší je objekt, tým je väčšia možnosť ulnárne deviacie zápätia. Silná kontrakcia navyše zvyšuje napätie transverzálneho karpálneho ligamenta, vďaka ktorému je zaistená stabilnejšia základňa pre svaly hypothenaru, ktoré odstupujú z tohto ligamenta. Prstenník a malíček vytvára iba 70 % sily flexie oproti ukazováku a prostredníku. Prstenník a malíček slúži ako slabší ale mobilnejší pomocník stabilnejšieho a silnejšieho ukazováku a prostredníku (Levangie & Norkin, 2005).

1.6.1 Svalové komponenty cylindrického úchopu

Počas dynamického zovretia pracuje prevažne m. flexor digitorum profundus (m. FDP). Pri potrebe väčšej sily v priebehu statickej fázy sa zapája aj m. flexor digitorum superficialis (m. FDS). Na flexii metakarpofalangeálnych (MP) kĺbov sa podieľajú dlhé (extrinsic) flexory spoločne s mm. interossei (intrinsic), ktoré majú zrovnateľný o otáčavý účinok.

V priebehu cylindrického úchopu sú flektované MP aj IP kĺby, pričom flexia MP kĺbov pripadá viac na proximálne (dorzálne) mm. interossei. Mm. interossei môžu tiež ulárne deviovať MP kĺby, čoho výsledkom je smerovanie prstov oproti palcu. Umiestnenie mm. lumbricales naznačuje ich podiel na MP flexii - majú počas silového úchopu minimálnu elektromyografickú aktivitu, čo súhlasí s ich úlohou ako IP extenzorov. Najviac variabilnú pozíciu medzi prstami počas cylindrického úchopu má palec. Palec obvykle obopína predmet a následne sa flektuje a addukuje, čím ho zoviera. Aktívny je m. flexor pollicis longus a všetky svaly thenaru. Aktivita thenarových svalov je pomerne variabilná a jej veľkosť závisí na šírke predmetu, potrebe karpometakarpálnej rotácie a na celkovej produkovanej sile úchopu. Aktívny môže byť takisto m. extezor pollicis longus ako MP stabilizátor alebo adduktor. Svaly hypothenaru počas cylindrického úchopu obvykle vykazujú aktivitu. M. abduktor digiti minimi pracuje v zmysle proximálneho m. interosseus, čiže flektuje a abdukuje (ulárne deviuje) piaty MP kĺb. Zapojenie m. opponens digiti minimi a m. flexor digiti

minimi je viac variabilné, ale často sú aktivované v priamej úmere k veľkosti abdukcie a rotácie prvého metakarpu (Kapandji, 2002; Levangie & Norkin 2005).

Z hľadiska zachovania stabilnej pozície zápästia musia byť aktívne aj extrinsec extenzory, ktoré sú v tomto prípade synergistickou svalovou dvojicou (Kapandji, 2002).

1.7 DYNAMOMETRIA

Dynamometria je meranie sily, ktorou je človek schopný pôsobiť na určité teleso (snímacia časť tenzometru alebo dynamometru) po určitú dobu (Placheta et al., 1999).

Základnými metódami merania svalovej sily je izometriká a izokinetická dynamometria. Tieto postupy sa využívajú najmä v laboratórnych podmienkach. V klinickej praxi je používaný hlavne svalový test, poprípade jednoduché merania za pomoci prenosných tenzometrov a ručných dynamometrov. Hodnotí sa väčšinou sila svalových skupín, náročnejšie je hodnotenie jednotlivých svalov (Kolář et al., 2009).

1.7.1 Ručná dynamometria

Je metóda merania sily stisku ruky využívajúca špeciálne nástroje nazývané ručné dynamometre, ktoré zaznamenávajú výstupnú silu.

Ručné dynamometre možno rozdeliť do štyroch skupín:

- **Hydraulické** sú najčastejšie používané a väčšinou zobrazujú silu stisku v kilogramoch. Najviac odporúčaný je Jamar dynamometer (obr. 5A, str. 35), ktorý meria statickú silu a možno ho nastaviť do piatich rôznych pozícií.
- **Pneumatické** sú najčastejšie používané u ľudí trpiacich bolesťami alebo kožnými problémami v oblasti ruky. Telo dynamometru tvorí vzduchový vak, ktorého stlačením je zaznamenávaný tlak v milimetroch ortuťového stĺpca. Jeho nevýhodou sú rozdielne výstupné hodnoty u ľudí s odlišnou veľkosťou ruky.
- **Mechanické** pracujú na princípe kovovej pružiny a zobrazujú silu stisku väčšinou v kilogramoch. Príkladom mechanického dynamometru môže byť Collin dynamometer, ktorý je tiež popisovaný ako kovový pružinový dynamometer (obr. 5B, str. 35).

- *Tenzometrické* zaznamenávajú silu stisku pomocou prevodu na elektrické napätie, ktorého spracovaním sa sila zobrazuje v jednotkách Newton alebo kilogram (Innes, 1999).

Obrázok 5 Ručné dynamometre Jamar a Collin (Innes, 1999).



Legenda k obrázku 5:

A ... dynamometer Jamar; B ... dynamometer Collin.

CIELE A HYPOTÉZY

1.8 CIEĽ PRÁCE

Cieľom práce je objektivizácia svalových synergií, svalovej únavy a sily stisku počas cylindrického úchopu ručného dynamometru za pomoci povrchovej elektromyografie.

1.9 VEDECKÉ OTÁZKY A HYPOTÉZY

1.9.1 Vedecká otázka č. 1

Aký je vzťah medzi musculus flexor carpi radialis a ostatnými meranými svalmi pri silovom úchope u zdravých probantov a u pacientov po CMP?

H₀1: M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀2: M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀3: M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀4: M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₅: M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₆: M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₇: M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₈: M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₉: M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀₁₀: M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀11: M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

H₀12: M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou.

1.9.2 Vedecká otázka č. 2

Vykazujú merané svaly známky únavy?

H₀13: M. flexor carpi radialis pravej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy.

H₀14: M. flexor carpi radialis ľavej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy.

H₀15: M. extensor carpi radialis pravej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy.

H₀16: M. extensor carpi radialis ľavej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy.

H₀17: M. flexor carpi radialis neparetickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy.

H₀18: M. flexor carpi radialis paretickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy.

H₀19: M. extensor carpi radialis neparetickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy.

H₀20: M. extensor carpi radialis paretickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy.

1.9.3 Vedecká otázka č. 3

Aký je vzťah sily stisku medzi skupinou zdravých probantov a pacientov po CMP, a sily stisku v rámci týchto skupín?

H₀21: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou a ľavou rukou zdravých probantov.

H₀22: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi paretickou a neparetickou rukou pacientov po CMP.

H₀23: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou rukou zdravých probantov a neparetickou rukou pacientov po CMP.

H₀24: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou rukou zdravých probantov a paretickou rukou pacientov po CMP.

H₀25: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou ľavou rukou zdravých probantov a neparetickou rukou pacientov po CMP.

H₀26: Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi ľavou rukou zdravých probantov a paretickou rukou pacientov po CMP.

2 METODIKA

2.1 CHARAKTERISTIKA SÚBORU

V rámci diplomovej práce bolo meraných 22 probantov. Prvú skupinú tvorilo 11 zdravých probantov, 2 muži a 9 žien, s priemerným vekom $24,5 \pm 2,4$ roku, výškou $171,3 \pm 9,4$ cm a váhou $64 \pm 11,9$ kg, pričom všetci mali dominantnú pravú ruku (Príloha 1, str. 84). Podmienkou zaradenia do tejto skupiny bola absencia akéhokoľvek ortopedického, traumatického alebo neurologického deficitu, ktorý by mohol ovplyvniť meranie

Druhá skupina pozostávala z 11 hemiparetických pacientov po prvej mozgovej príhode. V tejto skupine bolo 8 mužov a 3 ženy s priemerným vekom $61,7 \pm 17,2$ roku, výškou $174,5 \pm 9,5$ cm a váhou $83,6 \pm 15$ kg. Celkovo obsahovala 9 pacientov s iCMP, 8 v povodí arteria cerebri media a 1 v povodí arteria cerebri posterior, ďalej 2 pacientov s hCMP vo frontotemporálnej oblasti. Následkom iktu vzniklo 6 pravostranných a 5 ľavostranných hemiparéz. Podrobnejšia charakteristika sa nachádza v Prílohe 2 (str. 85). V rámci zachovania homogenity skupiny z hľadiska počtu prekonaných cievnych mozgových príhod sme vopred vylúčili 1 pacienta, ktorý prekonal celkovo 2 CMP.

2.2 POSTUP MERANIA

Meranie prebiehalo v Kineziologickom laboratóriu Fakultnej nemocnice Olomouc v pracovných dňoch od 7:00 do 15:30. Podmienky testovania boli pre všetkých probantov rovnaké.

Každý jednotlivец testovaného súboru bol vopred oboznámený o priebehu merania a podpísal informovaný súhlas (Príloha 3, str. 86). Následne boli odobrané anamnestické údaje a prebehol kineziologický rozbor.

Ako metódu výskumu sme zvolili povrchovú elektromyografiu synchronizovanú s videozáznamom, tlakovým senzorom FlexiForce® a ručný dynamometer.

2.2.1 Prístrojové vyšetrenie

2.2.1.1 Vyšetrenie pomocou povrchovej elektromyografie

V prvom rade bola koža v mieste budúceho umiestnenia elektród očistená abrazívnou pastou, následne bola utretá vlhkým a suchým uterákom. Samoadhezívne elektródy obdĺžnikového tvaru boli umiestnené v tesnom kontakte v strednej časti svalového bruška, ktoré bolo lokalizované na základe predchádzajúcej palpácie počas izometrickej kontrakcie daného svalu. Referenčná (zemniaca) elektróda bola umiestnená na epikondylus lateralis humeri l. sin. Bezprostredne potom boli na elektródy pripevnené zvody povrchového elektromyografu zodpovedajúce jednotlivým svalom. Na zachytenie elektrickej aktivity bol využitý 16 kanálový povrchový elektromyografický prístroj TeleMyo 2400T G2, ktorý dáta bezdrôtovo vysiela do počítača, kde sú prijímané pomocou TeleMyo 2400 G2 PC Interface® (bezdrôtový prijímač) a zaznamenávané vďaka softwaru MyoResearch XP Master Edition 1.08.17. Použitý bol tiež súčasný záznam videa umožnený rovnakým programom. Zo 16-tich dostupných kanálov sme využili 11, z toho 10 na snímanie aktivity 5-tich svalov bilaterálne:

1. m. flexor carpi radialis
2. m. extensor carpi radialis
3. m. infraspinatus
4. m. serratus anterior
5. m. sternocleidomastoideus

Posledný 11 kanál bol využitý na zapojenie senzoru lokálneho tlaku (viď nižšie).

Senzor lokálneho tlaku - FlexiForce®

Názov FlexiForce® je firemným označením senzoru lokálneho tlaku, ktorý bol využitý v našej práci. Ako bolo spomenuté, bol zapojený v 11. kanáli povrchového elektromyografu. Počas merania bol pripevnený lepiacou páskou na ručnom dynamometri v oblasti prostredníku. Využili sme ho na lepšiu orientáciu v EMG zázname počas spracovania.

2.2.1.2 Vyšetrenie pomocou ručného dynamometru

V našej práci bol využitý kovový pružinový ručný dynamometer Collin zaznamenávajúci výstupnú silu stisku v jednotkách kilogram (kg). Jeho pozícia bola v dlani testovanej HK zošikmená od hypothenaru k bázi druhého prstu, čo zodpovedá cylindrickému úchopu.

2.2.2 Vlastný priebeh merania

Meranie prebiehalo v sede na pevnej stoličke pri výškovo nastaviteľnom stole, ktorý bol prispôsobený podľa výšky probanta. Základnou polohou bol aktívny sed (bez opory o operadlo stoličky) so 45° abdukciou a 90° flexiou v bedrovom kĺbe, 90° flexiou v kĺbe kolennom a nulovým postavením v členkovom kĺbe. Najskôr bola zaznamenaná kľudová aktivita po dobu 30 sekúnd s rukami voľne položenými na stehnách. Bezprostredne potom bola u skupiny pozostávajúcej zo zdravých probantov meraná pravá HK, u skupiny zloženej z pacientov po CMP neparetická HK v troch odlišných polohách (podmienkach) silového stisku dynamometru. Po absolvovaní všetkých troch podmienok nasledovala kontralaterálna HK, čiže ľavá u zdravej skupiny a paretická u skupiny pacientov po CMP. Východzu pozíciou testovanej HK bola 10° flexia v ramennom kĺbe a 80° flexia v kĺbe lakt'ovom. Poloha predlaktia bola menená podľa testovanej podmienky:

Podmienka 1: Predlaktie testovanej HK položené na stole v supinácii.

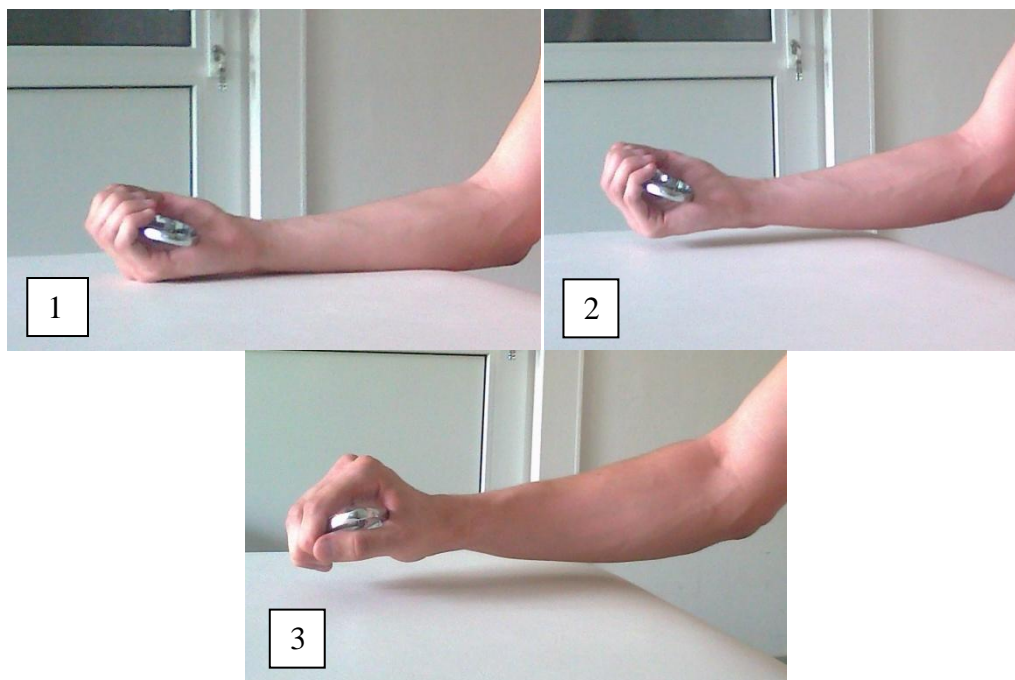
Podmienka 2: Testovaná HK držaná antigravitačne tesne nad úrovňou stolu s predlaktím supinácii.

Podmienka 3: HK držaná antigravitačne tesne nad úrovňou stolu s predlaktím pronácii (obr. 6, str. 43).

Každá podmienka pozostávala z troch periodických nárastov sily stisku. Požadovaný bol nárast 5 kg každých 5 s:

1. 0 – 5 s: prvý nárast a zotrvanie sily na úrovni 5 kg.
2. 6 – 10 s: druhý nárast a zotrvanie sily na úrovni 10 kg.
3. 11 – 15 s: tretí nárast a zotrvanie sily na úrovni 15 kg.

Obrázok 6 Podmienka 1, 2 a 3.



V priebehu testovania jednej HK bola kontralaterálna HK voľne položená na stehne. Medzi jednotlivými podmienkami bola pauza 1 min slúžiaca na zapísanie dosiahnutej sily a vysvetlenie podmienky nasledovnej.

2.3 SPRACOVANIE A VYHODNOTENIE ZÍSKANÝCH DAT

Surový EMG signál bol spracovaný v programe MyoResearch XP Master Edition 1.08.17 a využili sme ho na hodnotenie svalových synergií a únavy. Ručný dynamometer bol využitý na hodnotenie sily stisku,

2.3.1 Hodnotenie svalovej spolupráce - synergie

V rámci spracovania a hodnotenia svalovej spolupráce bol využitý 1. úsek, nástup a zotrvanie sily na úrovni 5kg, u všetkých troch podmienok. Za predpokladu absolvovania všetkých troch podmienok na oboch HKK bol súčet hodnotených úsekov na jedného probanta 6.

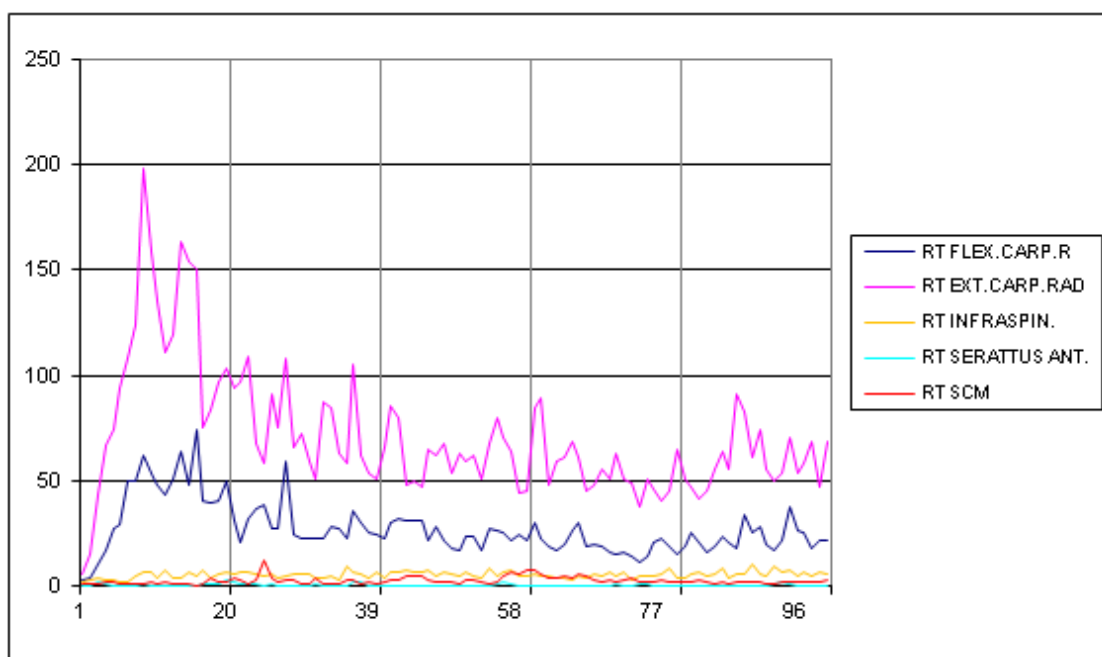
Surový elektromyografický záznam bol najskôr rektifikovaný (matematická úprava signálu) a vyhladený pomocou algoritmu Root Mean Square (RMS) 50 ms. Po

tejto úprave bol vytvorený z každého úseku a kľudovej hodnoty report Average Activation, ktorý bol exportovaný opäť do programu Microsoft Excel 2007. Tam bola vypočítaná aktivačná hodnota (AH), ktorú sme stanovili, ako priemer kľudovej hodnoty + 2 smerodatné odchýlky (SMODCH) kľudových hodnôt. Následne sme hodnoty amplitúdy vydělili AH, a tak sme získali normalizovanú hodnotu amplitúdy (násobky kľudovej hodnoty).

Takto získané hodnoty boli ďalej spracované nasledovne:

1. Zhotovenie grafov z jednotlivých úsekov (graf 4).

Graf 4 Príklad spracovania normalizovaných hodnôt svalovej aktivity jednotlivých svalov v priebehu prvého nárastu a zotrvania sily stisku na úrovni 5 kg.



Legenda ku grafu 4:

Osa x ... percentuálne vyjadrenie času; osa y ... násobky aktivačnej hodnoty.

2. Zhotovenie tabuliek (tabuľka 3, str. 45) na základe vizuálneho hodnotenia aktivity piatich svalov v 5 častiach grafov zhotovených v bode č. 1:

- + vzrastajúca aktivita
- klesajúca aktivita
- 0 vyrovnaná aktivita

Tabuľka 3 Príklad zápisu vývoja svalovej aktivity v jednotlivých častiach.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

3. Vyhodnotenie počtu prítomných svalových synergií na základe dát z tabuliek zhotovených v bode č. 2.

Boli stanovené dve kritériá, ktoré musí splniť svalová dvojica, aby ich spolupráca mohla byť označená ako svalová synergia:

1. kritérium: Spoločná vzrastajúca aktivita hodnotených svalov (označujeme +, +) v priebehu prvého úseku (0 – 19%).
2. kritérium: Minimálny počet spoločnej, vzrastajúcej, klesajúcej alebo vyrovnanej, aktivity v 4 z 5 úsekov.

2.3.2 Hodnotenie svalovej únavy

Na hodnotenie svalovej únavy bol použitý 3. úsek, nárast a zotrvanie sily na úrovni 15 kg, všetkých troch podmienok. Surový EMG záznam programovo spracovaný pomocou Frequency Fatigue report, ktorého výstupom sú graficky a číselne zobrazené dáta primárne určené na hodnotenie svalovej únavy počas izometrickej kontrakcie. Dáta z reportu boli následne exportované do programu Microsoft Excel 2007, kde sme pracovali s parametrom *slope*, ktorý predstavuje sklon lineárnej regresnej krivky frekvencie voči horizontále, a podľa toho či má frekvencia rastúcu alebo klesajúcu tendenciu, nadobúda kladnú, respektíve zápornú hodnotu.

2.3.3 Hodnotenie sily stisku

Na hodnotenie sily stisku boli využité najvyššie dosiahnuté hodnoty zaznamenané na ručnom dynamometry, pričom maximálna požadovaná sila bola 15 kg.

3 VÝSLEDKY

3.1 Výsledky k vedeckej otázke č. 1

Vedecká otázka č. 1 znela: „*Aký je vzťah medzi musculus flexor carpi radialis a ostatnými meranými svalmi pri silovom úchope u zdravých probantov a u pacientov po CMP?*“

Vyjadrenie k hypotézam na základe hodnotenia:

Hypotézu H₀₁ v znení: „*Musculus (m.) flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **zamietame**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **zamietame**.

Hypotézu H₀₂ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**.

Hypotézu H₀₃ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**.

Hypotézu H₀₄ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus pravej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus ľavej strany u zdravých probantov nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť**.

Hypotézu H₀₅ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **zamietame;** a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₆ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť;** a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. infraspinatus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť.**

Hypotézu H₀₇ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť;** a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. serratus anterior neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť.**

Hypotézu H₀₈ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť;** a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. sternocleidomastoideus neparetickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť.**

Hypotézu H₀₉ v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť;** a v znení: „*M. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,*“ **nie je možné zamietnuť.**

Hypotézu H₀₁₀ v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. infraspinatus* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. infraspinatus* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**.

Hypotézu H₀₁₁ v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. serratus anterior* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. serratus anterior* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**.

Hypotézu H₀₁₂ v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. sternocleidomastoideus* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**; a v znení: „*M. flexor carpi radialis* a *m. sternocleidomastoideus* paretickej strany u pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou,“ **nie je možné zamietnuť**.

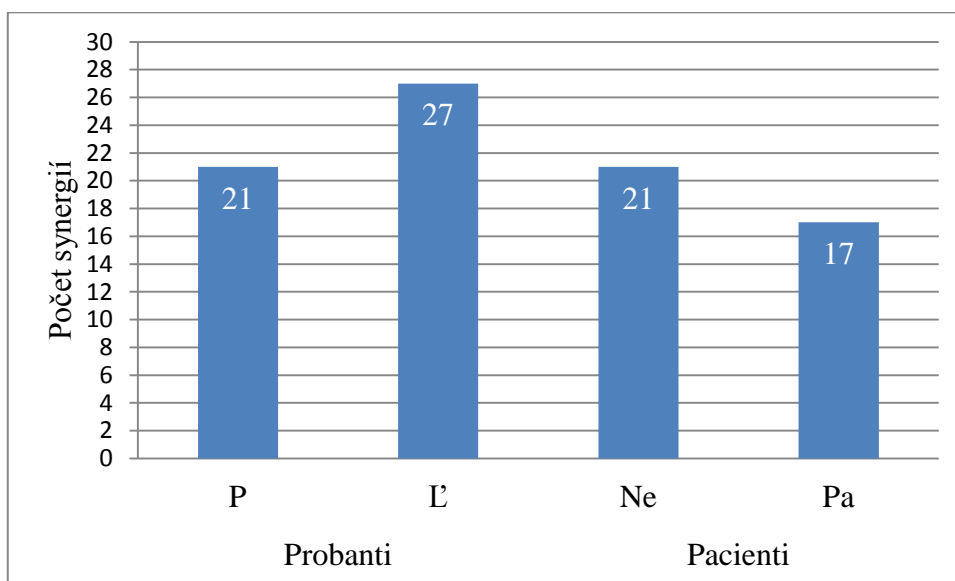
3.1.1 Komentár k vedeckej otázke č. 1

Kritériom pre zamietnutie hypotézy bol výskyt synergie medzi *m. flexor carpi radialis* a zrovnávaným svalom u nadpolovičnej väčšiny testovanej skupiny.

Na základe tohto kritéria boli zamietnuté v oboch zneniach hypotézy H₀₁ a H₀₅, ktoré sa zaoberali vzťahom *m. flexor carpi radialis* a *m. extensor capri radialis* (graf 5, str. 49). Keďže nie všetci pacienti absolvovali všetky 3 podmienky u paretickej HK, uvádzame graf (graf 6, str. 49) znázorňujúci percentuálne vyjadrenie výskytu synergie z absolvovaných podmienok. Najvyšší percentuálny výskyt synergie, 82 %, bol zaznamenaný u ľavej HK zdravých probantov. Takmer identické výsledky boli zistené u pravej HK zdravých probantov (64 %), neparetickej HK pacientov po CMP (64%) a paretickej HK pacientov po CMP (63 %).

Ostatné hypotézy, H₀₂ až H₀₄ a H₀₆ až H₀₁₂, v oboch zneniach nebolo možné zamietnuť (graf 7, 8, str. 50). Tabuľky zdrojových dát pre výsledky tejto vedeckej otázky uvádzame v Prílohe 4 (str. 87).

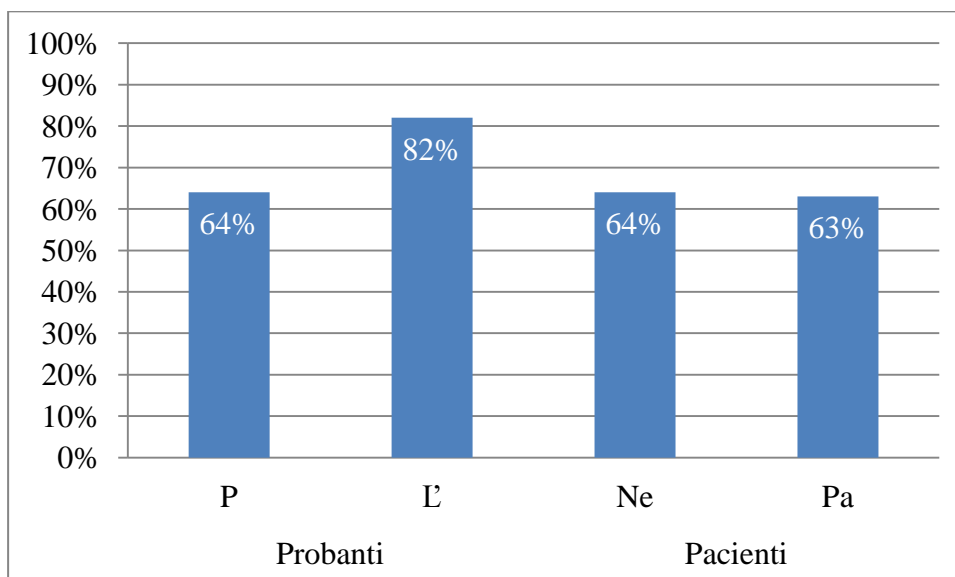
Graf 5 Počet zistených synergii m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis.



Legenda ku grafu 5:

P ... pravá horná končatina; E ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina.

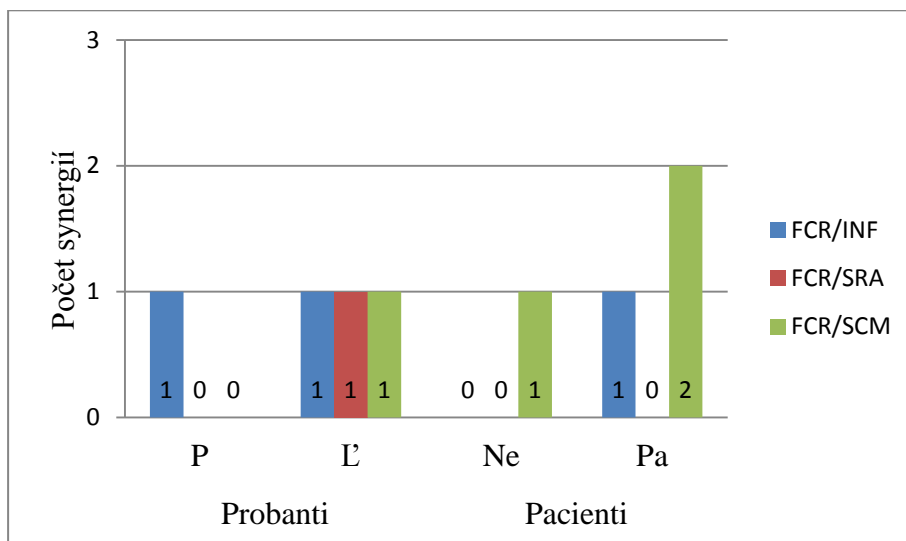
Graf 6 Percentuálne vyjadrenie výskytu synergie m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis.



Legenda ku grafu 6:

P ... pravá horná končatina; E ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina.

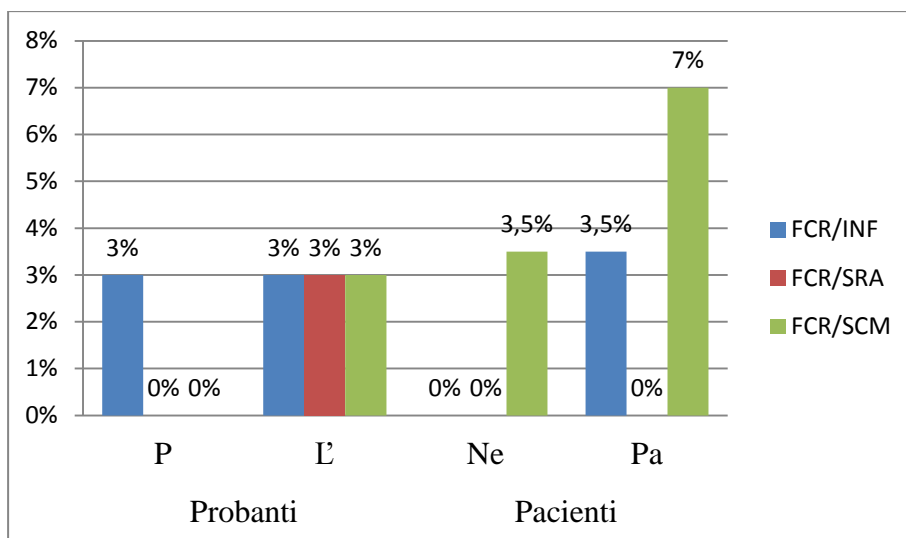
Graf 7 Počet zistených synergii medzi m. flexor carpi radiali a ostatnými meranými svalmi.



Legenda ku grafu 7:

P ... pravá horná končatina; L ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina; FCR ... m. flexor carpi radialis; INF ... m. infraspinatus; SRA ... m. serratus anterior; SCM ... m. sternocleidomastoideus.

Graf 8 Percentuálne vyjadrenie výskytu synergie medzi m. flexor carpi radialis a ostatnými meranými svalmi.



Legenda ku grafu 8:

P ... pravá horná končatina; L ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina; FCR ... m. flexor carpi radialis; INF ... m. infraspinatus; SRA ... m. serratus anterior; SCM ... m. sternocleidomastoideus.

3.2 Výsledky k vedeckej otázke č. 2

Vedecká otázka č. 2 znela: „*Vykazujú merané svaly známky únavy?*“

Vyjadrenie k hypotézam na základe hodnotenia:

Hypotézu H₀₁₃ v znení: „*M. flexor carpi radialis pravej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₁₄ v znení: „*M. flexor carpi radialis ľavej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₁₅ v znení: „*M. extensor carpi radialis pravej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₁₆ v znení: „*M. extensor carpi radialis ľavej strany zdravých probantov nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₁₇ v znení: „*M. flexor carpi radialis neparetickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀₁₈ v znení: „*M. flexor carpi radialis paretickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy,*“ **nie je možné zamietnuť.**

Hypotézu H₀₁₉ v znení: „*M. extensor carpi radialis neparetickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

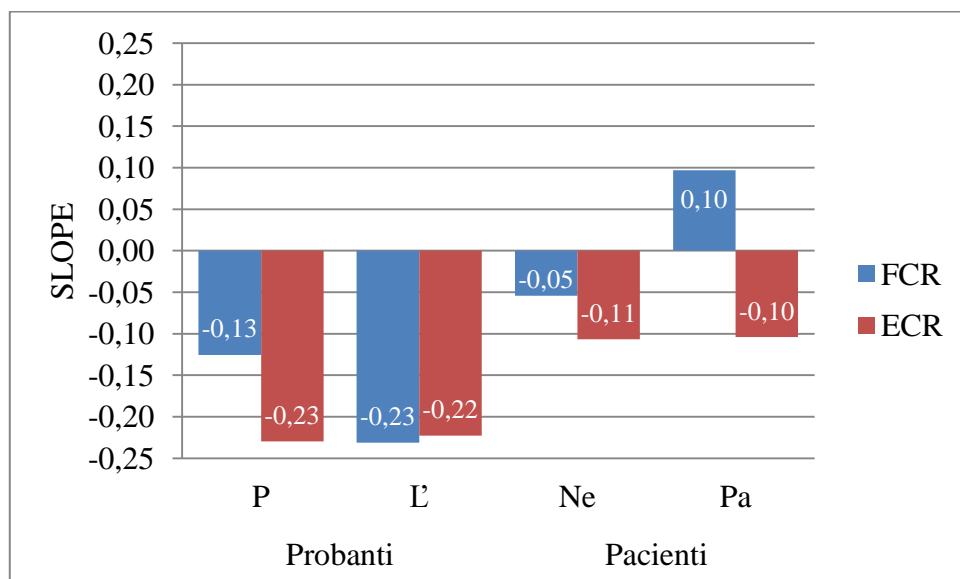
Hypotézu H₀₂₀ v znení: „*M. extensor carpi radialis paretickej strany pacientov po CMP nevykazuje známky únavy,*“ **zamietame.**

3.2.1 Komentár k vedeckej otázke č. 2

Kritériom pre zamietnutie hypotézy bol parameter slope zápornej hodnoty. Inak povedané ak parameter Slope nadobudol nulovú alebo kladnú hodnotu hypotéza nebola zamietnutá.

Na základe stanoveného kritéria boli zamietnuté hypotézy H_{013} až H_{017} a H_{019} až H_{020} . Jedinú hypotézu, H_{018} , nebolo možné zamietnuť z dôvodu kladnej hodnoty parametru slope (graf 9). Obidva hodnotené svaly vykazovali známky únavy bilaterálne u oboch skupín, s výnimkou m. flexor carpi radialis paretickej HK pacientov po CMP. Tabuľky zdrojových dát pre výsledky tejto vedeckej otázky uvádzame v Prílohe 5 (str. 113).

Graf 9 Hodnoty parametru slope.



Legenda ku grafu 9:

P ... pravá horná končatina; L ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina; FCR ... m. flexor carpi radialis; ECR ... m. extensor carpi radialis.

3.3 Výsledky k vedeckej otázke č. 3

Vedecká otázka č.3 znela: „*Aký je vzťah sily stisku medzi skupinou zdravých probantov a pacientov po CMP, a sily stisku v rámci týchto skupín?*“

Vyjadrenie k hypotézam na základe hodnotenia:

Hypotézu H₀21 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou a ľavou rukou zdravých probantov,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀22 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi paretickou a neparetickou rukou pacientov po CMP,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀23 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou rukou zdravých probantov a neparetickou rukou pacientov po CMP,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀24 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi pravou rukou zdravých probantov a paretickou rukou pacientov po CMP,*“ **zamietame.**

Hypotézu H₀25 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi ľavou rukou zdravých probantov a neparetickou rukou pacientov po CMP,*“ **nie je možné zamietnuť.**

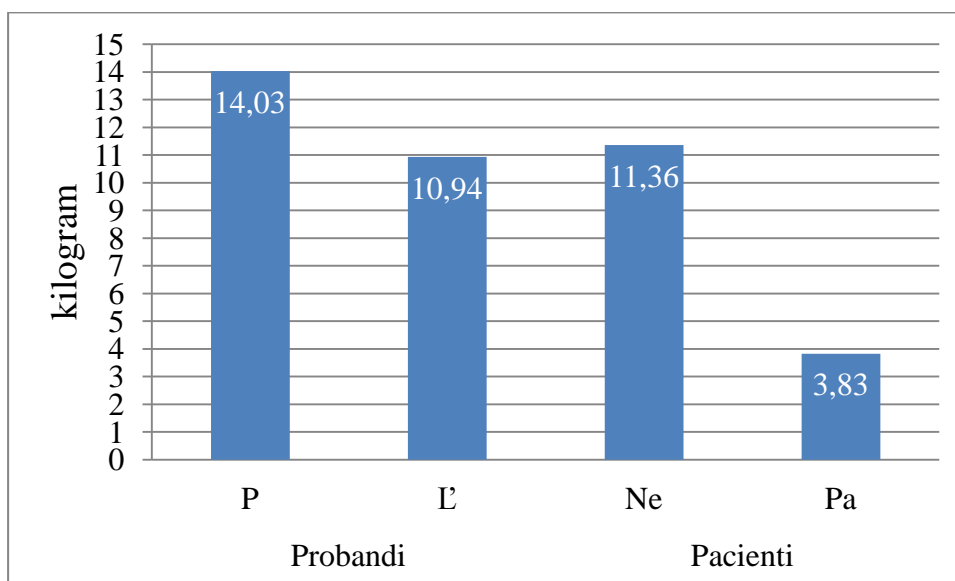
Hypotézu H₀26 v znení: „*Nie je žiadny rozdiel sily stisku medzi ľavou rukou zdravých probantov a paretickou rukou pacientov po CMP,*“ **zamietame.**

3.3.1 Komentár k vedeckej otázke č. 3:

Jednotlivé hypotézy boli zamietnuté na základe kritéria rozdielu v sile stisku oveľkosti aspoň 1 kg medzi sledovanými situáciami. Zamietnuté boli hypotézy H₀21, H₀22, H₀23, H₀24 a H₀26. Ako jediná nebola zamietnutá hypotéza H₀5, ktorá nespĺnila stanovené kritérium, keďže rozdiel sily stisku ľavej ruky zdravých probantov a naparetickej ruky pacientov bol menší ako 1kg. Najvyššia sila stisku, 14,03 ± 1,55kg, bola dosiahnutá u pravej ruky zdravých probantov. Druhá najvyššia sila stisku,

11,36 ± 4,89 kg, bola dosiahnutá u neparetickej ruky pacientov po CMP, nasledovala ľavá ruka zdravých probantov so silou stisku 10,94 ± 3,32 kg. Najnižšia sila stisku, 3,83 ± 5,26 kg bola zistená u paretickej ruky pacientov po CMP. Výsledky pre overenie hypotéz sú uvedené v grafe 10. Tabuľky zdrojových dát pre výsledky tejto vedeckej otázky uvádzame v Prílohe 6 (str. 117).

Graf 10 Priemer dosiahnutej sily stisku.



Legenda ku grafu 10:

P ... pravá horná končatina; L ... ľavá horná končatina; Ne ... neparetická horná končatina; Pa ... paretická horná končatina.

4 DISKUSIA

Cieľom tejto kapitoly je zhodnotiť výsledky diplomovej práce a upozorniť na poznatky týkajúce sa vlastných výsledkov výskumu a ich konfrontácie so závermi odborných prác iných autorov, ktoré sa týkajú tejto problematiky.

Vo výskumnej časti sme zvolili silový cylindrický úchop ručného dynamometra za súčasného záznamu aktivity vybraných svalov povrchovou elektromyografiou. Elektromyografický záznam nám poskytol dáta pre objektivizáciu svalových synergii a svalovej únavy. Ručný dynamometer bol využitý na hodnotenie sily úchopu.

Objektom nášho prvotného záujmu bola nestigmatizovaná populácia, a preto je súbor zdravých probantov mladšieho veku, bez akéhokoľvek zdravotného deficitu, ktorý by mohol skresľovať výsledky. Skupina pacientov po CMP bola zaradená do výskumu na základe predpokladu, že lézia CNS môže ovplyvniť, ako svalové synergie, svalovú únavu, tak aj silu stisku. A preto by porovnanie jednotlivých skupín mohlo byť obohacujúce.

V ďalšom texte budú postupne diskutované výsledky jednotlivých vedeckých otázok. V každej časti diskusie sa najskôr zameriavame na skupinu zdravých probantov, následne na skupinu pacientov po CMP a na porovnanie oboch skupín.

4.1 Diskusia k vedeckej otázke č. 1

Vedecká otázka č. 1 znela: *„Aký je vzťah medzi musculus flexor carpi radialis a ostatnými meranými svalmi pri silovom úchope u zdravých probantov a u pacientov po CMP?“*

Fyzioterapeuti majú tendenciu osvojovať si niektoré nie jasne definované termíny. Tak sa niekedy stáva, že sú ostatnými pracovníkmi nepochopení, nesprávne pochopení, alebo používajú rovnaké názvy s odlišným významom. Preto zohráva terminologická štandardizácia dôležitú úlohu v profesnej komunikácii (Stephenson et al., 1998). V literatúre sa stretávame s rôznymi výkladmi pojmu synergia. Podľa Véleho (2006) synergista predstavuje pomocný sval, ktorý sa aktivuje v prípade potreby (napr. vyššie úsilie) a napomáha tak hlavnému svalu (agonistovi) v pohybe alebo stabilizácii v rámci jedného kĺbu. Pomerne iný pohľad na svalové synergie ponúkajú „Bernsteinové svalové synergie“. Podľa tohto prístupu synergie predstavujú

zoskupenia svalov, ktoré sú spoločne aktivované za účelom vykonania motorickej úlohy (Ting & McKay, 2007). Táto stručná definícia priamo neodporuje Véleho výkladu, ale umožňuje použiť slovo synergia aj na svaly s odlišnou funkciou (antagonisti), pričom nie je viazaná na jediný kĺb. Ďalším poňatím môžu byť „Latashové svalové synergie“, kde synergia predstavuje variabilnú organizáciu základných premenných, skupín svalov (M-módov), ktoré zabezpečujú stabilitu výkonnej premennej (performance variable).

V naše práci bol využitý teoretický základ „Bernsteinových svalových synergií“, ktorý vyhovoval našej metodike, keďže sme hodnotili svaly priliehajúce viacerým kĺbom. „Latashove svalové synergie“ sú metodicky veľmi náročné a vyžadujú viac stupňovú analýzu. Už samotný výber M-módov a výkonnej premennej je náročnou úlohou (Krishnamoorthy et al., 2007).

Cieľom tejto vedeckej otázky bolo zistiť vzájomný vzťah svalov, z hľadiska synergie, medzi skúmanými svalovými dvojicami. Meranými svalmi tu boli m. flexor carpi radialis, m. extensor carpi radialis, m. infraspinatus (m. INF), m. serratus anterior (m. SRA) a m. sternocleidomastoideus (m. SCM). Skupinu flexorov a extenzorov predlaktia nebolo možné priamo označiť v programovej ponuke elektomyografického prístroja vzhľadom k jeho prednastaveným parametrom, a preto sme museli využiť označenie samotných svalov predlaktia – m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis. Tieto svaly ďalej budú hodnotené súhrnne ako flexory (mm. FLX) a extenzory (mm. EXT) predlaktia. Touto otázkou sme sa zaoberali v 12 hypotézach, kde sme hodnotili synergii mm. FLX a ďalšieho meraného svalu.

Stanovené boli 2 kritériá, ktoré musí svalová dvojica splniť aby ich spolupráca v tejto práci mohla byť označená ako svalová synergia. Prvým kritériom bola spoločná vzrastajúca aktivita v prvom úseku (0 – 19%) danej podmienky. Každý hodnotený úsek trval 1 sekundu. Jedna sekunda predstavuje dostatočne dlhý čas pre nástup aktivity svalov zavzatých do synergie (Torres & Ting, 2007). Druhým kritériom bola spoločná (vzrastajúca, klesajúca alebo vyrovnaná) aktivita aspoň v 4 z 5 úsekov, kde bola zohľadnená variabilita motorického výstupu. Podmienkou pre zamietnutie hypotézy bol výskyt synergie medzi mm. FLX a zrovnávaným svalom u nadpolovičnej väčšiny testovanej skupiny.

Existuje rada štúdií zaoberajúcich sa skúmaním svalových synergií. Avšak istú časť tvoria „Latashove svalové synergie“, s ktorými sa metodika tejto práce

nestotožňuje. Zo zvyšnej časti dostupných štúdií nachádzame len malý zlomok zaoberajúcich sa fyziologickými svalovými synergiami (štúdie na zdravých jedincoch) využiteľný pre túto prácu. Výsledky nášho experimentu poukazujú na najpočetnejšiu svalovú synergiu u zdravých probantov medzi mm. FLX a mm. EXT, kde na PHK bola zaznamenaná v 64 % a na LHK v 82 % zo všetkých absolvovaných podmienok. Môžeme tak povedať, že mm. FLX a mm. EXT v priebehu stisku ruky sú synergistickou svalovou dvojicou. To potvrdzuje aj štúdia Suzuki et al. (1994), ktorá sa zaoberala vzťahmi viacerých svalov predlaktia behom stisku ruky. Síce v tejto štúdií nachádzame metodické odlišnosti, ale jej záverom je to, že mm. FLX a mm. EXT sú pri silovom stisku synergisti a stabilizujú tak pozíciu zápästia. Dalo by sa tak predpokladať, že v prípade inaktivity mm. EXT by zápästie konalo pohyb v zmysle flexie.

Zdôvodnením najvyššej početnosti synergie mm. FLX a mm. EXT môže byť prekrývanie oblastí reprezentujúcich tieto svaly v rámci primárneho motorického kortexu (Melgari et al., 2008). Práve toto prekrytie môže byť jedným zo základných stavebných kameňov motorickej koordinácie, alebo konkrétne svalových synergií, v zmysle spoločnej svalovej aktivácie (Devanne et al., 2006; Melgari et al., 2008). Reprezentácia svalov v primárnom motorickom kortexe je disproporčná a somatotopicky usporiadaná, čo sa označuje ako motorický homunculus (Príloha 7, str. 119). Najväčšie kortikálne okrsky reprezentujúci hornú končatinu zastupujú svaly ruky a predlaktia, menšie okrsky zaberajú proximálnejšie uložené svaly (Druga, 2011). Podľa štúdie Melgari et al. (2008) môžeme povedať, že čím väčší kortikálny okrsk sval zastupuje, tým je aj jeho prekrytie s okolitými okrskami rozsiahlejšie. Z toho dôvodu majú najvyššie prekrytie okrsky zastupujúce svaly ruky a predlaktia. Určitú časť spoločného okrsku tak môžu mať ako svaly agonistické, tak aj antagonistické (Melgari et al., 2008). To môže byť vysvetlením prečo bola zistená najpočetnejšia svalová synergia medzi svalmi predlaktia, konkrétne u mm. FLX a mm. EXT. Melgari et al. (2008) ďalej dodávajú, že kortikálne okrsky zastupujúce svaly hornej končatiny vykazujú výraznejšie prekrytie v dominantnej hemisfére, čo pravdepodobne súvisí s celoživotným väčším používaním dominantnej HK. Na základe tejto štúdie by sa dalo uvažovať o vyššom výskyte svalových synergií na dominantnej HK práve z dôvodu väčšieho prekrývania kortikálnych okrskov. Avšak naše výsledky sa s týmto predpokladom nezhodujú, zaznamenali sme totiž vyššiu početnosť synergie flexorov

a extenzorov na ľavej hornej končatine, ktorá bola u všetkých probantov tejto skupiny nedominantná. Dostupné štúdie sa väčšinou zaoberajú skúmaním synergií homolaterálnych svalov, tým pádom sa nám nepodarilo nájsť žiadnu, ktorá by sa zoberala rozdielnosťou vo výskyte synergií u svalov dominantnej a nedominantnej HK.

Keďže sa táto svalová synergia vyskytla v nadpolovičnej väčšine prípadov na oboch končatinách, konštatujeme tak že mm. FLX a mm. EXT sú synergisti.

Výsledky tykajúce sa vzťahu mm. FLX a ostatných meraných svalov uložených proximálnejšie (m. INF, m. SRA a m. SCM) poukazujú u zdravej skupiny na omnoho nižšiu početnosť synergie, než v prípade mm. FLX a mm. EXT. U týchto 3 svalových dvojíc nachádzame synergiu v 0 – 3 % všetkých podmienok. Keďže žiadna dvojica nespĺňa podmienku nadpolovičnej väčšiny výskytu svalovej synergie, môžeme povedať, že mm. FLX a m. INF, mm. FLX a SRA ani mm. FLX a SCM u skupiny pacientov po CMP nie sú synergistickou svalovou dvojicou. Sporrang et al. (1996) vo svojej štúdii uvádzajú, že silový úchop zvyšuje aktivitu proximálnych svalov. Avšak podľa našich výsledkov môžeme tvrdiť, že vývoj aktivity proximálnych svalov a mm. FLX nemá obraz synergie. Určité súvislosti nachádzame opäť v štúdii Melgari et al. (2008), kde je uvedené, že proximálne a distálne svaly HK vykazujú veľmi malé alebo žiadne prekrytie kortikálnych okrskov. Pravdepodobne preto sme zistili len minimálny alebo žiadny výskyt synergií u spomínaných svalových dvojíc.

U pacientov po CMP bola zaznamenaná najpočetnejšia synergia u flexorov a extenzorov predlaktia, čiže rovnako ako v prípade zdravých probantov. Táto synergia sa vyskytla na neparetickej HK v 64 % a na paretickej HK v 63 % z celkového počtu absolvovaných podmienok. V porovnaní s PHK (64% výskyt) zdravých probantov sú to takmer identické výsledky, ale pri porovnaní s LHK (82% výskyt) sme zistili, že výskyt synergií u pacientov po CMP bol nižší. V dostupných zdrojoch nebola nájdená ani jedna štúdia zaoberajúca sa skúmaním patologických svalových synergií využiteľná pre túto prácu. Problematika CMP, resp. syndrómu horného motoneurónu je spätá so spasticitou, abnormálnymi kokontraktami a abnormálnymi pohybovými vzormi v podobe tzv. flekčnej a extenčnej synergie (Barnes & Johnson, 2008). Z predchádzajúcich príznakov by sa dal u pacientov po CMP voľne vyvodit' väčší výskyt svalových synergií. Ale následkom iktu môže vzniknúť svalová dysbalancia, kde dochádza k prevahe tonických svalov nad fázickými. Fázické svaly sú na základe

tejto nerovnováhy recipročne inhibované, čo prehľbuje poruchu ich aktivácie (Janda in Page et al., 2010). Podľa Page et al. (2010) mm. EXT zastupujú svaly fázické a mm. FLX svaly tonické. Predpokladáme tak, že extenzory predlaktia môžu byť inhibované na základe hyperaktivity tonických flexorov predlaktia. Z toho dôvodu by sa dal očakávať nižší výskyt synergie u týchto dvoch svalových skupín.

Na základe nadpolovičnej väčšiny výskytu synergie môžeme povedať, že flexory a extenzory predlaktia sú synergisti.

Synergia mm. FLX a ostatných meraných svalov uložených proximálne sa v početnosti výraznejšie nelíšila od skupiny zdravých probantov. Synergia týchto 3 svalových dvojíc bola prítomná v 0 – 7 % všetkých absolvovaných podmienok. Môžeme tak konštatovať, že spomenuté následky CMP výraznejšie neovplyvnili synergie týchto svalových dvojíc. Ani jedna svalová dvojica obidvoch horných končatín neprekročila nadpolovičný výskyt synergie, takže konštatujeme, že nie sú synergisti. A zdá sa, že následky CMP výrazne neovplyvnili ani jednu zo skúmaných svalových synergií.

4.2 Diskusia k vedeckej otázke č. 2

Vedecká otázka č. 2 znela: „*Vykazujú hodnotené svaly známky únavy?*“

Nejestvuje všeobecne uznávaná definícia svalovej únavy. Pre mnohých autorov svalová únava predstavuje pokles produkovanej sily v určitom časovom (tzv. failure point), odkedy je sval považovaný za unavený (Vollestad, 1997). V tejto práci sme hodnotili svalovú únavu z neurofyziológického hľadiska, kde je svalová únava charakterizovaná zvýšenou amplitúdou elektromyografického signálu a posunom k nižším frekvenčným spektrám. Tieto zmeny nastávajú ešte pred dosiahnutím failure point, čiže svalová únava nie je ešte klinicky manifestujúca (DeLuca, 1997). Konkrétne sme sa zaujímali o hodnotu parametru slope mediánu frekvencie, ktorá predstavuje sklon lineárnej regresnej krivky voči horizontále. Existuje viacero spôsobov hodnotenia svalovej únavy, avšak my sme si vybrali medián frekvencie podľa odporúčania DeLuca (1997).

Hodnotenými svalmi v tejto otázke boli mm. FLX a jeho synergisti mm. EXT, pretože zo všetkých meraných svalov len o nich možno povedať, že konajú izometrickú kontrakciu, ktorá je v našom prípade potrebná.

U skupiny zdravých probantov sme zistili prítomnosť únavy u oboch svalových skupín bilaterálne. Na ľavej hornej končatine mm. EXT dosiahli hodnotu slope -22 a mm. FLX -23. Na pravej hornej končatine táto hodnota činila u mm. EXT -18 a u mm. FLX -13. Podľa dostupných štúdií (Hägg & Milerad, 1997), aj keď nachádzame isté metodické odlišnosti, môžeme povedať, že známky únavy hodnotených svalov sú bežne badateľné už v prvých sekundách silového stisku. Štúdia Hägg & Milerad (1997) uvádza, že svalová únava sa výraznejšie prejavuje na mm. EXT, čo však nemôžeme potvrdiť z dôvodu väčšej únavy mm. FLX ako mm. EXT PHK, ani vyvrátiť pre väčšiu únavu mm. EXT ako mm. FLX LHK.

Výraznejšia únava bola prítomná u oboch hodnotených svalov na LHK. Všetci probanti tejto skupiny mali dominantnú pravú hornú končatinu. Podľa štúdie Adam et al. (1998) vieme, že následkom dlhodobého vyššieho zaťažovania dominantnej HK začínajú vo svaloch prevažovať vlákna typu I, ktoré sú odolnejšie voči únave. Väčšie percentuálne zastúpenie svalových vlákien typu I sa prejaví menším poklesom frekvencie v čase, čiže uvedená štúdia potvrdzuje naše výsledky, ktoré vypovedajú o menšej svalovej únave na dominantnej, tzn. pravej HK.

Čo sa týka skupiny pacientov po CMP, zistili sme, že mm. FLX paretickej strany ako jediné nevykazujú známky únavy na rozdiel od ostatných hodnotených svalov, kde bola únava prítomná. Na paretickej HK dosiahli mm. FLX slope o hodnote 10 a mm. EXT -10, zatiaľ čo na neparetickej HK dosiahli mm. FLX hodnotu slope -0,05 a mm. EXT -11. Porovnaním miery svalovej únavy oboch testovaných skupín sme zistili, že skúmané svalové skupiny zdravých probantov sa javia ako viac unavené. Túto skupinovú odlišnosť vysvetľuje Kent-Brown (2009) hypotrofiou svalových vlákien typu II, ktorá prirodzene súvisí s procesom starnutia. Začínajú teda prevažovať vlákna typu I, ktoré sú odolnejšie voči únave. Pri zrovnaní končatín u pacientov po CMP sme zistili, že svaly neparetickej HK boli viac unavené. Vysvetlením sú opäť zmeny v pomere pomalých (I) a rýchlych (II) svalových vlákien, avšak nie z dôvodu pokročilejšieho veku, ale následkom poškodenia CNS. Syndróm horného motoneurónu je spojený s atrofiou svalových vlákien typu II, to znamená, že dochádza k prevahe vlákien typu I, čo sa opäť prejaví menším poklesom frekvencie (Riley et al., 2002).

4.3 Diskusia k vedeckej otázke č. 3

Vedecká otázka č. 3 znela: „*Aký je vzťah sily stisku medzi skupinou zdravých probantov a pacientov po CMP, a sily stisku v rámci týchto skupín?*“

Sila stisku ruky je dôležitým a jednoduchým ukazateľom fyzického a psychického zdravia, svalovej funkcie a poukazuje na prípadnú disabilitu (Dhara et al., 2009). Veľkosť sily úchopu je determinovaná mnohými faktormi, ako je vek pohlavie, telesná hmotnosť, ale aj psychické vplyvy (Gallup et al., 2007)

Metodika tejto práce je primárne zameraná na hodnotenie svalových synergií a únavy. Ručnú dynamometriu považujeme za jej nevyhnutnú súčasť. Väčšina dostupných štúdií sa zaoberá jednorazovou maximálnou silou stisku, čo znemožňuje objektívne zhodnotiť naše výsledky, avšak môžeme o nich diskutovať.

Priemerná dosiahnutá sila stisku u zdravých probantov bola na PHK 14,03 kg a na LHK 10,94 kg. Keďže celá skupina obsahovala probantov s dominantnou pravou HK môžeme povedať, že stisk dominantnej je silnejší než u nedominantnej HK. Viacero štúdií (Ahmada, 2006; Wing-Yuk Ip, 2006; Incel et al. 2002; Singh, 2010) zameraných na silu stisku a preferenciu HK potvrdzuje naše výsledky, že dominantná HK je silnejšia ako nedominantná. V minulosti bolo dlhé roky používané tzv. pravidlo desiatich percent, ktoré ustanovuje rozdiel sily stisku o približne 10% v prospech dominantnej HK (Petersen et al., 1988). U skupiny zdravých probantov rozdiel dosiahnutej sily stisku medzi dominantnou a nedominantnou HK činil necelých 30% v prospech dominantnej, čo by vyvracalo toto pravidlo. Avšak to nemôžeme tvrdiť, keďže nebol testovaný maximálny jednorazový stisk ako v ostatných štúdiách.

Skupina pacientov po CMP dosiahla priemernú silu stisku neparetickej HK 11,36 kg a paretickej 3,83 kg. Pokles svalovej sily, resp. svalová slabosť je bežnou súčasťou syndrómu horného motoneurónu, kde ju nachádzame hlavne na kontralaterálnej strane lézie (Barnes & Johnson, 2008). To by vysvetľovalo výrazný rozdiel medzi paretickou a neparetickou HK. Svalová slabosť môže byť však prítomná aj na ipsilaterálnej, tj. lezionálnej strane pravdepodobne pre časť vlákien kortikospinálnej dráhy, ktorá sa nekriži (Noskin et al., 2007). Dalo by sa tak očakávať, že neparetická HK bude v porovnaní s hornými končatinami zdravých probantov

slabšia, pretože skupina pacientov je v porovnaní so skupinou zdravých probantov zaťažená vlastnou diagnózou a takmer o 4 desaťročia vyšším priemerným vekom. Musíme zohľadniť fakt, že maximálna sila stisku poklesne medzi 20. až 60. rokom života o 40 % (Peters et al.,2011). Zistili sme však, že neparetická HK pacientov po CMP je v porovnaní s LHK zdravých probantov nepatrne silnejšia. Vysvetlením môže byť rozdielny pomer mužov a žien v skúmaných skupinách. U zdravej skupiny bol pomer muži/ženy 2:9 a u skupiny pacientov po CMP 8:2. Vieme tiež, že od 20. roku života muži dosahujú približne o 50 % väčšiu silu stisku ako ženy a v priebehu života sa tento rozdiel nemení (Peters et al., 2011). Na základe toho by sa dalo predpokladať, že pri rovnomernejšom zastúpení pohlaví by mohla byť sila LHK zdravých probantov väčšia než u neparetickej HK pacientov po CMP.

4.4 Limity práce

Za najvýznamnejšie limity práce považujeme odlišnosť sledovaných súborov z hľadiska priemerného veku a pomeru mužov a žien.

Ďalší limitujúci faktor predstavuje rôznorodosť samotnej skupiny pacientov po CMP. Tento súbor tvorili pacienti rozličnej doby od príhody, odlišnej dominancie hornej končatiny a rozdielného stranového postihnutia. Z dôvodu malého vzorku pacientov s postihnutím nedominantnej HK sme sa v práci k preferencii horných končatín u pacientov po CMP nevyjadrovali.

Do úvahy musíme vziať aj vonkajšie a vnútorné faktory ovplyvňujúce elektromyografický signál. Štandardným postupom merania, ktorý je v Kineziologickom laboratóriu Oddelenia rehabilitácie Fakultnej nemocnice v Olomouci zaužívaný, sme sa snažili zamedziť negatívnym faktorom. Často sme sa však potykali so šumom vzniknutým prítomnosťou elektrických prístrojov.

V prípade svalových synergií mohlo byť určité skreslenie výsledkov spôsobené aj vizuálnym hodnotením trendov normalizovanej svalovej aktivity. Veľkosť sily stisku mohla byť taktiež do určitej miery skreslená a to z dôvodu možnej nepresnosti pri odčítaní dosiahnutých hodnôt zo stupnice ručného dynamometru .

ZÁVER

Cieľom práce bola objektivizácia svalových synergií, svalovej únavy a sily stisku počas cylindrického úchopu ručného dynamometru za pomoci povrchovej elektromyografie. V prvej časti sme sa pokúsili položiť teoretický základ pre pomerne široko zameraný výskum.

V prvej vedeckej otázke sme sa zaoberali svalovými synergiami. Zistili sme, že flexory a extenzory predlaktia sú synergistickou svalovou dvojicou ako u zdravých probantov, tak aj u pacientov po CMP. Síce sme našli určité rozdiely medzi skúmanými skupinami, ale našim výstupom je, že cievna mozgová príhoda výrazne neovplyvnila spomínanú synergiu. U ostatných hodnotených svalových dvojíc sme došli k záveru, že nie sú synergisti.

Únave vybraných svalov sme venovali druhú vedeckú otázku. Na základe výsledkov môžeme povedať, že ako jediné nevykazovali známky únavy flexory predlaktia paretickej HK pacientov po ikte. Vysvetlením sú komplexné patofyziologické zmeny vyúsťujúce z poškodenia CNS. Následkom týchto zmien začínajú vo svaloch prevládať svalové vlákna typu I, ktoré sú odolnejšie voči únave. Ostatné merané svaly u oboch skupín boli unavené, avšak v menšej miere u skupiny pacientov po CMP. Takýto rozdiel medzi skúmanými skupinami je spôsobený výrazne vyšším priemerným vekom pacientov po ikte a fyziologickými zmenami spojenými so starnutím. Ako v predchádzajúcom prípade začínajú prevažovať svalové vlákna typu I, čo sa opäť prejaví vo vyššej odolnosti voči únave.

Posledná tretia vedecká otázka bola zameraná na silu stisku. Najväčšia sila stisku bola zaznamenaná na pravej (dominantnej) HK zdravých probantov. Nasledovala neparetická HK pacientov po ikte a LHK zdravých probantov, ktoré dosiahli podobné hodnoty sily stisku. Najslabšia bola podľa očakávania paretická HK pacientov po ikte.

V tejto práci sme sa zaoberali objektivizáciou svalových synergií a únavy počas statickej aktivity, konkrétne pri statickom silovom úchope dynamometru. Mohlo by byť zaujímavé hodnotiť svalové synergie a svalovú únavu aj za dynamických podmienok. Preto by návrhom pre ďalšiu prácu mohla byť objektivizácia synergií a únavy svalov trupu a hornej končatiny v priebehu dynamickej funkčnej aktivity, napríklad napitie sa z pohára alebo manipulácie s pracovným náradím.

REFERENČNÝ ZOZNAM

- ADA, L., CANNING, C. G., LOW, S. L. Stroke patients have selective muscle weakness in shortened range. *Brain* [online]. 2003, vol. 126, no. 3, p. 724-731 [cit. 2012-03-21]. Dostupné na WWW: <<http://brain.oxfordjournals.org/content/126/3/724.full.pdf+html>>. ISSN 1460-2156.
- ADAM, A., DE LUCA, C. J., ERIM, Z. Hand Dominance and Motor Unit Firing Behavior. *Journal of Neurophysiology* [online]. 1998, vol. 80, no. 3, p. 1373-1382 [cit. 2012-05-19]. Dostupné na WWW: <<http://jn.physiology.org/content/80/3/1373.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1598.
- BARNES, M. P., JOHNSON, G. R. *Upper Motor Neurone Syndrome and Spasticity. Clinical Management and Neurophysiology*. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. 253 p. ISBN 978-0-521-68978-6.
- BOURBONNAIS, D., VANDEN NOVEN, S. Weakness in Patients With Hemiparesis. *American Journal of Occupational Therapy* [online]. 1989, vol. 43, no. 5, p. 313-319 [cit. 2012-03-22]. Dostupné na WWW: <<http://ajot.aotapress.net/content/43/5/313.full.pdf+html>>. ISSN 0272-9490.
- BRASHEAR, A., ELOVIC, E. *Spasticity. Diagnosis and Management*. USA, New York: Demos Medical Publishing, 2011. 448 p. ISBN 978-1-933864-51-8.
- BRUTHANS, J. Epidemiologie cévních mozkových příhod. *Kapitoly z kardiologie pro praktické lékaře* [online]. 2010, vol. 2, no. 4, p. 133-136 [cit. 2011-11-21]. Dostupné na WWW: <http://www.teva.cz/files/pdf/kapitoly_4_2010.pdf#page=15>. ISSN 1803-7542.
- CANNING, C. G., ADA, L., O'DWYER, N. Slowness to develop force contributes to weakness after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* [online]. 1999, vol. 80, no. 1, p. 66-70 [cit. 2012-03-26]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000399939990309X>>. ISSN 1532-821X.
- CHAE, J., YANG, G., PARK, B. K., LABATIA, I. Delay in initiation and termination of muscle contraction, motor impairment, and physical disability in upper limb hemiparesis. *Muscle & Nerve* [online]. 2002a, vol. 25, no. 4, p. 586-575

- [cit. 2012-03-21]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.10061/pdf>>. ISSN 1097-4598.
- CHAE, J., YANG, G., PARK, B. K., LABATIA, I. Muscle Weakness and Cocontraction in Upper Limb Hemiparesis: Relationship to Motor Impairment and Physical Disability. *Neurorehabilitation & Neural Repair* [online]. 2002b, vol. 16, no. 3, p. 241-248 [cit. 2012-03-19]. Dostupné na WWW: <<http://nnr.sagepub.com/content/16/3/241.short>>. ISSN 1552-6844.
- CHEUNG, V. C. K., D'AVELLA, A., TRESCH, M. C., BIZZI, E. Central and Sensory Contributions to the Activation and Organization of Muscle Synergies during Natural Motor Behaviors. *The Journal of Neuroscience* [online]. 2005, vol. 25, no. 27, p. 6419-6434 [cit. 2012-04-19]. Dostupné na WWW: <<http://www.jneurosci.org/content/25/27/6419.full.pdf+html>>. ISSN 1529-2401.
- CIFREK, M., MEDVED, V., TONKOVIĆ, S., OSTOJIĆ, S. Surface EMG based muscle fatigue evaluation in biomechanics. *Clinical Biomechanics* [online]. 2009, vol. 24, no. 4, p. 327-340 [cit. 2012-04-25]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003309000254>>. ISSN 0268-0033.
- D'AVELLA, A., SALTIEL, P., BIZZI, E. Combinations of muscle synergies in the construction of a natural motor behavior. *Nature Neuroscience* [online]. 2003, vol. 6, no. 3, p. 300-308 [cit. 2012-04-19]. Dostupné na WWW: <http://web.mit.edu/gorlins/Public/Motor%20System/d%27Avella_2003.pdf>. ISSN 1546-1726.
- DE LUCA, C. J. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of applied biomechanics* [online]. 1997, vol. 13, p. 135-163 [cit. 2011-11-21]. Dostupné na WWW: <http://els.ui.ac.ir/file.php/59/EMG_Biomechanics.pdf>. ISSN 1543-2688.
- DEVANNE, H., CASSIM, F., ETHIER, C., BRIZZI, L., THEVENON, A., CAPADAY, C. The comparable size and overlapping nature of upper limb distal and proximal muscle representations in the human motor cortex. *European Journal of Neuroscience* [online]. 2006, vol. 23, no. 9, p. 2467-2476 [cit. 2012-05-10]. Dostupné na WWW:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1460-9568.2006.04760.x/pdf>>.

ISSN 1460-9568.

DEWALD, J. P. A., BEER, R. F. Abnormal joint torque patterns in the paretic upper limb of subjects with hemiparesis. *Muscle & Nerve* [online]. 2001, vol. 24, no. 2, p. 273-283 [cit. 2012-03-30]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/1097-4598%28200102%2924:2%3C273::AID-MUS130%3E3.0.CO;2-Z/pdf>>. ISSN 1097-4598.

DEWALD, J. P. A., POPE, P. S., GIVEN, J. D., BUCHANAN, T. S., RYMER, W. Z. Abnormal muscle coactivation patterns during isometric torque generation at the elbow and shoulder in hemiparetic subjects. *Brain* [online]. 1995, vol. 118, no. 2, p. 495-510 [cit. 2012-03-22]. Dostupné na WWW: <<http://brain.oxfordjournals.org/content/118/2/495.short>>. ISSN 1460-2156.

DHARA, P. C., DE, S., PAL, A., SENGUPTA, P., ROY, S. Assessment of Hand Grip Strength of Orthopedically Challenged Persons Affected with Upper Extremity. *Journal of Life Sciences* [online]. 2009, vol. 1, no. 2, p. 121-127 [cit. 2012-05-17]. Dostupné na WWW: <<http://www.krepublishers.com/02-Journals/JLS/JLS-01-0-000-09-Web/JLS-01-2-000-09-Abst-PDF/JLS-01-2-121-09-017-Dhara-P-C/JLS-01-2-121-09-017-Dhara-P-C-Tt.pdf>>. ISSN 0975-1270.

DRUGA, R., GRIM, M., DUBOVÝ, P. *Anatomie centrálního nervového systému*. 1. vyd. Praha: Galén, 2011. 219 s. ISBN 978-80-7262-706-6.

DUCHATEAU, J., HAINAUT, K. Effects of immobilization on contractile properties, recruitment and firing rates of human motor units. *The Journal of Physiology* [online]. 1990, vol. 422, p. 55-65 [cit. 2012-05-17]. Dostupné na WWW: <<http://jp.physoc.org/content/422/1/55.full.pdf+html>>. ISSN 1469-7793.

EDSTRÖM, L. Selective Changes in the Sizes of Red and White Muscle Fibres in Upper Motor Lesions and Parkinsonism. *Journal of the Neurological Sciences* [online]. 1970, vol. 11, no. 6, p. 537-550 [cit. 2012-03-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0022510X70901048>>. ISSN 0022-510X.

- ESMONDE, T., MCGINLEY, J., WITTEWER, J., GOLDIE, P., MARTIN, C. Stroke rehabilitation: patient activity during non-therapy time. *The Australian Journal of Physiotherapy* [online]. 1997, vol. 43, no. 1, p. 43-51 [cit. 2012-04-22]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11676671>>. ISSN 0004-9514.
- FRONTERA, W. R., GRIMBY, L., LARSSON, L. Firing rate of the lower motoneuron and contractile properties of its muscle fibers after upper motoneuron lesion in man. *Muscle & Nerve* [online]. 1997, vol. 20, no. 8, p. 938-947 [cit. 2012-03-25]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/%28SICI%291097-4598%28199708%2920:8%3C938::AID-MUS2%3E3.0.CO;2-7/pdf>>. ISSN 1097-4598.
- FRONTERA, W. R., HUGHES, V. A., FIELDING, R. A., FIATARONE, M. A., EVANS, W. J., ROUBENOFF, R. Aging of skeletal muscle: a 12-yr longitudinal study. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2000, vol. 88, no. 4, p. 1321-1326 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://jap.physiology.org/content/88/4/1321.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1601.
- GALLUP, A. C., WHITE, D. D., GALLUP, G. G. Handgrip strength predicts sexual behavior, body morphology, and aggression in male college students. *Evolution and Human Behavior* [online]. 2007, vol. 28, no. 6, p. 423-429 [cit. 2012-05-18]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1090513807000669>>. ISSN 1090-5138.
- GORASSINI, M. A., BENNETT, D. J., YANG, J. F. Self-sustained firing of human motor units. *Neuroscience Letters* [online]. 1998, vol. 247, no. 1, p. 13-16 [cit. 2012-03-24]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304394098002778>>. ISSN 0304-3940.
- GOSSARD, J. P., DUBUC, R., KOLTA, A. *Brethe, Walk and Chew. The Neural Challenge: Part II*. 1st ed. Oxford: Elsevier B. V., 2011. 252 p. ISBN 978-0-444-53825-3.

- GOWLAND, C., DEBRUIN, H., BASMAJIAN, J. V., PLEWS, N., BURCEA, I. Agonist and Antagonist Activity During Voluntary Upper-Limb Movement in Patients with Stroke. *Physical Therapy* [online]. 1992, vol. 72, no. 9, p. 624-633 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://physther.net/content/72/9/624.full.pdf+html>>. ISSN 1538-6724.
- GRAFTON, S. T., HAMILTON, A. F. C. Evidence for a distributed hierarchy of action representation in the brain. *Human Movement Science* [online]. 2007, vol. 26, no. 4, p. 590-616 [cit. 2012-04-19]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2042582/pdf/nihms30846.pdf>>. ISSN 0167-9457.
- HAFER-MACKO, C. E., RYAN, A. S., IVEY, F. M., MACKO, R. F. Skeletal muscle changes after hemiparetic stroke and potential beneficial effects of exercise intervention strategies. *Journal of Rehabilitation Research & Development* [online]. 2008, vol. 45, no. 2, p. 261-272 [cit. 2012-03-19]. Dostupné na WWW: <<http://www.rehab.research.va.gov/jour/08/45/2/Hafer-Macko.html>>. ISSN 0748-7711.
- HARA, Y., MASAKADO, Y., CHINO, N. The physiological functional loss of single thenar motor units in the stroke patients: when does it occur? Does it progress? *Clinical Neurophysiology* [online]. 2004, vol. 115, no. 1, p. 97-103 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1388245703002797>>. ISSN 1388-2457.
- HÄGG, G. M., MILERAD, E. Forearm extensor and flexor muscle exertion during simulated gripping work – an electromyographic study. *Clinical Biomechanics* [online]. 1997, vol. 12, no. 1, p. 39-43 [cit. 2012-05-18]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268003396000496>>. ISSN 0268-0033.
- HERBERT, R. D., CROSBIE, J. Rest length and compliance of non-immobilised and immobilised rabbit soleus muscle and tendr. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology* [online]. 1997, vol. 76, no. 5, p. 472-479 [cit. 2012-04-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.springerlink.com/content/fhw8gya2wbnjy6fu/>>. ISSN 0301-5548.

- HONG, S. L., NEWEL, K. M. Change in the Organization of Degrees of Freedom With Learning. *Journal of Motor Behavior* [online]. 2006, vol. 38, no. 2, p. 88-100 [cit. 2012-04-05]. Dostupné na WWW: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=67d67c65-8db6-4357-b1a7-480eb5a46b66%40sessionmgr115&vid=1&hid=113>>. ISSN 1940-1027.
- HORAK, F., B. Assumptions underlying motor control for neurologic rehabilitation. IN: LISTER, M. J. Contemporary Management of Motor Control Problems: Proceedings of the II Step Conference. Foundation for Physical Therapy, New York [online]. 1991, 279 p. [cit. 2012-04-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.hydro.com/cooper/pdf/NCS%20Exam/103%20Assumptions%20Underlying%20Motor%20Control%20for%20Neuro%20Rehab.pdf>>.
- INCEL, N. A., CECELI, E., DURUKAN, P. B., ERDEM, H. R., YORGANCIOGLU, Z. R. Grip Strength: Effect of Hand Dominance. *Singapore Medical Journal* [online]. 2002, vol. 43, no. 5, p. 234-237 [cit. 2012-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.sma.org.sg/smj/4305/4305a3.pdf>>. ISSN 0037-5675.
- INNES, E. Handgrip strength testing: A review of the Literature. *Australian Occupational Therapy Journal* [online]. 1999, vol. 46, no. 3, p. 120-140 [cit. 2012-04-06]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1440-1630.1999.00182.x/pdf>>. ISSN 1440-1630.
- JÓZSA, L., KANNUS, P., THÓRING, J., REFFY, A., JÄRVINEN, M., KVIST, M. The effect of tenotomy and immobilisation on intramuscular connective tissue. A morphometric and microscopic study in rat calf muscles. *The Journal of Bone & Joint Surgery* [online]. 1990, vol. 72-B, no. 2, p. 293-297 [cit. 2012-04-06]. Dostupné na WWW: <<http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/72-B/2/293.full.pdf+html>>. ISSN 1535-1386.
- KAMARUL, T., AHMAD, T. S., LOH, W. Y. C. Hand grip strength in the adult Malaysian population. *Journal of Orthopaedic Surgery* [online]. 2006, vol. 14, no. 2, p. 172-177 [cit. 2012-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.josonline.org/pdf/v14i2p172.pdf>>. ISSN 1022-5536.

- KAŇOVSKÝ, P., BAREŠ, M., DUFEK, J. et al. *Spasticita. Mechanismy, diagnostika, léčba*. Praha: Maxdorf, 2004. 423 s. ISBN 80-7345-042-9.
- KAPANDJI, I. A. *The Physiology of the Joints. Volume 1: Upper limb*. 5th ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2002. 283 s. ISBN 0-443-02504-5.
- KENT-BRAUN, J. A., NG, A. V. Specific strength and voluntary muscle activation in young and elderly women and men. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1999, vol. 87, no. 1, p. 22-29 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://jap.physiology.org/content/87/1/22.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1601.
- KENT-BRAUN, J. A. Skeletal Muscle Fatigue in Old Age: Whose Advantage? *Exercise and Sport Sciences Reviews* [online]. 2009, vol. 37, no. 1, p. 3-9 [cit. 2012-05-14]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2697566/pdf/nihms117784.pdf>>. ISSN 0091-6331.
- KENT-BRAUN, J. A., NG, A. V., YOUNG, K. Skeletal muscle contractile and noncontractile components in young and older women and men. *Journal of Applied Physiology* [online]. 2000, vol. 88, no. 2, p. 662-668 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://jap.physiology.org/content/88/2/662.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1601.
- KOLÁŘ, P. et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
- KRISHNAMOORTHY, V., SCHOLZ, J. P., LATASH, M. L. The use of flexible arm muscle synergies to perform an isometric stabilization task. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2007, vol. 118, no. 3, p. 525-537 [cit. 2012-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1388245706015318>>. ISSN 1388-2457.
- KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B. *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. 82 s. ISBN 978-80-224-2762-1.
- LAMONTAGNE, A., RICHARDS, C. L., MALOUIN, F. Coactivation during gait as an adaptive behavior after stroke. *Journal of Electromyography and Kinesiology*

- [online]. 2000, vol. 10, no. 6, p. 407-415 [cit. 2012-03-23]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1050641100000286>>. ISSN 1050-6411.
- LATASH, M. L. *Progress in motor control. Volume one, Bernstein's traditions in movement studies*. Champaign: Human Kinetics, 1998a. 398 p. ISBN 0880116749.
- LATASH, M. L. *Neurophysiological Basis of Movement*. 1st ed. Champaign: Human Kinetics, 1998b. 269 p. ISBN 0-88011-756-7.
- LATASH, M. L., SCHOLZ, J. P., SCHÖNER, G. Toward a New Theory of Motor Synergies. *Motor Control* [online]. 2007, vol. 11, p. 276-308 [cit. 2012-03-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.dsnv.univr.it/documenti/Seminario/documenti/documenti596036.pdf>>. ISSN 1543-2696.
- LATASH, M. L. *Synergy*. 1st ed. New York: Oxford University Press, 2008. 412 p. ISBN 978-0-19-533316-9.
- LAU, V. W. S., IP, W. Y. Comparison of power grip and lateral pinch strengths between the dominant and non-dominant hands for normal Chinese male subjects of different occupational demand. *Hong Kong Physiotherapy Journal* [online]. 2006, vol. 24, no. 1, p. 16-22 [cit. 2012-05-05]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013702507700040>>. ISSN 1013-7025.
- LEVANGIE, P. K., NORKIN, C. C. *Joint Structure and Function: A Comprehensive Analysis*. 4th ed. Philadelphia: F. A. Davis Company, 2005. 588 p. ISBN 0-8036-1191-9.
- LEVIN, M. F., DIMOV, M. Spatial zones for muscle coactivation and the control of postural stability. *Brain Research* [online]. 1997, vol. 757, no. 1, p. 43-59 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899397002047>>. ISSN 1872-6240.
- LEVIN, M. F., SELLES, R. W., VERHEUL, M. H. G., MEIJER, O. G. Deficits in the coordination of agonist and antagonist muscles in stroke patients: implications

- for normal motor control. *Brain Research* [online]. 2000, vol. 853, no. 2, p. 352-369 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006899399022982>>. ISSN 1872-6240.
- MAYER, N. H., ESQUENAZI, A. Muscle overactivity and movement dysfunction in the upper motoneuron syndrome. *Physical medicine and rehabilitation clinics in North America* [online]. 2003, vol. 14, no. 4, p. 855-883 [cit. 2012-03-27]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14580042>>. ISSN 1047-9651.
- McCOMAS, A. J., SICA, R. E. P., UPTON, A. R. M., AGUILERA, N. Functional changes in motoneurons of hemiparetic patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* [online]. 1973, vol. 36, p. 183-193 [cit. 2012-03-20]. Dostupné na WWW: <<http://jnnp.bmj.com/content/36/2/183.full.pdf+html>>. ISSN 1468-330X.
- McCREA, P. H., ENG, J. J., HODGSON, A. J. Time and magnitude of torque generation is impaired in both arms following stroke. *Muscle & Nerve* [online]. 2003, vol. 28, no. 1, p. 46-53 [cit. 2012-03-24]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.10397/pdf>>. ISSN 1097-4598.
- MELGARI, J. M., PASQUALETTI, P., PAURI, F., ROSSINI, P. M. Muscles in „Concert“: Study of Primary Motor Cortex Upper Limb Functional Topography. *PLoS One* [online]. 2008, vol. 3, no. 8, p. 1-11 [cit. 2012-05-10]. Dostupné na WWW: <<http://www.biomedsearch.com/attachments/00/18/72/87/18728785/pone.0003069.pdf>>. ISSN 1932-6203.
- NAPIER, J. R. The Prehensile Movements of the Human Hand. *The Journal of Bone and Joint Surgery* [online]. 1956, vol. 38 B, no. 4, p. 902-913 [cit. 2012-03-03]. Dostupné na WWW: <<http://www.bjj.boneandjoint.org.uk/content/38-B/4/902.full.pdf>>. ISSN 1535-1386.
- NEVŠÍMALOVÁ, S., RŮŽIČKA, E., TICHÝ, J. et al. *Neurologie*. Praha: Galén, 2005. s. 367. ISBN 80-7262-160-2.

- NOSKIN, O., KRAKAUER, J. W., LAZAR, R. M., FESTA, J. R., HANDY, C., O'BRIEN, K. A., MARSHALL, R. S. Ipsilateral motor dysfunction from unilateral stroke: implications for the functional neuroanatomy of hemiparesis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* [online]. 2008, vol. 79, no. 4, p. 401-406 [cit. 2012-05-15]. Dostupné na WWW: <<http://jnnp.bmj.com/content/79/4/401.full.pdf+html>>. ISSN 1468-330X.
- OKUMA, Y., LEE, R. G. Reciprocal inhibition in hemiplegia: correlation with clinical features and recovery. *Canadian Journal of Neurological Sciences* [online]. 1996, vol. 23, no. 1, p. 15-23 [cit. 2012-03-30]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8673957>>. ISSN 0317-1671.
- O'SULLIVAN, S. B., SCHMITZ, T. J. *Physical Rehabilitation*. 5th ed. Philadelphia: F. A. Davis Company, 2007. 769 s. ISBN 978-0-8036-1247-1.
- PAGE, P., FRANK, C. C., LARDNER, R. *Assessment and Treatment of Muscle Imbalance. The Janda Approach*. Champaign: Human Kinetics, 2010. 297 p. ISBN 978-0-7360-7400-1.
- PETERS, M. J. H., NES, S. I., VANHOUTTE, E. K., BAKKERS, M., DOORN, P. A., MERKIES, I. S. J., FABER, C. G. Revised normative values for grip strength with the Jamar dynamometer. *Journal of the Peripheral Nervous System* [online]. 2011, vol. 16, no. 1, p. 47-50 [cit. 2012-04-28]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1529-8027.2011.00318.x/full>>. ISSN 1529-8027.
- PETERSEN, P., PETRICK, M., CONNOR, H., CONKLIN, D. Grip Strength and Hand Dominance: Challenging the 10% Rule. *American Journal of Occupational Therapy* [online]. 1989, vol. 43, no. 7, p. 444-4470 [cit. 2012-05-19]. Dostupné na WWW: <<http://ajot.aotapress.net/content/43/7/444.full.pdf+html>>. ISSN 0272-9490.
- PLACHETA, Z., SIEGELOVÁ, J., ŠTEJFA, M. et al. *Zátěžová diagnostika v ambulanci a klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1999. 286 s. ISBN 80-7169-271-9.
- PYNDT, H. S., LAURSEN, M., NIELSEN, J. B. Changes in Reciprocal Inhibition Across the Ankle Joint With Changes in External Load and Pedaling Rate

- During Bicycling. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2003, vol. 90, no. 5, p. 3168-3177 [cit. 2012-03-28]. Dostupné na WWW: <<http://jn.physiology.org/content/90/5/3168.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1598.
- RACK, P. M. H., WESTBURY, D. R. The effects of length and stimulus rate on tension in the isometric cat soleus muscle. *The Journal of Physiology* [online]. 1969, vol. 204, no. 2, p. 443-460 [cit. 2012-03-21]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1351563/pdf/jphysiol01070-0183.pdf>>. ISSN 1469-7793.
- RASSIER, D. E., MacINTOSH, B. R., HERZOG, W. Length dependence of active force production in skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology* [online]. 1999, vol. 86, no. 5, p. 1445-1457 [cit. 2012-03-19]. Dostupné na WWW: <<http://www.jappp.org/content/86/5/1445.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1601.
- RILEY, N. A., BILODEAU, M. Changes in upper limb joint torque patterns and EMG signals with fatigue following a stroke. *Disability and Rehabilitation* [online]. 2002, vol. 24, no. 18, p. 961-969 [cit. 2012-05-15]. Dostupné na WWW: <<http://web.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=e07b9e5d-87da-4768-b2ca-bc06729616e8%40sessionmgr110&vid=1&hid=113>>. ISSN 1464-5165.
- ROKYTA, R. et al. *Fyziologie pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. Praha: ISV, 2000. 359 s. ISBN 80-85866-45-5.
- ROSENFALCK, A., ANDREASSEN, S. Impaired regulation of force and firing pattern of single motor units in patients with spasticity. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* [online]. 1980, vol. 43, p. 907-916 [cit. 2012-03-19]. Dostupné na WWW: <<http://jnnp.bmj.com/content/43/10/907.full.pdf+html>>. ISSN 1468-330X.
- ROTH, E. J., LOVELL, L., HARVEY, R. L., HEINEMANN, A. W., SEMIK, P., DIAZ, S. Incidence of and Risk Factors for Medical Complications During Stroke Rehabilitation. *Stroke* [online]. 2001, vol. 32, p. 523-529 [cit. 2012-04-07]. Dostupné na WWW: <<http://stroke.ahajournals.org/content/32/2/523.full.pdf+html>>. ISSN 1524-4628.

- SHUMWAY-COOK, A., WOOLLACOTT, M. H. *Motor control: Translating Research into Clinical Practice*. 3. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007. 612 p. ISBN 9780781766913.
- KOLEY, S., SINGH, A. P. Effect of Hand Dominance in Grip Strength in Collegiate Population of Amritsar, Punjab, India. *The Anthropologist* [online]. 2010, vol. 12, no. 1, p. 13-16 [cit. 2012-05-18]. Dostupné na WWW: <<http://www.krepublishers.com/02-Journals/T-Anth/Anth-12-0-000-10-Web/Anth-12-1-000-10-Abst-PDF/Anth-12-1-013-10-591-Koley-S/Anth-12-1-013-10-591-Koley-S-Tt.pdf>>. ISSN 0972-0073.
- SMIDT, G. L., ROGERS, M. W. Factors Contributing to the Regulation and Clinical Assessment of Muscular Strength. *Physical Therapy* [online]. 1982, vol. 62, no. 9, p. 1283-1290 [cit. 2012-03-21]. Dostupné na WWW: <<http://physther.net/content/62/9/1283.full.pdf+html>>. ISSN 1538-6724.
- SPORNS, O., EDELMAN, G. M. Solving Bernstein's Problem: A Proposal for the Development of Coordinated Movement by Selection. *Child Development* [online]. 1993, vol. 64, no. 4, p. 960-981 [cit. 2012-04-21]. Dostupné na WWW: <<http://e.guigon.free.fr/rsc/article/SpornsEdelman93.pdf>>. ISSN 1467-8624.
- SPORRONG, H., PALMERUD, G., HERBERTS, P. Hand grip increases shoulder muscle activity: An EMG analysis with static handcontractions in 9 subjects. *Acta Orthopaedica* [online]. 1996, vol. 67, no. 5, p. 485-490 [cit. 2012-05-17]. Dostupné na WWW: <<http://informahealthcare.com/doi/pdf/10.3109/17453679608996674>>. ISSN 1745-3682.
- STEPHENSON, R., EDWARDS, S., FREEMAN, J. Associated reactions: their value in clinical practice? *Physiotherapy Research International* [online]. 1998, vol. 3, no. 1, p. 69-75 [cit. 2011-11-25]. Dostupné na WWW: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pri.123/abstract>>. ISSN 1471-2865.
- SUZUKI, M., YAMAZAKI, Y., MATSUNAMI, K. Relationship between force and electromyographic activity during rapid isometric contraction in power grip. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* [online]. 1994, vol. 93, no. 3, p. 218-224 [cit. 2012-04-04]. Dostupné na WWW:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09594388000044>>. ISSN 0921-884X.

TAUB, E., USWATTE, G., ELBERT, T. New Treatments in Neurorehabilitation Founded on Basic Research. *Nature Reviews Neuroscience* [online]. 2002, vol. 3, p. 228-236 [cit. 2012-04-04]. Dostupné na WWW: <http://kops.ub.uni-konstanz.de/bitstream/handle/urn:nbn:de:bsz:352-opus-42104/Taub_Uswatte_Elbert_NRN2002.pdf?sequence=1>. ISSN 1471-0048.

TING, L. H., MCKAY, J. L. Neuromechanics of muscle synergies for posture and movement. *Current Opinion in Neurobiology* [online]. 2007, vol. 17, no. 6, p. 622-628 [cit. 2012-04-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S09594388000044>>. ISSN 0959-4388.

TODOROV, E. Optimality principles in sensorimotor control. *Nature Neuroscience* [online]. 2004, vol. 7, no. 9, p. 907-915 [cit. 2012-04-20]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1488877/pdf/nihms10892.pdf>>. ISSN 1546-1726.

TORRES-OVIEDO, G., TING, L. H. Muscle Synergies Characterizing Human Postural Responses. *Journal of Neurophysiology* [online]. 2007, vol. 98, no. 4, p. 2144-2156 [cit. 2012-04-15]. Dostupné na WWW: <<http://jn.physiology.org/content/98/4/2144.full.pdf+html>>. ISSN 1522-1598.

TROJAN, S., DRUGA, R., PFEIFFER, J., VOTAVA, J. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2001. 228 s. ISBN 80-2470-031-X.

VÉLE, F. *Kineziologie pro klinickou praxi*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 1997. 271 s. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, F. *Kineziologie. Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VØLLESTAD, N. K. Measurement of human muscle fatigue. *Journal of Neuroscience Methods* [online]. 1997, vol. 74, no. 2, p. 219-227 [cit. 2012-05-14]. Dostupné na WWW:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165027097022516>>. ISSN 0165-0270.

WILLIAMS, P. E. Effect of intermittent stretch on immobilised muscle. *Annals of the Rheumatic Disease* [online]. 1988, vol. 47, p. 1014-1016 [cit. 2012-03-30]. Dostupné na WWW: <<http://ard.bmj.com/content/47/12/1014.full.pdf+html>>. ISSN 1468-2060.

WILLIAMS, P. E., GOLDSPINK, G. Connective tissue changes in immobilised muscle. *Journal of Anatomy* [online]. 1984, vol. 138, no. 2, p. 343-350 [cit. 2012-04-02]. Dostupné na WWW: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1164074/pdf/janat00202-0146.pdf>>. ISSN 1469-7580.

ZOZNAM SKRATIEK

AH	aktivačná hodnota
ČR	Česká republika
cm	centimeter
CMP	cievna mozgová príhoda
CNS	centrálna nervová sústava
č.	číslo
DOF	degree of freedom
EMG	elektromyografia
EXT	musculi extensores antebrachii
FCR	musculus flexor carpi radialis
FDP	musculus flexor digitorum profundus
FDS	musculus flexor digitorum superficialis
FLX	musculi flexores antebrachii
HK	horná končatina
HKK	horné končatiny
INF	musculus infraspinatus
IP	interfalangeálny
kg	kilogram
l. dx.	lateri dextri
l. sin.	lateri sinistri
ĽHK	ľavá horná končatina
m.	musculus
MJ	motorická jednotka
mm.	musculi
MP	metakarpofalangeálny
obr.	obrázok
PHK	pravá horná končatina
RIND	reverzibilný ischemický neurologický deficit
RMS	root mean square
s	sekunda
SAK	subarachnoidálne krvácanie
SCM	musculus sternocleidomastoideus

SMODCH	smerodatná odchýlka
SRA	musculus serratus anterior
TIA	tranzitorná ischemická ataka
UCM	uncontrolled manifold
UMNS	upper motor neurone syndrome
WHO	World Health Organization

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Ilustrácia flexibility a stability synergie synergie (Latash et al., 2007).	15
Obrázok 2 Rozdelenie CMP a ich percentuálne zastúpenie (Bruthans, 2010).	19
Obrázok 3 Vývoj sily a mediánu frekvencie za čas (upravené podľa De Luca, 1997). 31	
Obrázok 4 Cylindrický úchop (Kapandji, 2002).	32
Obrázok 5 Ručné dynamometre Jamar a Collin	35
Obrázok 6 Podmienka 1, 2 a 3	43

ZOZNAM GRAFOV

Graf 1 Vývoj počtu hospitalizácií pre cievnu mozgovú príhodu v ČR v rokoch 1986 až 2008 (Bruthans, 2010).	17
Graf 2 Štruktúra kardiovaskulárnej mortality v ČR v roku 2005 (Bruthans, 2010). ...	17
Graf 3 Vývoj štandardizovanej mortality v dôsledku CMP v ČR (1989-2007) (Bruthans, 2010).	18
Graf 4 Príklad spracovania normalizovaných hodnôt svalovej aktivity jednotlivých svalov v priebehu prvého nárastu a zotrvania sily stisku na úrovni 5 kg.	44
Graf 5 Počet zistených synergií m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis..	49
Graf 6 Percentuálne vyjadrenie výskytu synergie m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis.....	49
Graf 7 Počet zistených synergií medzi m. flexor carpi radiali a ostatnými meranými svalmi.....	50
Graf 8 Percentuálne vyjadrenie výskytu synergie medzi m. flexor carpi radialis a ostatnými meranými svalmi.	50
Graf 9 Hodnoty parametru slope.....	52
Graf 10 Priemer dosiahnutej sily stisku.	54

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Pozitívne a negatívne príznaky UMNS (Barnes & Johnson, 2008).	21
Tabuľka 2 Flekčná a extenčná synergia (Brunnström et al. in Latash, 1998a).	27
Tabuľka 3 Príklad zápisu vývoja svalovej aktivity v jednotlivých častiach.	45

ZOZNAM PRÍLOH

Príloha 1 Základné anamnestické údaje zdravých probantov.....	84
Príloha 2 Základné anamnestické údaje pacientov po CMP.	85
Príloha 3 Poučenie a súhlas klienta.	86
Príloha 4 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 1.....	87
Príloha 5 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 2.....	113
Príloha 6 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 3.....	117
Príloha 7 Motorický homunculus – zastúpenie svalových skupín v primárnom motorickom kortexe.....	119

PRÍLOHY

Príloha 1 Základné anamnestické údaje zdravých probantov

Probant	Pohlavie	Dominancia HK	Vek	Výška (cm)	Váha (kg)
1	M	P	29	190	80
2	M	P	22	188	86
3	Ž	P	23	165	55
4	Ž	P	25	170	71
5	Ž	P	23	162	54
6	Ž	P	26	167	57
7	Ž	P	24	168	52
8	Ž	P	25	163	53
9	Ž	P	21	173	64
10	Ž	P	28	171	76
11	Ž	P	24	167	64
		Priemer:	24,5	171,3	64,7
		SMODCH:	2,4	9,4	11,9

Legenda ku prílohe 1:

M ... muž; Ž ... žena; P ... pravá; SMODCH ... smerodatná odchylka

Príloha 2 Základné anamnestické údaje pacientov po CMP.

Probant	Pohlavie	CMP	Lokalizácia /povodie	Paretická strana	Dominancia HK	Vek	Výška (cm)	Váha (kg)	Doba od vzniku CMP
1	M	i	ACM l. sin.	P	P	70	184	77	23d
2	M	i	ACM l. sin.	P	P	73	180	83	50d
3	M	i	ACM l. dx.	Ľ	P	46	174	100	1r 3m
4	M	i	ACM l. sin.	P	P	72	176	95	45d
5	M	i	ACM l. sin.	P	P	56	175	100	1r 1m
6	Ž	i	ACM l. sin.	P	P	66	165	58	7m
7	Ž	i	ACM l. sin.	P	P	75	152	74	33d
8	M	i	ACM l. dx.	Ľ	Ľ	69	177	91	2m
9	M	i	ACP l. dx.	Ľ	Ľ	29	170	71	19d
10	M	h	FTP l. dx.	Ľ	P	83	183	89	35d
11	Ž	h	FTP l. dx.	Ľ	P	33	170	65	2m
						Priemer	61,1	173,3	82,1
						SMODCH	17,9	8,9	14,7

Legenda k prílohe 2:

M ... muž; Ž ... žena; i ... ischemická; h ... hemoragická; ACM ... arteria cerebri media; ACP ... arteria cerebri posterior; FTP ... frontotemporálne; l. sin. ... lateri sinister; l. dx ... lateri dexter; P ... pravá; Ľ ... ľavá; r ... rok; m ... mesiac; d ... deň; SMODCH ... smerodatná odchýlka.

Príloha 3 Poučenie a súhlas klienta.

Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotníckych vied
Tř. Svobody 8
771 11 Olomouc

Poučenie a súhlas klienta

Klient/ka súhlasí s uskutočnením vyšetrenia pomocou povrchovej elektromyografie v kineziologickom laboratóriu FN Olomouc, pre účely diplomovej práce s názvom Synergie svalov trupu a hornej končatiny, ktorú spracováva Bc. Miroslav Skorka pod vedením MUDr. Aloise Krobota, Ph.D.

Bol/a som zrozumiteľne a podrobne zoznámený/a s priebehom vyšetrenia a súhlasím s jeho uskutočnením. Ďalej súhlasím s nahliadnutím do mojej zdravotnej dokumentácie v rozsahu nevyhnutne nutnom a anonymným použitím získaných údajov s rešpektovaním pravidiel o ochrane osobných údajov.

V Olomouci dňa

podpis

Príloha 4 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 1.

Tabuľka 1 Proband 1, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	0	0
mm. extensores antebrachii	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 2 Proband 1, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
mm. extensores antebrachii	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 3 Proband 1, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
mm. extensores antebrachii	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 4 Proband 1, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	-
mm. extensores antebrachii	+	0	-	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 5 Proband 1, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	-	0
mm. extensores antebrachii	+	0	0	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 6 Probant 1, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 7 Probant 2, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 8 Probant 2, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
mm. extensores antebrachii	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 9 Probant 2, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
mm. extensores antebrachii	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 10 Probant 2, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	+
mm. extensores antebrachii	+	-	-	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 11 Probant 2, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	-
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 12 Probant 2, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	+	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 13 Probant 3, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
mm. extensores antebrachii	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 14 Probant 3, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	-	0
mm. extensores antebrachii	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 15 Probant 3, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 16 Probant 3, podmięka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 17 Probant 3, podmięka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	+
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 18 Probant 3, podmięka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	-
mm. extensores antebrachii	+	+	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	+	-	0	0

Tabułka 19 Probant 4, podmięka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
mm. extensores antebrachii	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 20 Probant 4, podmięka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	+	0	0
mm. extensores antebrachii	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 21 Probant 4, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 22 Probant 4, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 23 Probant 4, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	+	+
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 24 Probant 4, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
mm. flexores antebrachii	+	+	-	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 25 Probant 5, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 26 Probant 5, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 27 Probant 5, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 28 Probant 5, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 29 Probant 5, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 30 Probant 5, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 31 Probant 6, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 32 Probant 6, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 33 Probant 6, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 34 Probant 6, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 35 Probant 6, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	+	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 36 Probant 6, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	+
m. infraspinatus	0	+	-	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 37 Probant 7, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	-
m. extensor carpi radialis	+	-	0	+	-
m. infraspinatus	+	0	0	+	+
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 38 Probant 7, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	-
m. extensor carpi radialis	+	0	-	+	-
m. infraspinatus	+	0	-	+	-
m. serratus anterior	+	0	0	+	0
m. sternocleidomastoideus	+	+	-	0	0

Tabułka 39 Probant 7, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	-	-
m. extensor carpi radialis	+	+	-	-	+
m. infraspinatus	+	-	0	-	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	+	0	0	0

Tabułka 40 Probant 7, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 41 Probant 7, podmięka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	-	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 42 Probant 7, podmięka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	-	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 43 Probant 8, podmięka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 44 Probant 8, podmięka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	-	+
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 45 Probant 8, podmięka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
mm. flexores antebrachii	+	0	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 46 Probant 8, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 47 Probant 8, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 48 Probant 8, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. extensor carpi radialis	+	+	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 49 Probant 9, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	+	-
m. extensor carpi radialis	+	-	-	+	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 50 Probant 9, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	-	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 51 Probant 9, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	-	-
m. extensor carpi radialis	+	-	-	-	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 52 Probant 9, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. extensor carpi radialis	+	-	-	-	-
m. infraspinatus	+	+	0	-	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 53 Probant 9, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	-	0
m. infraspinatus	+	+	0	-	+
m. serratus anterior	+	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	0	0	0

Tabułka 54 Probant 9, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	-	+	-
m. infraspinatus	0	+	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	+	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	0	0	0

Tabułka 55 Probant 10, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 56 Probant 10, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 57 Probant 10, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	-	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 58 Probant 10, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 59 Probant 10, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	-	-
m. extensor carpi radialis	+	0	-	-	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 60 Probant 10, podmienka 3, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 61 Probant 11, podmienka 1, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	-	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 62 Probant 11, podmienka 2, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 63 Probant 11, podmienka 3, l. dx.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	+	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	+	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabułka 64 Probant 11, podmienka 1, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. infraspinatus	0	+	+	-	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	+	-	0

Tabułka 65 Probant 11, podmienka 2, l. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	-	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	-	+
m. infraspinatus	+	+	+	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	0	0	+

Tabuľka 66 Probat 11, podmienka 3, I. sin.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	-	-
m. extensor carpi radialis	+	0	-	-	-
m. infraspinatus	+	+	0	0	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	0	0	+

Tabuľka 67 Pacient 1, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	0	0	0

Tabuľka 68 Pacient 1, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 69 Pacient 1, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	+	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	+	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	+	0	0

Tabuľka 70 Pacient 1, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	+	0
m. extensor carpi radialis	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 71 Pacient 2, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	-	-
m. extensor carpi radialis	+	+	+	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 72 Pacient 2, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 73 Pacient 2, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	+	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 74 Pacient 2, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	+	0	0	-

Tabuľka 75 Pacient 2, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	+	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	-	+	-

Tabuľka 76 Pacient 2, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	+	0	0	0

Tabuľka 77 Pacient 3, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 78 Pacient 3, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 79 Pacient 3, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 80 Pacient 3, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 81 Pacient 3, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	-	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	-	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 82 Pacient 3, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	-	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 83 Pacient 4, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	+
m. extensor carpi radialis	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 84 Pacient 4, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	-	0
m. extensor carpi radialis	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 85 Pacient 4, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 86 Pacient 4, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	-	0
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 87 Pacient 4, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	+	+	+
m. extensor carpi radialis	+	-	+	+	-
m. infraspinatus	+	-	+	+	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	+	+	0

Tabuľka 88 Pacient 5, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 89 Pacient 5, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	+	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 90 Pacient 5, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	+	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 91 Pacient 5, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 92 Pacient 5, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	0	-	0

Tabuľka 93 Pacient 5, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 94 Pacient 6, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	+
m. extensor carpi radialis	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	+	+	+	+
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	-	0	0	0

Tabuľka 95 Pacient 6, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	+	-
m. extensor carpi radialis	+	+	-	+	0
m. infraspinatus	0	0	0	+	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	-	+	-

Tabuľka 96 Pacient 6, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	+	+
m. infraspinatus	0	+	+	-	0
m. serratus anterior	+	0	+	-	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	0	0	0

Tabuľka 97 Pacient 6, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	+	0	+	0	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	-

Tabuľka 98 Pacient 6, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 99 Pacient 6, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	+
m. extensor carpi radialis	0	0	+	-	+
m. infraspinatus	0	+	0	0	-
m. serratus anterior	+	0	0	0	-
m. sternocleidomastoideus	0	0	-	0	0

Tabuľka 100 Pacient 7, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. infraspinatus	+	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 101 Pacient 7, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 102 Pacient 7, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 103 Pacient 7, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	+	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 104 Pacient 7, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	-	-
m. extensor carpi radialis	+	0	+	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 105 Pacient 8, podmienka 1, neparetická HK .

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 106 Pacient 8, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	0	-
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 107 Pacient 8, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	0
m. extensor carpi radialis	0	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 108 Pacient 8, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	+
m. extensor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. infraspinatus	+	+	+	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	+	+	+	+

Tabuľka 109 Pacient 8, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	+	0
m. extensor carpi radialis	+	+	+	+	0
m. infraspinatus	0	0	0	+	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 110 Pacient 8, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	+	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	+	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	+
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 111 Pacient 9, podmienka 1, neparetická HK .

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	+	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	+	0	0	-	0

Tabuľka 112 Pacient 9, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	+	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 113 Pacient 9, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	0	+	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	+	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 114 Pacient 9, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	-	-
m. extensor carpi radialis	+	+	+	0	0
m. infraspinatus	0	+	+	+	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 115 Pacient 9, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	0	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 116 Pacient 9, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	+	+
mm. extensores antebrachii	+	0	0	+	+
m. infraspinatus	0	0	0	0	+
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 117 Pacient 10, podmienka 1, neparetická HK .

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	+	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 118 Pacient 10, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	0	+
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 119 Pacient 10, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 120 Pacient 10, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	-	+	0
m. extensor carpi radialis	+	+	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 121 Pacient 10, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	-	-	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	-
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 122 Pacient 10, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	-
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	0
m. infraspinatus	0	+	0	+	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 123 Pacient 11, podmienka 1, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	+
m. extensor carpi radialis	+	-	0	0	0
m. infraspinatus	+	+	+	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 124 Pacient 11, podmienka 2, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	-	-	0
m. extensor carpi radialis	+	0	-	0	0
m. infraspinatus	0	0	0	0	0
m. serratus anterior	0	+	-	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 125 Pacient 11, podmienka 3, neparetická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	0	+	-
m. extensor carpi radialis	+	+	0	+	0
m. infraspinatus	0	+	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	+	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 126 Pacient 11, podmienka 1, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	-	0
m. extensor carpi radialis	+	+	+	0	0
m. infraspinatus	0	0	+	+	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 127 Pacient 11, podmienka 2, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	+	+	0	-
m. extensor carpi radialis	+	+	+	0	-
m. infraspinatus	0	+	0	0	-
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Tabuľka 128 Pacient 11, podmienka 3, paretická HK.

	0 - 19%	20 - 39%	40 - 59%	60 - 79%	80 - 99%
m. flexor carpi radialis	+	0	+	0	+
m. extensor carpi radialis	+	0	0	0	+
m. infraspinatus	+	-	0	0	0
m. serratus anterior	0	0	0	0	0
m. sternocleidomastoideus	0	0	0	0	0

Príloha 5 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 2.

Tabuľka 1 Hodnoty parametru slope musculus flexor carpi radialis u zdravých probantov, l. dx.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	-0,09	-0,62	0,54
Probant 2	0,03	0,09	-0,49
Probant 3	-0,25	0,30	-0,26
Probant 4	-0,39	-0,23	-0,04
Probant 5	0,69	-0,27	0,23
Probant 6	-0,34	-0,95	-0,29
Probant 7	0,15	0,45	0,48
Probant 8	0,09	-0,64	-0,28
Probant 9	-0,05	-0,43	-1,08
Probant 10	-0,05	0,22	-0,44
Probant 11	-0,21	0,02	-0,02
Celkový priemer:		-0,13	

Tabuľka 2 Hodnoty parametru slope musculus extensor carpi radialis u zdravých probantov, l. dx.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	-0,65	0,10	0,50
Probant 2	-0,05	-0,45	-0,02
Probant 3	-0,21	-0,55	-0,79
Probant 4	-0,78	-0,55	0,00
Probant 5	-0,61	-0,37	-0,56
Probant 6	0,02	-0,60	-0,23
Probant 7	0,12	0,97	0,02
Probant 8	0,21	-0,33	0,01
Probant 9	-0,04	0,19	-0,91
Probant 10	-0,18	-0,34	-0,60
Probant 11	-0,37	-0,29	-0,21
Celkový priemer:		-0,23	

Tabuľka 3 Hodnoty parametru slope musculus flexor carpi radialis u zdravých probantov, I. sin.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	-0,21	-0,25	-0,27
Probant 2	-0,09	0,05	-0,21
Probant 3	-0,65	-0,58	-0,48
Probant 4	-0,96	-0,18	-0,67
Probant 5	0,01	-0,19	-0,06
Probant 6	0,32	-0,42	-0,32
Probant 7	-0,35	0,10	0,02
Probant 8	-0,53	-0,70	-0,24
Probant 9	-0,61	0,02	-0,28
Probant 10	0,09	0,03	0,97
Probant 11	-0,61	-0,13	-0,26
Celkový priemer:		-0,23	

Tabuľka 4 Hodnoty parametru slope musculus extensor carpi radialis u zdravých probantov, I. sin.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	-0,43	-0,11	0,40
Probant 2	-0,55	0,67	-0,49
Probant 3	0,18	-0,57	-0,28
Probant 4	-0,54	-0,31	-0,82
Probant 5	0,24	-0,26	-0,49
Probant 6	-0,76	-0,90	-0,24
Probant 7	-0,22	-0,62	-0,42
Probant 8	-0,27	-0,11	0,07
Probant 9	0,71	0,32	-0,15
Probant 10	0,20	0,25	0,20
Probant 11	-0,53	-0,74	-0,78
Celkový priemer:		-0,22	

Tabuľka 5 Hodnoty parametru slope musculus flexor carpi radialis u pacientov po CMP, neparetická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	0,62	0,11	0,09
Pacient 2	-0,13	0,12	-0,40
Pacient 3	-0,02	0,04	0,16
Pacient 4	-0,52	-0,17	-1,33
Pacient 5	0,12	-0,19	0,06
Pacient 6	0,13	0,07	-0,40
Pacient 7	0,07	0,04	0,25
Pacient 8	-0,18	0,05	-0,08
Pacient 9	-0,03	-0,43	0,33
Pacient 10	-0,02	-0,32	-0,22
Pacient 11	-0,27	0,42	0,24
Celkový priemer:		-0,05	

Tabuľka 6 Hodnoty parametru slope musculus extensor carpi radialis u pacientov po CMP, neparetická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	-0,33	0,29	0,56
Pacient 2	-0,32	-1,00	-0,19
Pacient 3	0,13	-0,26	0,31
Pacient 4	-1,02	-1,13	-2,09
Pacient 5	-0,22	-0,65	0,04
Pacient 6	0,53	1,37	0,44
Pacient 7	-0,17	-0,28	0,17
Pacient 8	-0,27	0,10	-0,06
Pacient 9	0,03	-0,60	0,41
Pacient 10	0,36	0,55	0,16
Pacient 11	0,27	-0,05	-0,62
Celkový priemer:		-0,11	

Tabuľka 7 Hodnoty parametru slope musculus flexor carpi radialis u pacientov po CMP, paretická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	0,79	X	X
Pacient 2	-0,45	0,34	0,04
Pacient 3	0,80	0,50	-0,32
Pacient 4	-0,92	-0,41	X
Pacient 5	-0,23	0,02	-0,48
Pacient 6	-0,53	0,39	0,39
Pacient 7	0,05	-0,45	X
Pacient 8	0,46	-0,42	0,01
Pacient 9	-0,08	0,80	0,60
Pacient 10	-0,06	-0,08	0,73
Pacient 11	-0,06	0,54	0,52
Celkový priemer:		0,10	

Legenda k tabuľke 7:

X ... podmienka nebyla absolvovaná.

Tabuľka 8 Hodnoty parametru slope musculus extensor carpi radialis u pacientov po CMP, paretická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	-0,72	X	X
Pacient 2	-2,39	0,51	0,87
Pacient 3	0,50	-0,22	0,17
Pacient 4	-1,79	0,48	X
Pacient 5	-0,84	-0,08	-0,65
Pacient 6	-0,27	-0,30	0,43
Pacient 7	-0,31	-0,63	X
Pacient 8	-0,20	-0,17	-0,25
Pacient 9	0,23	-0,06	0,19
Pacient 10	0,19	0,26	-0,16
Pacient 11	0,47	-0,01	0,80
Celkový priemer:		-0,10	

Legenda k tabuľke 8:

X ... podmienka nebyla absolvovaná.

Príloha 6 Tabuľky zdrojových dát pre výsledky vedeckej otázky č. 3.

Tabuľka 1 Sila stisku v jednotkách kilogram u zdravých probantov, I. dx.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	15	15	15
Probant 2	15	15	15
Probant 3	12	12	14
Probant 4	15	15	15
Probant 5	15	15	15
Probant 6	14	11	11
Probant 7	14	14	10
Probant 8	15	15	15
Probant 9	15	15	13
Probant 10	12	15	11
Probant 11	15	15	15
Celkový priemer:		14,03	

Tabuľka 2 Sila stisku v jednotkách kilogram u zdravých probantov, I. sin.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Probant 1	15	15	15
Probant 2	15	15	15
Probant 3	11	10	10
Probant 4	15	15	15
Probant 5	12	11	12
Probant 6	9	11	11
Probant 7	8	8	9
Probant 8	8	11	7
Probant 9	5	6	5
Probant 10	10	13	15
Probant 11	10	6	8
Celkový priemer:		10,94	

Tabuľka 3 Sila stisku v jednotkách kilogram u pacientov po CMP, neparetická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	15	15	15
Pacient 2	15	15	15
Pacient 3	15	15	15
Pacient 4	8	12	10
Pacient 5	15	15	15
Pacient 6	2	0	0
Pacient 7	8	12	6
Pacient 8	15	15	15
Pacient 9	10	10	12
Pacient 10	4	6	5
Pacient 11	15	15	15
Celkový priemer:		11,36	

Tabuľka 4 Sila stisku v jednotkách kilogram u pacientov po CMP, neparetická horná končatina.

	Podmienka 1	Podmienka 2	Podmienka 3
Pacient 1	0	X	X
Pacient 2	0	0	0
Pacient 3	15	15	15
Pacient 4	0	0	X
Pacient 5	8	10	11
Pacient 6	0	0	0
Pacient 7	0	0	X
Pacient 8	5	9	7
Pacient 9	6	5	5
Pacient 10	0	0	0
Pacient 11	0	0	0
Celkový priemer:		3,83	

Legenda k tabuľke 4:

X ... podmienka nebyla absolvovaná.

Príloha 7 Motorický homunculus – zastúpenie svalových skupín v primárnom motorickom kortexe

