

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU



**Hodnocení nástupu svalové únavy na vybraných svalech ruky
při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:
Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Vypracovala:
Bc. Lucie Šimková

Praha, duben 2011

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla v ní veškerou literaturu a ostatní zdroje, které jsem použila.

V Praze, dne

.....

Lucie Šimková

Evidenční list

Souhlasím se zapůjčením své diplomové práce ke studijním účelům. Uživatel svým podpisem stvrzuje, že tuto diplomovou práci použil ke studiu a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno a příjmení:

Fakulta / Katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Ráda bych tímto poděkovala své vedoucí diplomové práce paní Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, Csc. za velkou ochotu, odborné vedení a především za podnětné konzultace a cenné připomínky, které byly velkou pomocí při psaní této diplomové práce. V neposlední řadě děkuji mému okolí za morální podporu a trpělivost.

Abstrakt

Název práce: Hodnocení nástupu svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu

Cíle práce: Vytvořit přehled aktuálních teoretických poznatků týkajících se problematiky „Repetitive Strain Injury“ neboli syndromu z opakovaného přetížení se zaměřením na nově vznikající termín a poruchu „Text Message Injury“, dále zhodnotit nástup svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu.

Metoda: Studie byla provedena na pěti zdravých subjektech, u kterých byla snímána svalová aktivita z m. opponens pollicis, m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis pomocí povrchové elektromyografie v průběhu tří provedených maximálních izometrických kontrakcí před a po splnění zadaného úkolu. Úkolem každého probanda bylo napsat 10 SMS o 160 znacích na mobilním telefonu v konkrétně definovaném tempu. Jako parametr pro hodnocení nástupu svalové únavy byl zvolen medián frekvence EMG signálu, přičemž hodnoty mediánu frekvence byly porovnávány před a po napsání SMS. Pokles nebo nárůst mediánu frekvence byl vyjádřen procentuálně. Dále byla sledována změna plochy pod křivkou výkonového spektra EMG signálu.

Výsledky: Neprokázal se nástup svalové únavy ani u jednoho ze sledovaných svalů během psaní SMS na mobilním telefonu, naopak výsledky pilotní studie ukázaly vzestup hodnot mediánu frekvence EMG signálu u m. opponens pollicis po splnění zadaného úkolu u čtyř z pěti subjektů. Nedošlo kompenzačně ke vzestupu svalové aktivity u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis jako důsledek poklesu svalové aktivity popřípadě nástupu svalové únavy m. opponens pollicis. Nepotvrdila se ani jedna ze stanovených hypotéz.

Klíčová slova: „Repetitive Strain Injury“ (RSI), „Text Message Injury“ (TMI), mobilní telefon, SMS, povrchová elektromyografie, m. opponens pollicis, svalová únava

Abstract

Title:

The evaluation of the muscle fatigue appearance of the selected hand muscles while sms texting on the cell phone.

Objectives:

Establishing the overview of the contemporary theoretical knowledge regarding the „Repetitive Strain Injury“ while focusing on the „Text Message Injury“. Evaluate the muscle fatigue appearance of the selected hand muscles while sms texting on the cell phone.

Methods:

The study was performed on a five healthy subjects. The muscle activity of the m. opponens pollicis, m. flexor carpi ulnaris and m. extensor carpi radialis was detected by the surface electromyography while performing three maximum isometrical contractions before and after finishing a task. The task of each subject was to type 10 defined sms messages, 160 characters each, on a defined cell phone in specified frequency. The median of the frequency of the EMG signal compared before and after the finishing of the defined task was set as the parameter for evaluating the muscle fatigue appearance. The percentual increase or decrease of the median of the frequency was established as well as the change of the area under the curve of the total power spectrum of the EMG signal.

Results:

There was no muscle fatigue appearance detected in observed muscles while sms texting on the cell phone. But the results of the pilot study showed the rise of the median of the frequency of the EMG signal in m. opponens pollicis after the finishing the task in 4 out of 5 subjects. There was no compensation increase of the muscle activity in m. flexor carpi ulnaris and m. extensor carpi radialis as a consequence of the decrease of the muscle activity or the muscle fatigue appearance in m. opponens pollicis. No hypothesis was proved.

Keywords: „Repetitive Strain Injury“ (RSI), „Text Message Injury“ (TMI), cell phone, SMS, surface electromyography, m. opponens pollicis, muscle fatigue

Seznam použitých zkratk

SMS	short message services
SOP	syndrom z opakovaného přetížení
MRI	magnetic resonance imaging
TMI	text message injury
VDU	visual display unit
CMC	articulatio carpometacarpalis, karpometakarpový kloub
MCP	articulatio metacarpophalangealis, metakarpofalangový kloub
IP	articulatio interphalangealis, interfalangový kloub
m.	musculus
ED	m. extensor digitorum communis
APL	m. abductor pollicis longus
APB	m. abductor pollicis brevis
FDI	m. interosseus dorsalis I.
EMG	elektromyografie, elektromyografický
MVC	maximální volní kontrakce (Maximal Voluntary Contraction)
RVE	submaximal reference contraction, relativ voluntary electrical activity
RTG	rentgen, rentgenologický
CNS	centrální nervová soustava
ATP	adenosintrifosfát
MJ	motorická jednotka
HK	horní končetina
P	pravá
Obr.	obrázek
Tab.	tabulka
např.	například
atd.	a tak dále

Obsah

1	ÚVOD.....	12
2	TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	14
2.1	TECHNOLOGICKÝ POKROK	14
2.2	MODERNÍ KOMUNIKAČNÍ PROSTŘEDKY	15
2.3	CHARAKTERISTIKY MOBILNÍHO TELEFONU A JEHO VÝVOJ V ČASE	15
2.3.1	<i>Pandemie mobilního telefonu v ČR</i>	<i>16</i>
2.3.2	<i>Používání textových zpráv</i>	<i>18</i>
2.4	REPETITIVE STRAIN INJURY	18
2.4.1	<i>Terminologie.....</i>	<i>20</i>
2.4.2	<i>Epidemiologie</i>	<i>20</i>
2.4.3	<i>Faktory vzniku.....</i>	<i>21</i>
2.4.4	<i>Patofyziologie</i>	<i>21</i>
2.4.5	<i>Diagnóza.....</i>	<i>22</i>
2.4.6	<i>Léčba.....</i>	<i>24</i>
2.4.7	<i>Závěry</i>	<i>25</i>
2.5	„TEXT MESSAGE INJURY“	26
2.5.1	<i>Fyzikální vlivy a rizika spojená s užíváním mobilního telefonu</i>	<i>27</i>
2.5.2	<i>Terminologie.....</i>	<i>28</i>
2.5.3	<i>Pohyb palce při psaní SMS.....</i>	<i>29</i>
2.5.4	<i>Svalová aktivita při psaní SMS</i>	<i>29</i>
2.5.5	<i>Kazuistiky.....</i>	<i>32</i>
2.6	KINEZIOLOGIE ZÁPĚSTÍ A RUKY	33
2.6.1	<i>Kinetika a kinematika kloubů palce.....</i>	<i>34</i>
2.6.1.1	<i>CMC kloub palce</i>	<i>34</i>
2.6.1.2	<i>MCP kloub palce</i>	<i>35</i>
2.6.1.3	<i>IP kloub palce</i>	<i>35</i>
2.6.2	<i>Svaly palce</i>	<i>36</i>
2.6.3	<i>Musculus opponens pollicis.....</i>	<i>37</i>
2.6.3.1	<i>Začátek a úpon svalu.....</i>	<i>37</i>
2.6.3.2	<i>Funkce svalu</i>	<i>37</i>
2.6.3.3	<i>Inervace svalu</i>	<i>38</i>

2.6.4	<i>Opozice palce</i>	38
2.6.5	<i>Základní funkční postavení ruky</i>	39
2.6.6	<i>Základní funkcí ruky je úchop</i>	39
2.6.7	<i>Komunikační význam horní končetiny</i>	41
2.7	NEUROFYZIOLOGICKÉ A ANATOMICKÉ ASPEKTY STUDIE	41
2.7.1	<i>Příčně pruhované svaly</i>	42
2.7.1.1	Stah příčně pruhovaného svalu.....	42
2.7.1.2	Motorická jednotka příčně pruhovaného svalu.....	43
2.7.2	<i>Nervosvalový přenos</i>	43
2.7.3	<i>Projevy činnosti svalstva</i>	44
2.7.3.1	Projevy mechanické.....	44
2.7.3.2	Projevy elektrické	44
2.7.3.3	Projevy strukturální.....	45
2.7.3.4	Projevy chemické.....	45
2.7.3.5	Projevy tepelné	45
2.7.4	<i>Druhy svalové kontrakce</i>	46
2.7.4.1	Izokinetická kontrakce.....	46
2.7.4.2	Izometrická kontrakce.....	46
2.7.5	<i>Svalová únava</i>	47
2.8	ELEKTROMYOGRAFIE	48
2.8.1	<i>Zpracování EMG signálu</i>	49
2.8.2	<i>Využití EMG v rehabilitaci</i>	50
2.8.3	<i>Posouzení unavitelnosti svalu</i>	50
3	CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	52
3.1	CÍLE PRÁCE.....	52
3.2	HYPOTÉZY	53
4	METODIKA KLINICKÉ STUDIE	54
4.1	CHARAKTERISTIKA SOUBORU	54
4.2	TECHNICKÉ VYBAVENÍ PRO ZÍSKÁVÁNÍ DAT	55
4.2.1	<i>Specifikace přístroje pro pořízení elektromyografického záznamu</i>	55
4.2.2	<i>Specifikace mobilního telefonu</i>	55
4.3	SPECIFIKACE ZADANÉHO ÚKOLU.....	56

4.4	METODIKA ZÍSKÁVÁNÍ A ANALÝZY DAT	57
4.4.1	<i>Průběh měření</i>	57
4.4.2	<i>Analýza dat</i>	61
5	VÝSLEDKY	63
5.1	VÝSLEDKY PILOTNÍ STUDIE.....	63
5.1.1	<i>Vyhodnocení mediánu frekvence</i>	63
5.1.2	<i>Vyhodnocení plochy pod křivkou výkonového spektra</i>	65
5.2	VÝSLEDKY Z POHLEDU STANOVENÝCH HYPOTÉZ.....	68
6	DISKUZE	69
7	ZÁVĚR	76
8	SEZNAM LITERATURY	78
9	PŘÍLOHY	84

1 ÚVOD

V dnešní době hraje vedoucí úlohu rozvoje lidské civilizace západního světa technický pokrok zejména v oblasti výzkumu nových technologií, komunikace a umělé inteligence. Osobní počítače a mobilní telefony vstoupily do našich životů a zaujaly zde pevnou pozici v ulehčování činností snad ve všech pracovních odvětvích. Tak se z pohybově velmi aktivního člověka během několika desítek let stává člověk, který převážnou část dne stráví vsedě. Je nesporné, že počítače i mobilní telefony výrazně zkvalitňují a zjednodušují pracovní proces v mnohých oblastech lidských aktivit a činností. Na druhé straně se ale výraznou měrou podílejí na prohlubování hypoaktivity člověka a na vzniku tzv. sedavého způsobu života. Ten provází rozvoj mnoha závažných chronických onemocnění nebo rizikových faktorů podstatných pro vznik těchto onemocnění. (Beránková, 2007)

Za deset let se z novinky mobilního telefonu stal přístroj každodenního užití. Česká republika patří mezi země, kde je obzvláště oblíben. Analýza Evropské komise řadí ČR na pátou příčku, co se týče penetrace mobilním telefonem. Roku 2006 bylo v ČR 11,9 vlastníků SIM karet. To ovšem neznamená, že každý občan ČR je majitelem mobilního telefonu. Odhaduje se, že čtvrtina lidí mobilní telefon nevlastní. Jsou to především senioři a děti v předškolním věku.

Rychlé šíření tohoto média stejně jako jeho kulturní intenzita začalo přitahovat pozornost výzkumníků. Mobilní komunikace způsobuje změny v kultuře, komunikačních vzorcích a konstrukci okolního světa svých uživatelů. Proliferace mobilních telefonů do stále mladších věkových skupin vznáší nové otázky týkající se psycho-socio-kulturních vlivů a vlivů na významy komunikace. (Vykoukalová, 2007)

Vzrůstající obliba psaní SMS na mobilním telefonu dala možnost vzniknout novému typu zranění, které se označuje jako „Text Message Injury“ (TMI). „Text Message Injury“ patří do skupiny onemocnění, která se nazývají souhrnným názvem „Repetitive Strain Injury“ (RSI) neboli syndrom z opakovaného přetížení (SOP). „Repetitive Strain Injury“ se popisuje jako bolest spojená se ztrátou funkce v postižené končetině vznikající v důsledku stereotypně se opakujících pohybů nebo trvalé statické zátěže. (Ong, 2009)

„Text Message Injury“ je v současné době, která je charakterizována vzestupem používání mobilního telefonu k odesílání nebo přijímání emailů a krátkých textových zpráv či k přístupu na internet a zároveň růstem počtu uživatelů tohoto komunikačního

zařízení, velmi aktuálním tématem, nově vznikajícím termínem a v budoucnu pravděpodobně hojně rozšířenou myoskeletální poruchou. Přesto neexistuje ucelená publikace, která by komplexně obsáhla problematiku tohoto tématu.

V teoretické části této diplomové práce bych se proto chtěla zaměřit na problematiku „Text Message Injury“ a současně se i věnovat tématu „Repetitive Strain Injury“, jelikož syndrom z opakovaného přetížení je nadřazeným pojmem pro „Text Message Injury.“ Mojí snahou tedy bude vytvořit přehled aktuálních teoretických poznatků týkajících se výše zmíněné problematiky.

Této tematice se dostalo pozornosti v zahraničním tisku a v klinické literatuře se diskutuje o možných negativních vlivech mobilního zařízení na lidské zdraví, zejména na vznik myoskeletálních poruch v oblasti horní končetiny. Ačkoliv nebyly hlášeny žádné epidemiologické studie, případové a laboratorní studie naznačují, že mobilní telefony jsou potenciálním rizikovým faktorem pro vznik myoskeletálních poruch. (Berolo, 2011)

Nicméně v současné době není dostatek znalostí a informací o možných fyzikálních vlivech a rizicích spojených s užíváním mobilního telefonu a zároveň není známo, jak nejlépe měřit a charakterizovat tyto vlivy. (Gustaffson, 2010)

Experimentální část zahrnuje pilotní studii, jejímž cílem je zhodnotit nástup svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu pomocí povrchové elektromyografie. Sledovaným parametrem svalové aktivity poukazujícím na nástup svalové únavy je medián frekvence elektromyografického signálu v průběhu maximální izometrické kontrakce. Dalším sledovaným parametrem je plocha pod křivkou výkonového spektra, která vypovídá také o množství aktivovaných motorických jednotek.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Technologický pokrok

„Technologie není současný způsob nutného spojení věcí. Přesněji, hra není ještě dohrána, protože lidé si jsou vědomi svých mezí, ať je jejich moc, kterou získali díky technologii, jakkoli velká. Omezit, regulovat, kontrolovat technickou změnu, zbrzdit její rytmus, upravit její směr, ovládnout její povahu: o to půjde v 21., století, pokud se nechceme smířit s úpadkem života a koncem lidských dějin. Je-li technologie naším údělem, nejedná se o božstvo, které je vyšší než lidé: to, co se děje, závisí na nás; je to vždy a nyní více než kdykoli jindy politická záležitost, jejíž rozhodnutí máme v rukou.“
(Salomon, 1993)

Jedna z nejdramatičtějších sil, která utváří lidské životy, je technologie. Technologie vedla k takovým zázrakům, jako je penicilin, srdeční chirurgie a antikoncepční pilulky. Vedla však i takovým hrůzám, jako je vodíková bomba, nervové plyny a samopal. Vypustila do světa rovněž sporná dobrodiní - například automobil a video hry.

Každá technologie je silou „tvůrčího ničení“. Tranzistory zničily odvětví na výrobu elektronik, xerografie zničila firmy vyrábějící kopírovací papíry, automobily ublížily železnici a televize novinám. Místo aby celá řada odvětví nové technologie přijala, stavěla se proti nim nebo je ignorovala.

Podívejme se na Dell, HP, Apple a Microsoft: podle některých vizionářů, „chytré“ mobilní telefony nakonec zastíní osobní počítače.

Mnoho z dnešních běžných výrobků nebylo ještě před 40 lety dostupných. John F. Kennedy neznal osobní počítače, digitální náramkové hodinky, videorekordéry, faxy, PDA ani internet, tempo technologických změn se nezpomaluje. Projekt lidského geonomu se jeví jako předzvěst „biologického století“. Pracovníci v biotechnice pracují na nových způsobech léčby, nových potravinách a nových materiálech. Využití osobního počítače, skeneru, faxu a kopírky, mobilního telefonu, internetu a e-mailu dává lidem možnost telecommutingu - čili práce z domova nebo cest bez potřeby dojíždět do zaměstnání. Tento trend může snížit znečišťování prostředí, automobily, spojit pevněji rodiny a vést ke zvýšení nakupování z domova a poptávky po domácí zábavě. (Kotler, 2007)

2.2 Moderní komunikační prostředky

Firma i jednotlivec, který chce obstát v dynamickém konkurenčním prostředí, musí využívat nejmodernější telekomunikační a informační technologie a zároveň nesmí tyto technologie být příliš složité a nákladné, tedy musí být efektivní.

Telekomunikační technologie patří mezi mladé disciplíny, které za krátkou dobu dokázaly ovládnout životy téměř všech lidí na této planetě a bez nichž si současný život již nedovedeme představit. Na počátku bouřlivého vývoje stál roku 1876 vynález telefonního přístroje Grahama Bella, ale opravdovou změnou bylo zapojení družic do systému přenosu informací a později internetu.

Přenos dat ve všech formách je nedílnou součástí našeho života, člověk je informacemi ovlivňován, formován, přetvářen, vzděláván, ale i omezován. Formy telekomunikačních technologií jsou dnes téměř bez hranic, mezi nimi lze připomenout několik významných jako je například telefon, televize, počítačové sítě internetu. (Hubinková, 2008)

„Jednoho dne budou mít mobilní telefon 2 nebo 3 miliardy lidí, ale ne všichni budou mít osobní počítač,“ tvrdí Jeff Hawkins, vynálezce přístroje Palm Pilot a technologický vedoucí společnosti PalmOne. „Mobilní telefony se stanou jejich digitálním životem,“ předpovídá Hawkins. Po pomalém startu se stávají mobilní telefony všudypřítomné - na světě jich je již 1,5 miliardy - a chytřejší. Dnešní nejsofistikovanější telefony již mají výpočetní kapacitu osobních počítačů z poloviny devadesátých let a přitom spotřebují stokrát méně elektřiny. Telefony se používají k posílání e-mailů, hledání na internetu, k fotografování a přehrávání video her. Hawkins předpovídá, že do několika desetiletí budou všechny telefony mobilními telefony, schopnými přijímat hlasové a internetové signály v širokopásmových rychlostech a účty za mobily se smrsknou na několik dolarů měsíčně, jelikož investice telefonních společností do nových sítí budou již splaceny. (Kotler, 2002)

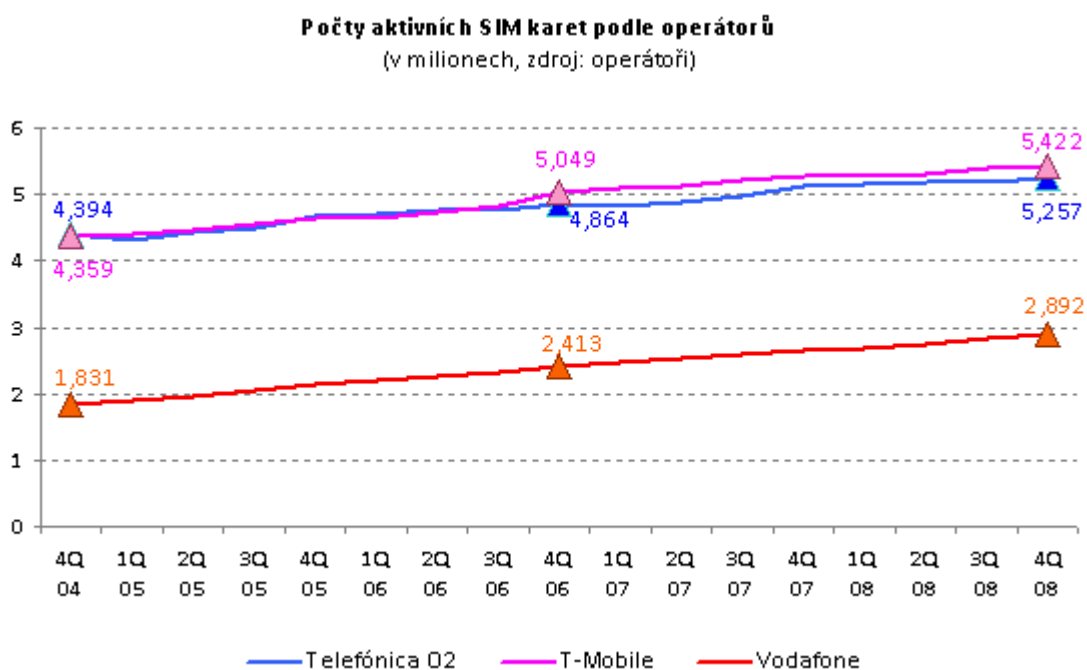
2.3 Charakteristiky mobilního telefonu a jeho vývoj v čase

S vynálezem telefonu v roce 1876 bylo poprvé v historii možné vést konverzaci v reálném čase na dálku. Přestože však příchod fenoménu telefonu znamenal obrovský skok v komunikaci, jakoby jeho význam zapadl v éře rozhlasu těsně následované érou televize, aby se znovu vynořil s mnohem větší intenzitou a nepřehlédnutelnou razancí

zhruba o 100 let později. V několika posledních letech se v celosvětovém měřítku každoročně prodá kolem 400 milionů mobilních telefonů, které dnes vlastní více než jedna miliarda lidí. (Vykoukalová, 2007)

2.3.1 Pandemie mobilního telefonu v ČR

Historie moderních mobilních komunikačních sítí se v České republice začala psát 12. září 1991, kdy tehdejší Eurotel spustil svou první mobilní síť. Jednalo se o mobilní síť první generace (a tudíž analogovou, na bázi technologie NMT, Nordic Mobile Technology, v pásmu 450 MHz). Její služby ale po prvních několik let využívalo jen relativně málo zákazníků. Skutečný boom mobilních komunikací přichází až se spuštěním mobilních sítí druhé generace (již digitálních, na bázi technologie GSM, nejprve v pásmu 900 MHz). K 1. červenci 1996 svou GSM síť spustil Eurotel (O2), k 1. září 1996 se přidal tehdejší Radiomobil (T-Mobile) a až v roce 2000 vstoupil na trh mobilních služeb třetí GSM operátor, Vodafone (Oskar). (Český statistický úřad, 2010)



Obr. 1: Počty aktivních SIM karet operátorů (v milionech). (Český statistický úřad, 2010)

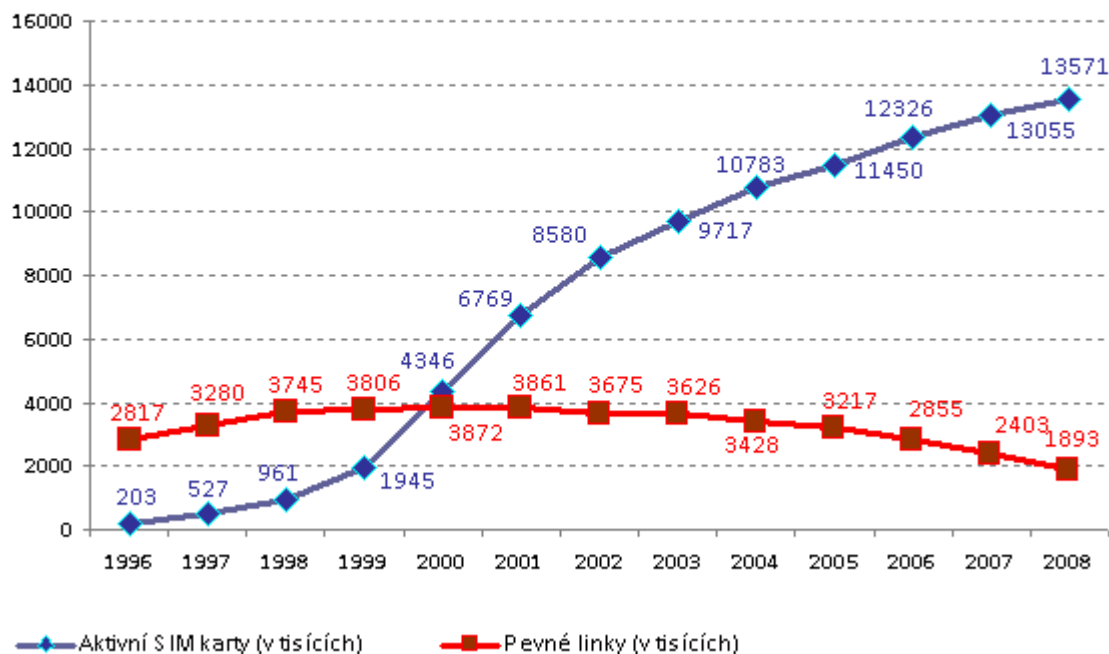
V roce 1996 vlastnilo telefon několik desítek tisíc především movitých podnikatelů. Se zavedením předplacených karet (T-Mobile) o rok později rapidně

narůstá počet uživatelů. Telefony začínají kupovat zaměstnavatelé svým zaměstnancům a dospěli ze střední socioekonomické třídy. Expanze užívání mobilního telefonu však začíná až v roce 1998, kdy se datuje počátek masového šíření předplacených služeb a operátoři umožňují posílání SMS.

V září 1999 je prolomena hranice 15 procentní penetrace a následuje řetězová reakce všeobecného zájmu o mobilní telefony. Po masivní předvánoční kampani Eurotel (dnes Telefónica O2) slavnostně oznamuje miliontého zákazníka, mezi kupujícími vystupuje do popředí skupina rodičů, kteří pořizují mobil svým dospívajícím potomkům. V březnu 2002 dosahuje Česká republika dle odhadů 70 procentní penetrace mobilními telefony v populaci. V roce 2003 roste počet SIM karet na 9,7 milionu. Zákazníci všech operátorů provolají průměrně 533 korun měsíčně.

V roce 2006 připadalo na 100 Čechů přibližně 119 mobilních telefonů. Neznamená to však, že mobilní telefon má každý, protože zhruba pětina lidí používá více SIM karet (Finanční noviny, 30. 3. 2007). Milovníci pevných linek a „staremodních“ forem komunikace tak ještě zdaleka nevyhynuli. Jejich počet lze ale jen těžko odhadnout. (Vykoukalová, 2007)

Počet aktivních SIM karet vs. počet pevných linek
(v tisících, zdroj: ČTÚ a operátoři)



Obr. 2: Počet aktivních SIM karet vs. počet pevných linek. (Český statistický úřad, 2010)

2.3.2 Používání textových zpráv

Na přelomu 20. a 21. století bylo možné sledovat nejen obrovský nárůst počtu uživatelů mobilních telefonů, ale též změny ve využívání mobilní komunikace. Zhruba od roku 1998 postupně získávalo na popularitě posílání krátkých textových zpráv či SMS, které původně naprosto nebyly zamýšleny ke komerčnímu využití. Zkratka SMS, Short Message Services, se v češtině nejčastěji opisuje jako „krátká textová zpráva“ či „textovka“. Tato služba umožňuje zaslat na mobilní telefon stručný, nejvýše stošedesátiznakový text, který může být odeslán z mobilního telefonu, prostřednictvím operátora, webového rozhraní nebo e-mailu. SMS představuje nejjednodušší formu datových služeb. Textové zprávy se brzy ujaly a začaly se šířit populací teenagerů, pro které tato služba představovala rychlou a především ekonomickou formu komunikace.

Podle tiskových zpráv mobilních operátorů si lidé nejvíce posílají zprávy po začátku a na konci pracovní doby. Jedním z dalších vrcholů je pak doba okolo půl jedenácté v noci. Tradičně největší nápor textových zpráv je v období Vánoc, Nového roku a na začátku letních prázdnin. Například na Vánoce v roce 2006 se čeští uživatelé obdarovali 68 miliony SMS, na Silvestra to bylo 35,4 milionu. (Vykoukalová, 2007)

2.4 Repetitive strain injury

Od syndromu z opakovaného přetížení, jež bychom mohli označit jako nespecifický problém, je potřeba odlišit problémy specifické, které vznikají tehdy, není-li věnována náležitá pozornost odstraňování a léčení nespecifických příznaků. V případě SOP se jedná především o tyto příznaky: bolestivost krční páteře, bolesti hlavy, problémy se zrakem, bolesti svalových skupin horních končetin, snížená citlivost až necitlivost, pocity mravenčení, brnění, svrbění či píchání v různých oblastech horní končetiny, změna barvy postižené oblasti, potivost.

Fyzicky se jedná o problémy projevující se v různých částech těla jednotlivě i současně. Při intenzivní práci (např. vkládání rozsáhlých souborů dat) se mohou současně projevovat v zápěstích i ramenech potíže, jejichž příčina je stejná. Společným jmenovatelem těchto obtíží je však vždy značná bolestivost. Příčinou je monotónní, denně snad tisíckrát opakovaný pohyb ruky a paže, který je prováděn po dlouhé roky. V takto zatížených svalech pravděpodobně dochází k metabolickým změnám, které se projevují již výše uvedenými symptomy. Doprovodem svalových potíží mohou být i

poruchy spánku, později deprese a frustrace z nedostatečného uspokojení v práci. Uzavírá se jakýsi kruh, který může potíže fixovat a jen obtížně se dá odlišit, co bylo prvotním momentem obtíží a co je již důsledek onemocnění; při práci na počítači (počítačová operátoři, programátoři, počítačová grafika atd.) působí totiž příliš mnoho proměnných - hardware, software, nábytek, osvětlení, potřeby práce, pracovní podmínky, kultura prostředí, individuální provádění práce a činnost doma. Navíc se ve velké většině případů jedná o dlouhodobou opakovanou zátěž vyžadující velmi jemné a přesné pohyby, které jsou pro člověka nejnáročnější. Obtíže mohou být ještě akcentovány nepříznivým počasím, chladem a vlhkem a zátěží psychickou.

V případě specifických problémů se už jedná o onemocnění svalů, svalových úponů, šlach a šlachových pouzder, nervů a kloubů. Tyto poruchy patří do skupiny onemocnění způsobených jednostranným nadměrným a dlouhodobým přetěžováním pohybového ústrojí v kombinaci s neobratným nebo statickým držením těla a nedostatečným časem pro zotavení. (Daňková, 2001)

Dle Daňkové (2001) zahrnuje syndrom z opakovaného přetížení poruchy nespecifické, a poruchy specifické je třeba od těchto poruch odlišit, jelikož specifické problémy vznikají tehdy, není-li věnována náležitá pozornost odstraňování a léčení nespecifických příznaků. Oproti tomu Tulder (2007) ve své práci uvádí, že syndrom z opakovaného přetížení zahrnuje i specifické poruchy jako je syndrom karpálního tunelu, syndrom kubitálního tunelu, syndrom Guyonova kanálu, laterální epikondylitidy a tendinitis zápěstí a ruky.

Syndrom z opakovaného přetížení není označení pouze pro jednu diagnózu, ale je to zastřešující termín pro poruchy, které vznikají v důsledku stereotypně opakujících se pohybů, nevhodného držení těla, dlouhodobě působící síly a vlivem dalších rizikových faktorů. Epidemiologické studie ukázaly, že psychosociální faktory na pracovišti jako psychický stres, monotónní charakter práce a nekvalitní mezilidské vztahy v rámci pracoviště, mají také přímou souvislost s výskytem symptomů syndromu z opakovaného přetížení. Ačkoliv tato porucha je typická pro část populace, která pracuje, a faktory související s prací jsou spojené se zvýšeným rizikem jejího výskytu, mohou hrát roli i faktory nesouvisející s prací a jsou charakteristické pro celou populaci. (Tulder, 2007)

2.4.1 Terminologie

Syndrom z opakovaného přetížení je a zůstane kontroverzním tématem i pro svoji nejednotnou terminologii. Jak uvádí Tulder (2007) ve své studii, termín „Repetitive Strain Injury“ je sporný a bylo navrženo značné množství označení pro poruchu, která vzniká v důsledku stereotypně se opakujících pohybů, jako například „Cumulative Trauma Disorders“, „Occupational Cervicobrachial Disorders“, „Occupational Overuse Syndrome“, „Upper Extremity Musculoskeletal Disorders“, „Upper Limb Disorders“, a „Upper Limb Pain Syndromes“.

Podle Daňkové (2001) je syndrom z opakovaného přetížení český ekvivalent pro anglický pojem „Repetitive Strain Injury“. Daňková (2001) se ve svém příspěvku podrobněji věnuje terminologii této poruchy a přiřazuje k níže uvedeným termínům i země, ve kterých je zmíněný termín nejčastěji používán: v USA – „Cumulative Trauma Disorder“ (CTD), v Austrálii – „Occupational Overuse Syndrome“ (OOS), „Repetitive strain injury“ (RSI) a „Repetitive Motion Syndrome“ (RMS) - ve Velké Británii a Kanadě, v Japonsku – „Occupational Cervicobrachial Disorder“ (OCD) či v některých evropských zemích – „Work-related Musculoskeletal Disorders“. Některé termíny nebyly uvedeny v práci Tulder (2007) a naopak.

2.4.2 Epidemiologie

Syndrom z opakovaného přetížení se nejčastěji vyskytuje u dospělé populace v produktivním věku. Nejčastěji se lidé stěžují na napětí v oblasti ruky, zápěstí, paže, ramene, nebo krku a právě tento symptom je častým důvodem návštěvy praktického lékaře. Prevalence syndromu z opakovaného přetížení v pracující populaci se odhaduje v rozmezí 22 - 40 %, a některé odhady se potýkají i s vyššími čísly. Ve Velké Británii byla provedena studie na značně velkém vzorku populace (9696 lidí). Studie se zabývá prevalencí jednotlivých typů syndromu z opakovaného přetížení - laterální a mediální epikondylita u 1,3 % mužské populace a 1,1 % ženské populace, De Quervainova nemoc u 0,5 % mužské populace a 1,3 % ženské populace, a tenosinovitidy zápěstí a ruky u 1,1 % mužské populace a 2,2 % ženské populace. U syndromu karpálního tunelu jsou hodnoty výskytu nejvyšší a pohybují se v rozmezí 7 - 14,5 %.

Syndrom z opakovaného přetížení se nejčastěji vyskytuje ve specifických profesích a v průmyslu. Například v Austrálii byly hlášeny vysoké hodnoty prevalence této poruchy u mužů zaměstnaných v textilním, obuvnickém a potravinářském

průmyslu. U žen byl zaznamenán zvýšený výskyt ve výrobě základních kovů, v potravinářském, textilním, oděvním a obuvnickém průmyslu. V Nizozemsku patří mezi nejrizikovější profese krejčí, švadleny, pracovníci ve stavebnictví, sekretářky, písařky, lidí používající ke své práci PC a baliči. Ekonomická zátěž je velmi vysoká, a to především z důvodu vysokých nákladů spojených s nepřítomností nemocného v zaměstnání. Obrovské finanční částky jsou každoročně vynaloženy na vyplácení pracovního odškodnění, které se pohybuje v rozmezí 5000-8000 dolarů na jednoho poškozeného, a celkem se za rok v USA vyplatí 6,5 bilionu dolarů. (Tulder, 2007)

2.4.3 Faktory vzniku

Některé z faktorů zvyšujících riziko vzniku syndromu z opakovaného přetížení bylo zjištěno, a lze je rozdělit na fyzické, psychosociální a individuální rizikové faktory.

Existuje dostatek důkazů pro vzájemnou souvislost mezi fyzikálními faktory, jako jsou například stereotypně se opakující pohyby, chabé a nevhodné držení těla, neadekvátně vynaložená síla a úsilí, a syndromem z opakovaného přetížení. Negativní vliv faktorů souvisejících s pracovním prostředím a faktorů psychosociálních, jako například vysoká pracovní zátěž, stres, fyzické a psychické nároky, nejistota v zaměstnání, nízká podpora ze stran kolegů, není tak jasný, ale může být velmi důležitý a rozhodující. Vliv individuálních faktorů je méně jasný, ale z přezkoumání 56 studií vyplývá, že syndrom z opakovaného přetížení je častěji hlášen u žen než u mužů.

Relativní význam tělesných, psychosociálních a individuálních faktorů není známý a závěry epidemiologických studií jsou limitovány heterogenním souborem probandů, výsledky a metodickými nedostatky. (Tulder, 2007)

Faktory podílející se na vzniku SOP jsou jednostranná práce, trvalé statické napětí svalů, psychická zátěž, stres a křečovitost. U počítačových pracovníků pak stupňující se projevy SOP souvisí především s historií možných předchozích zranění, vadným držením těla, nedostatkem vhodné pohybové aktivity a špatnou fyzickou ergonomií na pracovišti. (Daňková, 2001)

2.4.4 Patofyziologie

Existuje několik hypotéz, které se zabývají patofyziologií syndromu z opakovaného přetížení, ale žádná z dostupných hypotéz není dostatečně podložena vědeckými důkazy. Přestože se tato porucha zpočátku jeví jako distální, jedná se

pravděpodobně o difúzní neuromuskulární poruchu. Mechanické (v důsledku elastické deformace pojivové tkáně může dojít k zvýšení tlaku uvnitř svalu) a fyziologické (elektrochemická a metabolická nerovnováha) změny mohou způsobit poškození svalové tkáně, a následně se mohou objevit známky přetížení. Dlouhodobé statické zatížení spojené s nepřetržitou svalovou kontrakcí může vést k sníženému lokálnímu prokrvení a svalové únavě. V důsledku toho jsou nociceptory více senzitivní a práh bolestivosti se snižuje. Jiné hypotézy naznačují, že zdrojem poruchy mohou být časté svalové kokontrakce a změny v propriocepci. Někteří vědečtí pracovníci uvádějí, že přetížení šlach v důsledku stereotypně se opakujících pohybů a zatížení způsobuje syndrom z opakovaného přetížení. Jsou známé čtyři patologické mechanismy vzniku zánětu šlach: snížená elasticita šlachy, tření mezi šlachou a šlachovou pochvou, šlachová únava, a mechanicky vyvolané lokální zvýšení teploty. Většina pacientů se zánětlivou tendopatií vykazují po delší čas symptomy degenerace kolagenních vláken. Funkce periferních nervů může být narušena mechanickým přetížením. Například u syndromu karpálního tunelu studie prokázaly, že specifická poloha ruky, zápěstí a prstů snižuje zatížení ruky, a oproti tomu zvýšený zevní tlak na dlaň a volární plochu zápěstí zvyšuje tlak na karpální tunel na úroveň ohrožující funkčnost nervu. Tlak v okolní tkáni, snížená elasticita, vibrace, a přímá komprese nervů může snížit rychlost vedení nervem. (Tulder, 2007)

2.4.5 Diagnostika

Neexistuje zlatá střední cesta pro testování syndromu z opakovaného přetížení. Ve většině případů je diagnostika stanovena na základě anamnézy, fyzikálního vyšetření, včetně stanovení rozsahu kloubní pohyblivosti a kloubní vůle, svalové síly, bolesti, svalového napětí, a porovnání pravé a levé končetiny. Pro některé poruchy se používají specifické klinické testy. Pro diagnostiku syndromu karpálního tunelu se využívá Phalenův nebo Tinelův test, dále například elektromyografické vyšetření pro stanovení rychlosti vedení elektrického biosignálu nervem. Elektrodiagnostické testy jako například kondukční studie nebo elektromyografie, mohou být také velmi užitečné v případě, že stanovení klinické diagnózy není jasné. Nevýhodou je, že jejich diagnostická přesnost nebyla dosud prokázána v žádné vysoce kvalitní studii s dostatečně velkým množstvím pacientů. Americká revmatologická společnost vydala kritéria pro diagnostiku chronické epikodilitidy při použití zobrazovacích technik.

Uvádějí, že MRI může poskytnout důležité diagnostické informace pro posouzení epikondilitidy, ale oproti tomu ultrasonografie má již malou výpovědní hodnotu. Nicméně ze systematického přehledu vyplývá, že vyhodnocení MRI nálezů u epikondilitid bylo sporné, protože zkoumané diagnostické studie byly málo kvalitní. Navíc je MRI spojena s vysokými finančními náklady. Níže uvedený přehled v tabulce rozeznává 27 klasifikačních systémů syndromu z opakovaného přetížení. Tyto systémy se lišily v poruchách, které obsahovaly, v názvech, které byly poruchám přiřazeny, a v kritériích používaných k popisu těchto poruch. Palmer a jeho kolegové shrnuli tři nové postupy klasifikace syndromu z opakovaného přetížení, což může ulehčit jeho diagnostikování. Všechny navrhované klasifikace kategorizovaly syndrom z opakovaného přetížení na specifické a nespecifické poruchy. Mezi symptomy specifických poruch patří hlavně bolest, ztuhlost, bolestivost, otok nebo parestézie v oblasti krku, ramen, loktů, ruky a zápěstí. Nespecifická porucha je diagnostikována v okamžiku, kdy jsou vyloučeny specifické diagnózy a onemocnění. Strukturované vyšetření bylo vyvinuto pro diagnostiku a klasifikaci syndromu z opakovaného přetížení na základě jednoho z klasifikačních systémů uvedeného na obrázku číslo 3. V prvním sloupci tabulky jsou obtíže rozděleny dle lokalizace - krk, rameno, loket, zápěstí a ruka, karpální tunel a lokalizace difúzního charakteru. V následujících třech sloupcích tabulky jsou obtíže blíže charakterizovány a specifikovány dle jednotlivých autorů. V současné době není znám jiný klasifikační systém syndromu z opakovaného přetížení, který by byl používán. (Tulder, 2007)

	Harrington ^a	Skutte ^b	Hellwedl ^c
Neck	-	Radiating neck complaints: at least intermittent pain or stiffness in the neck and pain or paraesthesia in one or more upper extremity regions, associated with head movements for more than 4 of the past 7 days and pain in upper extremity on active or passive cervical rotation	-
Shoulder	Rotator cuff tendonitis: history of pain in the deltoid region and pain on resisted active movement (abduction—supraspinatus; external rotation—infraspinatus; internal rotation—subscapularis) Bicipital tendonitis: history of anterior shoulder pain and pain on resisted active flexion or supination of the forearm Capsulitis: history of pain in the deltoid area and equal restriction of active and passive glenohumeral movement with capsular pattern (external rotation—adduction—internal rotation)	Rotator cuff syndrome: at least intermittent pain in the shoulder region without paraesthesia, which is worsened by active elevation of the upper arm for more than 4 of the past 7 days and at least one other positive test: (a) pain on resisted shoulder abduction, external rotation, or internal rotation; (b) resisted elbow flexion; or (c) painful arc	Tendonitis: limitation of abduction of the shoulder; painful arc on abduction of the shoulder; shoulder pain; sleep disturbance
Elbow	Lateral epicondylitis: epicondylar pain and epicondylar tenderness and pain on resisted extension of the wrist Medial epicondylitis: epicondylar pain and epicondylar tenderness and pain on resisted flexion of the wrist	Lateral or medial epicondylitis: at least intermittent, activity dependent pain localised around the lateral or medial epicondyle for more than 4 of the past 7 days and local pain on resisted wrist extension (lateral) or wrist flexion (medial) Cubital tunnel syndrome: at least intermittent paraesthesia in the 4th and 5th digit, or both, or the ulnar border of the forearm, wrist, or hand for more than 4 of the past 7 days and a positive combined pressure and flexion test Radial tunnel syndrome: pain in the lateral elbow region or forearm muscle mass of wrist extensors/supinator or weakness on extending the wrist and fingers for more than 4 of the past 7 days and tenderness in supinator region on palpation over the radial nerve 4–7 cm distal to the lateral epicondyle and at least one other positive test: (a) resisted forearm supination; or (b) resisted middle finger extension	Lateral epicondylitis: pain or tenderness or pain on loading relevant muscle at lateral epicondyle
Wrist and hand	De Quervain's disease: pain over the radial styloid and tender swelling of the extensor compartment and either pain reproduced by resisted thumb extension or positive Finkelstein's test Tenosynovitis: pain on movement localised to the tendon sheath of the wrist and reproduction of pain by resisted active movement	De Quervain's tenosynovitis: intermittent pain or tenderness localised over the radial side of the wrist, which may radiate proximally to the forearm or distally to the thumb for more than 4 of the past 7 days and at least one other positive test: (a) Finkelstein's test; (b) resisted thumb extension; or (c) resisted thumb abduction Peritendinitis or tenosynovitis: intermittent pain or ache in the ventral or dorsal forearm or wrist region for more than 4 of the past 7 days and provocation of symptoms during resisted movement of the muscles under the symptom area and reproduction of pain during palpation of the affected tendons or palpable crepitus under symptom area or visible swelling of dorsal wrist or forearm Guyon's canal syndrome: intermittent paraesthesia in the palmar ulnar nerve distribution of the hand, distal to the wrist or pain in the ulnar innervated area of the hand, which may radiate to the forearm for more than 4 of the past 7 days and at least one other positive test: (a) weakness or atrophy in the ulnar innervated intrinsic hand muscles; (b) Tinel's sign; (c) reversed Phalen test; or (d) pressure test over the Guyon's canal	Tenosynovitis: pain on movement of tendon or swelling of tendon sheath or triggering, locking, or noise on tendon located in finger flexor or extensor tendon, or thumb flexor, extensor, or abductor tendon
Carpal tunnel	Carpal tunnel syndrome: pain or paraesthesia or sensory loss in the median nerve distribution and other positive test: (a) Tinel's test; (b) Phalen's test; (c) nocturnal exacerbation of symptoms; (d) motor loss with wasting of abductor pollicis brevis; or (e) abnormal nerve conduction time	Carpal tunnel syndrome: intermittent paraesthesia or pain in at least two of the first three digits, which might also be present at night (producing pain in the palm, wrist, or radiate proximally to the wrist) for more than 4 of the past 7 days and at least one other positive test: (a) flexion-compression test (b) carpal compression test (c) Tinel's sign; (d) Phalen's sign; (e) 2-point discrimination test; or (f) resisted thumb abduction or motor loss with wasting of abductor pollicis brevis	Carpal tunnel syndrome: paraesthesia or numbness in median nerve distribution; pain at night; paraesthesia in a peripheral nerve distribution; or diminished power related to a peripheral nerve at the wrist
Non-specific disorders	Non-specific diffuse forearm pain: pain in the forearm in the absence of a specific diagnosis (sometimes includes: loss of function, weakness, cramp, muscle tenderness, atrophy, or slowing of fine movements)	Non-specific upper extremity musculo-skeletal disorders: Diagnosis by exclusion	-

Table 1: Suggested classifications for RSP^a

Obr. 3: Klasifikační systém syndromu z opakovaného přetížení (Tulder, 2007)

2.4.6 Léčba

Pacienti s nespecifickými poruchami spadají do péče lékařů a fyzioterapeutů. Jednou z možností léčby je cvičení, které přináší úlevu, snižuje intenzitu příznaků, popřípadě je plně eliminuje a také zlepšuje kvalitu života. U některých pacientů je vhodné použít manuální terapii, jako je například chiropraxe nebo osteopatie. Jestliže jeden druh terapie selže a nedochází ke zmírnění příznaků, doporučují se multidisciplinární rehabilitační programy, ačkoliv není prokázána efektivnost této léčby. Mezi další možnosti léčby patří behaviorální terapie, masáže, multidisciplinární rehabilitace, dlahy a ergonomická klávesnice. Efekt výše zmíněných možností není ale nijak vědecky podložen. Pro pacienta je velmi důležitá možnost vrátit se do zaměstnání

a snížení délky pracovní neschopnosti. Nicméně u tří studií, které se zabývaly efektivností jednotlivých druhů léčeb, nebyly pozorovány signifikantní rozdíly ve výsledcích, z čehož vyplývá, že nelze doporučit konkrétní strategii v léčbě ke snížení trvání pracovní neschopnosti. (Tulder, 2007)

	Intervention	Number of trials
Beneficial	Local corticosteroid injections (short-term)	2
	Oral corticosteroids (short-term)	3
	Wrist splint	3
Trade-off between benefits and harms	Endoscopic carpal tunnel release versus open carpal tunnel release	12
	Surgery or non-surgical intervention	4
Unknown effectiveness	Local corticosteroid injections (long-term)	0
	Non-steroidal anti-inflammatory drugs	1
	Oral corticosteroids (long-term)	0
	Pyridoxine	2
	Nerve and tendon gliding exercises	1
	Therapeutic ultrasound	2
	Yoga	1
	Carpal bone mobilisation	1
	Unlikely to be beneficial	Diuretics
	Internal neurolysis in conjunction with open carpal tunnel release	6
Likely to be ineffective or harmful	Wrist splints after carpal tunnel release surgery	3

Table 2: Common interventions for carpal tunnel syndrome.⁵

Obr. 4: Efektivnost jednotlivých druhů intervencí zvolených při diagnóze syndrom karpálního tunelu (Tulder, 2007)

2.4.7 Závěry

Neexistuje shoda pro používání termínu „syndrom z opakovaného přetížení“ (nebo jakýkoliv jiný termín) a je velmi málo známo o patofyziologii této poruchy. Důkazů o rizikových faktorech přibývá, ale účinky těchto rizikových faktorů nejsou dost dobře známy a běžně používané diagnostické testy pro syndrom z opakovaného přetížení nemají empirický základ. Přesto se syndrom z opakovaného přetížení vyskytuje poměrně často, zejména u pracujících. Velká část lidí se specifickými nebo nespecifickými příznaky bude hledat radu u lékaře. Existuje mnoho možností léčby a jsou běžně používány v každodenní praxi u pacientů se specifickými a nespecifickými příznaky, jako je například odpočinek, léky, pohybová terapie, fyzikální léčba, behaviorální terapie, ergoterapie, nebo kombinace jednotlivých typů léčby. Některé léčebné zásahy indikované u syndromu z opakovaného přetížení by mohly být poměrně účinné při ovlivňování bolesti, ale existuje jen velmi málo studií, které by se věnovaly

efektivitě jednotlivých léčebných zásahů a hodnotily, zda došlo ke zlepšení ve smyslu snížení nemocnosti a možnosti návratu do zaměstnání. Některé studie hodnotily průběh syndromu z opakovaného přetížení bez léčebného zásahu a ukázaly, že u některých pacientů došlo ke zlepšení i bez léčby. Nicméně, žádná z dostupných studií nesledovala zkoumaný vzorek pacientů dostatečně dlouho dobu. Efektivita léčby bude zvýšena v případě, že bude identifikována skupina pacientů, u kterých dojde ke zlepšení i bez léčebného zásahu, a léčba bude poskytnuta pouze skupině pacientům se špatnou prognózou. Při léčbě diagnóz, jako například De Quervainova choroba, syndrom Guyonova kanálu, peritendonitida nebo tenosinovitida zápěstí a syndrom radiálního tunelu, není možné poskytnout nějaký doporučený léčebný postup, jelikož data získaná při hodnocení efektivity jednotlivých léčebných zásahů u randomizovaných studií nejsou k dispozici. Randomizované studie, které zkoumaly pouze pacienty se syndromem z opakovaného přetížení, se vyskytují vzácně a ne všechny dokončené klinické studie obsahují výsledky související se zaměstnáním. V současné době není tedy možné doporučit ten nejlepší léčebný postup nebo tu nejefektivnější léčebnou intervenci, jelikož mnoho studií má metodologické nedostatky a zkoumaný vzorek pacientů je příliš malý, což by mohlo zkreslit konečné výsledky. Pro provedení kvalitní studie, která se bude zabývat hodnocením efektivity jednotlivých terapeutických postupů, je nutné mít dostatečně velký vzorek pacientů, který bude dlouhodobě sledován. V budoucnu provedené studie by měly rovněž zahrnovat vyhodnocení vztahu náklady - efektivnost. Syndrom z opakovaného přetížení zůstane kontroverzním tématem, dokud nebude stanovena jasná definice této poruchy a nebudou předloženy důkazy o účinnosti léčby. (Tulder, 2007)

2.5 „Text Message Injury“

Vzrůstající obliba psaní SMS na mobilním telefonu dala možnost vzniknout novému typu zranění, které se označuje jako „Text Message Injury“. TMI patří do skupiny onemocnění, která se nazývají souhrnným názvem „Repetitive Strain Injury“ neboli syndrom z opakovaného přetížení. RSI se popisuje jako bolest spojená se ztrátou funkce v postižené končetině vznikající v důsledku stereotypně se opakujících pohybů nebo trvalé statické zátěže. TMI je obvykle způsobeno přetížením palce při psaní SMS na mobilním telefonu. (Ong, 2009)

Poloha ruky, frekvence, rychlost, zrychlení a trvání pohybů ruky jsou považovány za důležité faktory, které mohou hrát podstatnou roli při vzniku a vývoji myoskeletálních poruch horní končetiny způsobených prací. Jestliže je zápěstí po delší čas ve flexi, dochází k útisku n. medianus šlachami, a v důsledku toho se zvyšuje tlak v karpálním tunelu. Práce spojená s pohybem ruky, palce nebo prstů, při které dochází k vysokému počtu opakování, statickému zatížení nebo dosažení maximální možné polohy segmentu, může vést k bolesti a diskomfortu, což může snižovat pracovní výkonnost a popřípadě vést k pracovní neschopnosti. Zvýšené riziko vzniku osteoartrózy palce bylo hlášeno u řady zaměstnání, při kterých je palec opakovaně používán. De Quervainova tenosynovitida je charakterizována bolestí na palcové straně zápěstí, jelikož dochází ke zbytnění vazivových struktur v blízkosti šlach, což může vést následně k přetížení palce. Rozšířené a velmi časté používání mobilních telefonů a dalších zařízení pro informační a komunikační technologii, by mohlo vystavit palec a prsty přetížení, které může vyvolat bolest a může vést ke vzniku myoskeletálních poruch v oblasti palce a přilehlých kloubních spojení. (Jonsson, 2010)

Používání mobilního telefonu k odesílání nebo přijímání emailů a krátkých textových zpráv či k přístupu na internet je stále na vzestupu. Jelikož počet uživatelů neustále roste, dostalo se této tématice pozornosti i v tisku a v klinické literatuře se diskutuje o možných negativních vlivech mobilního zařízení na lidské zdraví, zejména na vznik myoskeletálních poruch v oblasti horní končetiny. Bylo například vytvořeno označení jako „text messengers thumb“, ale existuje jen velmi málo důkazů na podporu této asociace. Ačkoliv nebyly hlášeny žádné epidemiologické studie, případové studie a laboratorní studie naznačují, že mobilní telefony jsou potenciálním rizikovým faktorem pro vznik myoskeletálních poruch. Kasuistiky naznačují souvislost mezi počtem úderů do klávesnice a poruchami v oblasti ruky, konkrétně De Quervainovou tenosynovitiidou a osteoartritidou CMC kloubu palce. (Berolo, 2011)

2.5.1 Fyzikální vlivy a rizika spojená s užíváním mobilního telefonu

Nicméně v současné době není dostatek znalostí a informací o možných fyzikálních vlivech a rizicích spojených s užíváním mobilního telefonu a zároveň není známo, jak nejlépe měřit a charakterizovat tyto vlivy. S každou novou generací mobilních telefonů přichází další specifické nové vestavěné funkce, které vedou ke zvýšení hladiny expozice fyzikálních vlivů. Dalším problémem nových typů telefonů

jsou čím dál tím rozměrově menší klávesnice. U mladší generace mohou mít tyto expozice vliv na nárůst myoskeletálních struktur.

Fyzikální vlivy spojené s používáním klasické počítačové klávesnice byly zkoumány v několika studiích. Významným rizikovým faktorem pro vznik myoskeletálních poruch v oblasti krku, ramen nebo horních končetin bylo označeno používání VDU po delší čas nebo nevhodně zaujatá poloha při práci. Několik studií zkoumalo pohyby prstů ve vztahu k používání počítačové klávesnice, stejně jako pohyby prsty při používání myši. Nepřetržité a dlouhodobé držení myši, opakující se stlačení palcem při pipetování, stereotypně se opakované pohyby palce (psaní SMS, hra na klavír) byly identifikovány jako rizikové faktory, které mohou vést k poruchám v oblasti palce a svalů předloktí a palce. (Gustaffson, 2010)

Opakující se a přetrvávající statická poloha palce přetěžuje vnější i vnitřní muskulaturu palce. Dále také psaní SMS na mobilním telefonu vyžaduje, aby se uživatel díval prudce dolů, nebo aby držel horní končetinu v elevaci, což by také mohlo vést k únavě a bolesti v oblasti krku nebo ramen. (Berolo, 2011)

Kucer (2010) ve své studii sledoval možný vliv dlouhodobého používání mobilního telefonu. Mezi zkoumané symptomy patří bolesti hlavy, závratě, extrémní podráždění, zapomnětlivost, neuropsychologické potíže, snížení reflexů, tinitus a snížení pozornosti. Studie byla provedena mezi 146 náhodně vybranými studenty univerzity v Kocaeli, v Turecku. Byla použita dotazníková metoda. Výsledky potvrdily, že používání mobilního telefonu může způsobit extrémní podráždění, snížení reflexů, závrať a zapomnětlivost. Existuje pouze jen několik málo publikací, které se zabývají dlouhodobým užíváním mobilních telefonů. Proto by tyto příznaky měly být do budoucna prověřeny pomocí experimentální studie. (Kucer, 2010)

2.5.2 Terminologie

Kromě označení „Text Message Injury“ existují i jiné výrazy jako například „Blackberry Thumb“ a „Gamers Thumb“. (Ong, 2009) Per Jonsson (2010) ve své práci uvádí, že některé poruchy související s palcem a vznikající v důsledku dlouhodobého užívání mobilního telefonu nebo jiného zařízení, dostaly název jako „Nintendonitis“ nebo „Blackberry Tumb“, přičemž název se vždy vztahuje k zařízení, jež poruchu způsobilo. (Jonsson, 2010)

V důsledku nadměrného užívání mobilního telefonu mohou lidé zaznamenat nástup symptomů jako bolest, pálení, brnění, mravenčení v ulnární části předloktí nebo v ruce. Tato konstelace symptomů označována v tisku jako „cell phone elbow“ je známa v lékařské terminologii jako syndrom kubitálního tunelu – druhá nejčastěji se vyskytující nervová komprese v oblasti horní končetiny po syndromu karpálního tunelu. Ke kompresi n. ulnaris dochází při déle trvající flexi v loketním kloubu, jako například při telefonování nebo při spánku, kdy dochází ke zvýšení napětí a samotný nerv může prodloužit svou délku o 4,5 až 8 mm. (Darowish, 2009)

2.5.3 Pohyb palce při psaní SMS

„Text messaging“ obvykle zahrnuje použití palce jedné ruky k psaní na klávesnici mobilního telefonu. Výsledný pohyb palce zahrnuje následující pohyby: flexe – extenze, abdukce – addukce a opozice. Tyto pohyby se vyskytují současně ve třech dimenzích, a proto je obtížné určit výslednou kinematiku palce. (Ong, 2009)

Ong (2009) ve své studii vyhodnocuje pohyb palce a velikost vynaložené síly při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Pohyb směrem do flexe – extenze se nejvíce vyskytoval v IP a MCP kloubu palce. Maximální flexe v IP kloubu palce měla hodnotu $20,2^{\circ}$ při použití tlačítka „*“. V MCP kloubu palce byla maximální hodnota flexe zjištěná při používání tlačítka „#“ a měla hodnotu $18,3^{\circ}$. Rozsah pohybu směrem do abdukce – addukce v MCP a CMC kloubu palce byl menší než flexe – extenze a opozice. Maximální abdukce v MCP a CMC kloubu měla hodnotu $7,2^{\circ}$, respektive $8,7^{\circ}$ pro tlačítko „*“. Nejvyšší hodnota pro opozici palce v MCP a CMC kloubu byla 17° na tlačítku „4“ a $13,5^{\circ}$ na tlačítku „9“. Při psaní krátkých textových zpráv se nejčastěji objevuje pohyb směrem do flexe v IP kloubu, a opozice palce v MCP kloubu. Při používání tlačítek v pravém sloupci klávesnice nedochází k vynaložení síly v tak velké míře jako při používání tlačítek ve zbylých dvou sloupcích klávesnice. Výsledky této studie ukázaly, že síla/úsilí, které je třeba vynaložit pro stisknutí tlačítka klávesnice při psaní na klávesnici mobilního telefonu, má nejvyšší hodnoty při rychlých úhlových změnách polohy, a to směrem do flexe v IP kloubu a při opozici v MCP kloubu.

2.5.4 Svalová aktivita při psaní SMS

Ve studii Jonsson (2010) byla elektromyografická aktivita registrována na čtyřech vybraných svalech předloktí a palce: m. extensor digitorum communis (ED), m.

abductor pollicis longus (APL), m. interosseus dorsalis I. (FDI) a m. abductor pollicis brevis (APB). Je známo, že tyto svaly se podílejí na úchopu (Gustaffson, 2010) a ED a FDI byly již dříve testovány ve studiích zabývajících se ergonomií práce spojenou s používáním počítačové jednotky.

Překvapivě bylo ve studii Jonsson (2010) zjištěno několik korelací mezi pohybem palce a svalovou aktivitou vybraných svalů palce. Subjekty s vyšší úhlovou rychlostí směrem do abdukce – addukce vykazovaly zvýšenou aktivitu APB. U subjektů, u kterých byl pozorován ve větší míře addukovaný palec, byla naměřena vyšší EMG aktivita u APL. To bylo pro vědce poněkud nečekané, jak samy uvádějí, jelikož funkcí tohoto svalu je radiální abdukce a repozice v TMC kloubu palce (Jenkins, 2009; Čihák, 2003). Nicméně APL také stabilizuje zápěstí a bazální kloub palce (Van Oudenaarde, 1995). ED a FDI nejsou přímo predisponovány pro pohyby palce, ale zdá se, že jsou zapojeny do procesu stabilizace a uvolnění ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Vyšší svalová aktivita ED, poukazující na stabilizaci zápěstí, se objevovala u subjektů s vyšší úhlovou rychlostí směrem do abdukce – addukce a zároveň převažovala addukovaná poloha palce při plnění zadaného úkolu. Dynamická funkce APL při pohybu palce při psaní krátkých textových zpráv není nijak výrazná. Pro ED se maximální hodnoty v elektromyografickém záznamu objevily ve stejném čase jako maximální hodnoty pohybu směrem do abdukce. Toto zjištění bylo pro vědce poněkud matoucí, jelikož ED je stěžejní sval podílející se na abdukci palce, ale zdá se však, že je významným stabilizátorem zápěstí při maximální abdukci palce. ED stabilizuje zápěstí při rychlých pohybech palce, ale nepodílí se přímo na pohybech palce. U APB byla pozorována přímá korelace mezi úhlovou rychlostí směrem do abdukce – addukce a svalovou aktivitou. Toto se předpokládalo, jelikož APB je abduktorem palce. (Jonsson, 2010)

Ve studii Gustaffson (2010) byla svalová aktivita registrována v m. extensor digitorum, m. interosseus dorsalis I., m. abductor pollicis brevis a m. trapezius pars descendens bilaterálně. Dále byl využit elektrogoniometr k zaznamenání pohybů a polohy palce. V následující tabulce jsou zaznamenány naměřené hodnoty elektromyografické aktivity vybraných svalů při psaní SMS na mobilním telefonu v různých pozicích.

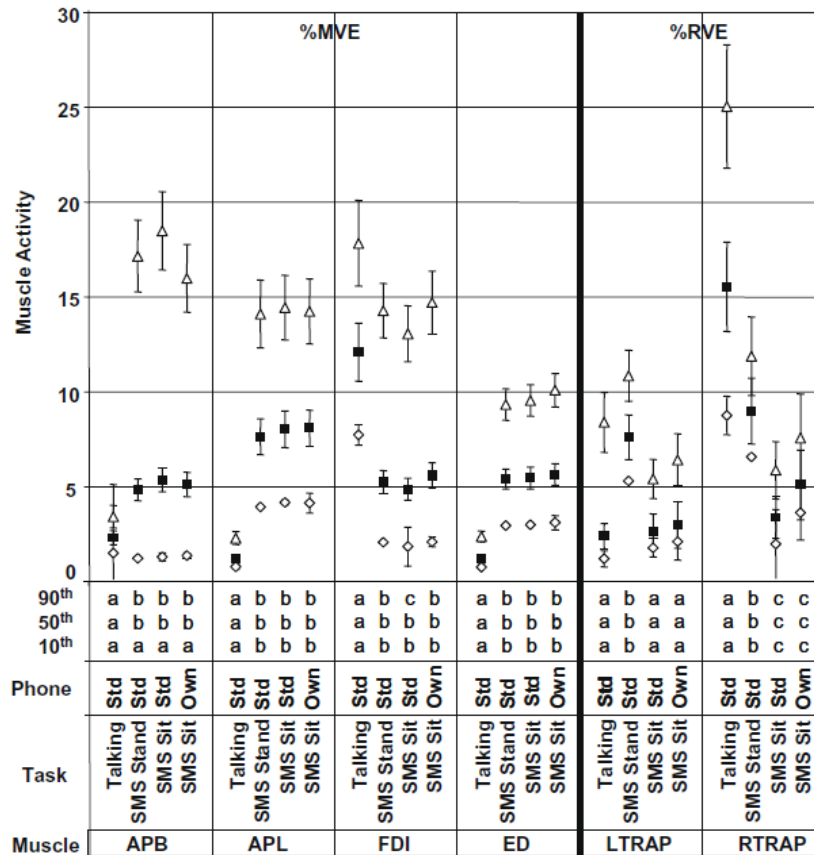


Fig. 2. 10th (\diamond), 50th (\blacksquare) and 90th (\triangle) percentile muscle activity levels measured from subjects ($n=24$) while talking on the standard phone, entering an SMS message on the standard phone while standing, entering an SMS on the standard phone while sitting and entering an SMS on their own phone while sitting. Group means and one standard error are presented. For the 10th, 50th and 90th muscle activity levels, tasks with different letters are significantly different (adjusted for group and gender). (APB = abductor pollicis brevis; APL = abductor pollicis longus; FDI = first dorsal interosseus; ED = extensor digitorum; LTRAP = left trapezius; RTRAP = right trapezius).

Obr. 5: Úroveň svalové aktivity měřená u subjektů ($n=24$) při používání standardního telefonu:

- a) při mluvení, b) ve stoji při psaní SMS, c) vsedě při psaní SMS a při používání vlastního telefonu vsedě při psaní SMS. (Gustafsson, 2010)

Výsledky ukázaly, že poloha těla (sed nebo stoj) a typ zadaného úkolu (volání versus psaní SMS) ovlivňují svalovou aktivitu a polohu palce. Ženy ve srovnání s muži vykazovaly vyšší aktivitu m. extensor digitorum communis a m. abductor pollicis longus při psaní SMS a inklinovaly k většímu rozsahu pohybu směrem do abdukce a k vyšší úhlové rychlosti při pohybech palce. Střední svalová aktivita se při psaní SMS na mobilním telefonu pohybovala v rozmezí 5-8% MVE u svalů předloktí a pod 5% RVE (1% MVE) u trapézového svalu. Ve srovnání s již dříve hlášenými středními hodnotami svalové aktivity, které byly naměřeny při užívání počítačové jednotky, včetně držení a kliknutí myši a stisknutí klávesy, byly úrovně svalové aktivity při psaní SMS na mobilním telefonu relativně nízké. (Gustafsson, 2010)

2.5.5 *Kazuistiky*

Nadměrné užívání mobilního telefonu spojené s pravidelným psaním krátkých textových zpráv bylo pravděpodobně hlavní příčinou vzniku artrózy CMC kloubu palce u 48letého pacienta. Pacient si stěžoval na izolovanou bolest a otok v základním kloubu palce levé ruky. Problém trval 2 roky a stále se zhoršoval. Postupem času se objevily stejné symptomy i u palce pravé ruky, jelikož se zhoršující se bolestí palce levé ruky změnil pacient horní končetinu pro psaní SMS. RTG vyšetření následně ukázalo subluxaci a artritidu CMC kloubu levého palce. Pacient neměl horečku nebo jiné příznaky. Při odebrání anamnézy pacient sám uvedl, že poslední tři roky velmi intenzivně užíval mobilní telefon, zejména psaní SMS. Následně byla úspěšně provedena artroplastika postiženého kloubu. Půl roku po operaci nezaznamenal pacient žádnou bolest na levé ruce a bolest na pravé straně byla mnohem lepší od doby, kdy se snížilo užívání mobilního telefonu na minimum. (Ming, 2006)

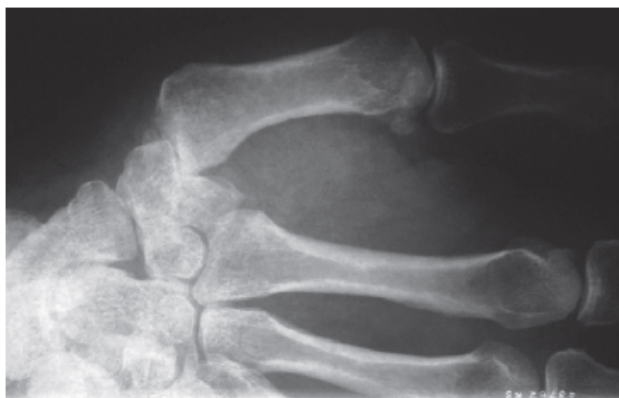


Fig. 1. First carpometacarpal, 48 years, with pain and swelling at the base of the left thumb for 2 years. The picture shows semi-dislocation and rough joint surface in the first carpometacarpal joint.

Obr. 6: RTG zobrazení částečné dislokace a poškození kloubního povrchu prvního CMC kloubu palce (Ming, 2006)

V časopise „The Medical Journal of Australia“ Menz (2005) popisuje kasuistiku 13leté dívky. Dívka přišla s akutním otokem v distální části na radiální polovině předloktí pravé horní končetiny. Otok přetrvával již druhý den. V anamnéze nebylo zjištěno žádné trauma nebo změny v běžných denních aktivitách. Další vyšetřování odhalilo, že dívka dostala v prosinci mobilní telefon s kreditem nabitým na 100 dolarů, který musel být vyčerpán během dvou měsíců. To se rovná 300 SMS, nebo 10 SMS na jeden den, jestliže všechen kredit byl využit pro odesílání SMS. Nový telefon

umožňoval napsat SMS o 760 znacích namísto obvyklých 160. Pacientka používala k psaní SMS pouze pravý palec. Vyšetření předloktí pacientky odhalilo tuhý otok na dorzální straně předloktí na jeho radiální straně v distální části (pravděpodobně zahrnoval dlouhý abduktor nebo extenzor palce). Bolest byla přítomna při retropozici palce a dorzální flexi zápěstí. Předpokládaná diagnóza „Texting Tendinitis“ byla stanovena. Doporučen byl klid a následně užívání obou rukou k psaní SMS. Menz (2005) v závěru svého sdělení doporučuje výrobcům mobilních telefonů zahrnout do označení svých výrobků i varování o nebezpečí zranění v důsledku nadužívání mobilního telefonu.

2.6 Kineziologie zápěstí a ruky

Distálním článkem horní končetiny je ruka. Již při studiu anatomie „opěrné složky“ tohoto segmentu horní končetiny je třeba mít stále na mysli základní postulát funkční anatomie ruky: základním prototypovým pohybovým projevem ruky je úchop. Ať je úchop prováděn jakkoliv, vždy jde v podstatě o flexi tříčlánkových prstů, doprovázenou opozicí palce. V souladu s požadavky na zajištění této hlavní funkce je ruka dále velmi bohatě a jemně členěna. Toto členění je zřejmé již na skeletu ruky, který je složen z osmi zápěstních kostí, pěti záprstních kostí a čtrnácti článků prstů.

Z funkčního hlediska je ruka složena ze dvou paprsků: mediálního (4. a 5. prst) a laterálního (1. a 2. prst). Třetí prst má nestabilní polohu. Koncepti dvou paprsků odpovídá i zatížení ruky, které se při převážné většině pohybů koncentruje právě na vnitřní a zevní okraj ruky. (Dylevský, 2009)

Zápěstí a ruka umožňují vykonávat značné množství pohybů, které jsou pod přímým volním vlivem (kortikospinální dráhy). Akrum horní končetiny začíná radiokarpálním skloubením a končí posledními falangeálními články. Do oblasti ruky pak musíme započítat ještě z hlediska funkce distální radioulnární kloub, který se také účastní pohybů ruky a při jehož dysfunkci jsou porušeny zejména dukční pohyby.

Četná skloubení ruky umožňují velmi složité a rozmanité pohyby, jejichž souhra je potřebná pro kvalitní úchopovou funkci ruky. Lidská horní končetina je unikátem v živočišné říši – obratnost její akrální části umožnila rychlý rozvoj civilizace. (Kolář, 2009)

2.6.1 Kinetika a kinematika kloubů palce

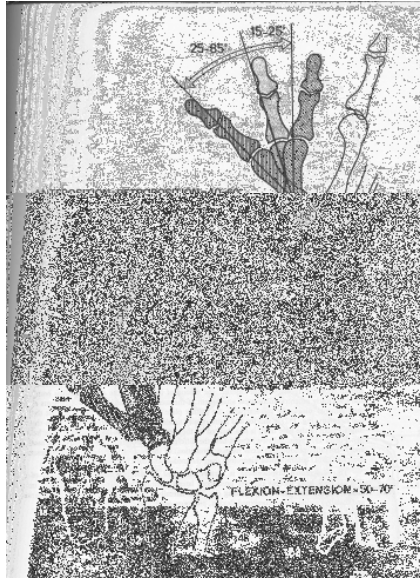
Palec hraje jedinečnou roli ve funkci ruky. Je zásadní pro vytvoření klešťového úchopu a pro rozvoj silového úchopu s ostatními prsty. Může se také podílet na dynamickém úchopu. Bez palce ztrácí ruka velkou část svých schopností. Tato výhradní role palce ve funkci ruky je částečně podmíněna jeho umístěním v přední části dlaně a před ostatními prsty, což umožňuje pohyb palce směrem k prstům (opozice) nebo směrem od prstů (kontrapozice). Tento kombinovaný pohyb je umožněn také díky pozoruhodné funkční pružnosti palce, která je podmíněna zvláštním uspořádáním kostně-kloubních struktur a svaly palce.

Kapandji (1990) zahrnuje mezi klouby palce i skloubení mezi os scaphoideum a os trapezium, které umožňuje os trapezium pohyb velmi malého rozsahu směrem dopředu po povrchu os scaphoideum v její distální části. V tomto místě je zahájen pohyb směrem do flexe. (Kapandji, 1990)

2.6.1.1 CMC kloub palce

Karpometakarpální skloubení palce je funkčně velice významné. Jedná se o kloub sedlový, který dovoluje dvojí vzájemně kolmý pohyb palce vůči os trapezium. V tomto kloubu je tedy možná palmární a dorzální flexe a také abdukce a addukce. V kloubu se však odehrává i rotace. Kombinací těchto pohybů je umožněn pohyb palce do opozice proti ostatním prstům. Sedlový kloub není ovšem na rotaci uzpůsoben (bez rotace však nemůže dojít k opozici), a tak dochází při opozici palce k vyrotování báze metakarpu ze sedla os trapezium a styčné plochy kloubu jsou tímto maximálně zredukovány na vrcholy sedla. Dochází tak vlastně k funkční decentraci kloubu a karpometakarpální kloub je v této pozici nejvíce zranitelný. (Kolář, 2009)

Opozice je základním pohybem palce. Mechanicky vzato, opozice palce je komplexní pohyb, který se variabilně skládá ze tří složek: antepozice, flexe a pronace. (Kapandji, 1990)



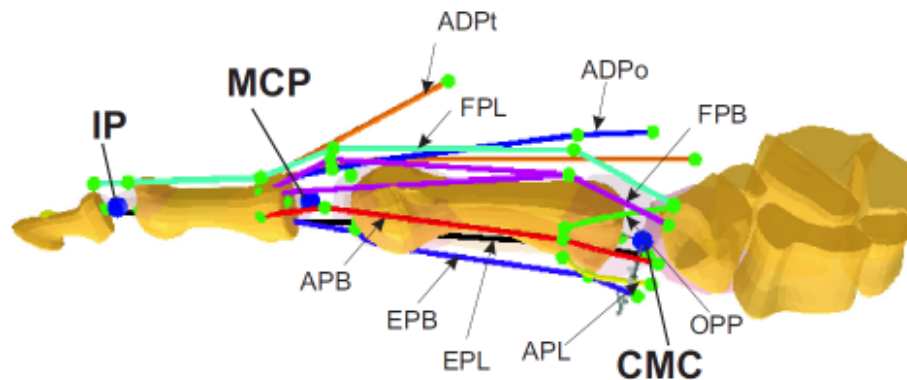
Obr. 7: CMC kloub palce (Kapandji, 1990)

2.6.1.2 MCP kloub palce

Metakarpofalangeální klouby spojují hlavice metakarpálních kostí s proximálními falangy prstů, na jejichž bázích je oválná jamka. Jedná se tedy o klouby kulovitého tvaru s poměrně objemnou hlavicí na metakarpu a mělkou jamkou na bázi falangu. Hlavice metakarpu se palmárně rozšiřuje, takže největší stabilita kloubu je při maximální flexi prstů. Naopak největší labilita kloubů je v maximální extenzi. Tomu také odpovídají rozsahy a možnosti pohybů, které jsou největší právě při extenzi MCP kloubů. Základními pohyby v těchto kloubech je flexe a extenze (flexe do 90^0 a extenze přibližně 10^0), ale při maximální extenzi, když jsou prsty natažené, je možná abdukce i addukce do 30^0 . Postupnými kombinacemi těchto pohybů vzniká kombinovaný krouživý pohyb – cirkumdukce. (Kolář, 2009)

2.6.1.3 IP kloub palce

Jedná se o kladkové klouby, což znamená, že kloubní hlavice je vybavena charakteristickým výstupkem s funkcí vodící lišty a kloubní jamka obsahuje zářez, tedy vodící rýhu. Tento mechanismus kloub stabilizuje a pohyb usměrňuje, avšak zároveň snižuje možné pohybové spektrum. V kloubech dochází jen k flexi a extenzi, přičemž flexe dosahuje u proximálních kloubů do 90^0 a u distálních do 70^0 . (Kolář, 2009)



Obr. 8: Model palce (Wu, 2009)

2.6.2 Svaly palce

Komplikovaný pohyb palce zajišťuje osm svalů. Některé z nich začínají až na předloktí, jiné až na kostře ruky. Rozdělujeme je proto na dlouhé a krátké svaly palce. Krátké svaly palce, které jsou lokalizovány především na volární straně první metakarpální kosti, tvoří tzv. palcový val, označovaný jako thenar. (Dylevský, 2000)

Dlouhé svaly palce: *m. flexor pollicis longus*, *m. extensor pollicis longus*, *m. extensor pollicis brevis*, *m. abductor pollicis longus*. Kapandji označuje dlouhé svaly palce také jako vnější svaly. *M. abductor pollicis longus*, *m. extensor pollicis brevis*, *m. extensor pollicis longus* působí zejména na kloub palce a všechny tři jsou extenzory. Abduktor a extenzory uvolňují stisk, zatímco flexor zpevňuje a uzamyká úchop. (Kapandji, 1990; Dylevský, 2009)

Krátké svaly palce: *m. abductor pollicis brevis*, *m. opponens pollicis*, *m. flexor pollicis brevis*, *m. adductor pollicis brevis*. Krátké vnitřní svaly jsou uloženy v místě thenarového valu a v I. interoseálním prostoru. Těchto pět svalů umožňuje provádět různé typy úchopů a dále také pohyb palce do opozice. Jejich hlavní funkcí není silový úchop, ale přesný a koordinovaný úchop. (Kapandji, 1990; Dylevský, 2009)

Skupinu vnitřních svalů palce můžeme dále rozdělit dle Kapandji (1990) na laterální a mediální skupinu. Laterální skupinu tvoří *m. flexor pollicis brevis*, *m. opponens pollicis* a *m. abductor pollicis brevis*. Mediální skupinu svalů tvoří *m. interosseus anterior* a *m. adductor pollicis*. *M. opponens pollicis* je aktivní při každém typu úchopu, na kterém se účastní i palec. Výjimkou je paradoxně abdukce palce, kdy sval stabilizuje palec. *M. abductor pollicis brevis* společně s *m. opponens pollicis* spolu

tvoří funkční pár pro opozici palce. Laterální skupina svalů společně s m. abductor pollicis longus realizují opozici palce.

Funkce svalů odpovídá názvům pouze přibližně. Pro klinickou diagnostiku je důležité odlišit addukci od opozice. Funkce malíku je relativně samostatná. Funkce ruky jako celku je dána především funkcí úchopovou a palpační a jejich jinými kombinacemi, které nelze jednoznačně vektorově popsat. (Véle, 2006)

Wu (2009) ve své studii uvádí, že pouze dva svaly, m. extensor pollicis longus a m. flexor pollicis longus, jsou aktivní při pohybu směrem do flexe-extenze v IP kloubu palce. Aktivita ostatních svalů palce je zanedbatelná.

2.6.3 *Musculus opponens pollicis*

M. opponens pollicis má tvar destičky začínající na eminentia carpi radialis. Je kryt musculus flexor pollicis brevis a m. abductor pollicis brevis. Variace tohoto svalu se týkají hlavně spojek s okolními svaly a vzácně může i chybět. (Čihák, 2003)

Silový úchop vyžaduje synergickou funkci vnitřních a vnějších svalů ruky, přičemž většina z nich je inervována n. medianus. Slabost m. abductor pollicis brevis a m. opponens pollicis může být maskována kompenzační aktivitou synergických svalů, jako je například m. flexor digitorum superficialis a m. flexor digitorum profundus. (Geere, 2007)

Výsledky studie Gydíkov (2004) ukázaly, že v m. opponens pollicis se nacházejí tři typy motorických jednotek: 1) rychle se kontrahující, rezistentní vůči svalové únavě, 2) pomalu se kontrahující, rezistentní vůči únavě, 3) rychle se kontrahující, unavitelné. Motorové jednotky typu (1) byly nejmenší, typu (2) ve střední velikosti a motorické jednotky typu (3) největší.

2.6.3.1 *Začátek a úpon svalu*

Začátek svalu je na tuberculum ossis trapezii a přilehlém úseku retinaculum musculorum flexorum. Upíná se po celé délce radiálního okraje palcového metakarpu.

2.6.3.2 *Funkce svalu*

Staví palec do opozice, tj. do úchopové polohy proti ostatním prstům. Opoziční manévry palce je komplexní pohyb, který začíná abdukcí a pokračuje addukcí

s postupnou rotací. *Musculus opponens pollicis* se účastní rotační komponenty pohybu, která staví palec do opozice. (Čihák, 2003)

Rozmaryn (2007) prokázal pomocí analýzy povrchové elektromyografie, že *m. abductor pollicis brevis* je hlavní sval, který se zapojuje při pohybu směrem do abdukce. Menší měrou se na tomto pohybu podílejí *m. opponens pollicis*, *m. abductor pollicis longus* a *m. flexor pollicis brevis*. Dle Kaufman (1999) je *m. opponens* nejvíce aktivní při pohybu směrem do abdukce, méně pak směrem do extenze. Olafsdottir (2005) ve své studii uvádí, že hlavním generátorem síly při pohybu palce směrem do flexe z polohy, kdy se nachází v opozici vůči ostatním prstům, je *m. opponens pollicis*, *m. flexor pollicis brevis* a *m. flexor pollicis longus*.

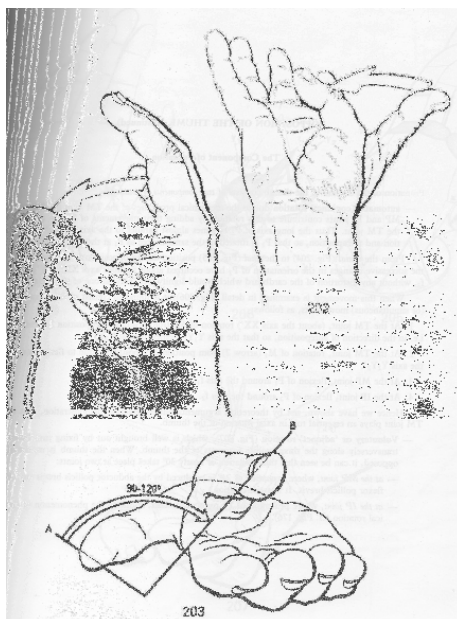
2.6.3.3 *Inervace svalu*

Inervován je z n. medianus a kořenová inervace pochází z C6 a C7. Motorická větev n. medianus inervuje v 50% *m. opponens pollicis*, *m. abductor pollicis brevis* a povrchovou hlavu *m. flexor pollicis brevis*, v 40% zásobuje pouze *m. opponens pollicis* a *m. abductor pollicis brevis*. (Čihák, 2003; Olave, 1996)

2.6.4 *Opozice palce*

Opozice je základním pohybem palce. Mechanicky vzato, opozice palce je komplexní pohyb, který se variabilně skládá ze tří složek: antepozice, flexe a pronace.

M. opponens pollicis je aktivní při každém typu úchopu, na kterém se účastní i palec. Výjimkou je paradoxně abdukce palce, kdy sval stabilizuje palec. *M. abductor pollicis brevis* společně s *m. opponens pollicis* spolu tvoří funkční pár pro opozici palce. Dále opozici palce realizuje laterální skupina vnitřních svalů palce s *m. abductor pollicis longus*. (Kapandji, 1990; Véle, 2006)



Obr. 9: *Opozice palce (Kapandji, 1990)*

2.6.5 Základní funkční postavení ruky

Základní poloha vyváženého postavení ruky před úchopem: zápěstí je extendováno a v lehké addukci, prsty jsou v mírné semiflexi postupně se zvyšující směrem k malíku, palec je ve střední opozici. Funkce m. extensor carpi radialis longus je nutná pro udržení středního postavení ruky. (Véle, 2006)

2.6.6 Základní funkcí ruky je úchop

Úchopová funkce ruky podléhá ontogenetickému vývoji. Tento vývoj nám může posloužit jako diagnostický znak při posuzování vývojových odchylek jedince. První cílený úchop se vyvine na ulnární straně ruky a s rozvojem stereognozie se šíří až na radiální stranu. V 7,5 měsících se u dětí vyvíjí pinzetový úchop, který již dovoluje sbírání a manipulaci s drobnými předměty. Pro úchop jsou velmi důležité pohyby palce a malíku, které spolu s funkcí ostatních prstů a zápěstí vytvářejí hlavní pilíře pro úchopovou funkci ruky. (Kolář, 2009)

Úchopovou funkci ruky lze rozdělit na 6 hlavních typů úchopu, přičemž 4 z nich vyžadují funkci thenaru: (Véle, 2006; Kapandji, 1990)

- 1) Úchop s terminální opozicí palce a ukazováku
- 2) Úchop se subterminální opozicí palce a ukazováku
- 3) Úchop s laterální opozicí
- 4) Úchop palmární s palcovým zámekem

5) Úchop digitopalmární

6) Úchop interdigitální

Velmi často jsou zmiňovány úchopy statické, méně častěji pak úchopy dynamické, při kterých ruka vykonává nějakou další činnost. V tomto případě jedna část ruky drží určitou část objektu, druhá část ruky vykonává nějakou činnost vztahující se k drženému objektu. Existuje nespočetně příkladů tohoto typu úchopu, proto uvedeme pro představu jen pár příkladů: práce se zapalovačem, hra na housle, použití flakonu parfému nebo tématicky k diplomové práci psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. (Kapandji, 1990)



Obr. 10: *Různé typy úchopů (Kapandji, 1990)*

Úchop může být sice prováděn velmi rozdílně, ale v podstatě jde vždy o možnost samostatného ohnutí a natažení druhého až pátého prstu s opozicí palce. Pro vlastní úchop jsou nejdůležitější dlouhé a krátké flexory prstů. Dlouhé svaly jsou silové, krátké generují jemnou motoriku ruky a stabilizují působení extenzorů v metakarpofalangových kloubech.

Vzhledem k dominující funkci ruky, je největšímu zatížení vystaven flexorový komplex ruky. Jeho funkce je nemyslitelná bez antagonistické funkce extenzorového komplexu, který navíc udržuje paralelní, tj. pro úchop optimální postavení labilního

řetězce vzájemně artikulujících kostí – především metakarpů a článků prstů. Zdánlivě jednoduchá funkce ruky „flexe – extenze“, se nesmírně komplikuje nároky na izolovanou hybnost jednotlivých prstů, jejich abdukci a addukci a požadavky na samostatný pohyb prstových článků v nejrozmanitějších kombinacích. (Smrčka, 1995)

2.6.7 Komunikační význam horní končetiny

Ruka spolu s horní končetinou je současně i komunikačním nástrojem, který dodává slovní informaci potřebný emoční důraz, aby efektivně působila. V moderní době počítačů se stává ruka čím dále tím více hlavním komunikačním nástrojem při obsluze klávesnice počítačů a přenosných telefonních přístrojů při odesílání stručných zpráv. Dokonce se mluví o palcové generaci, která komunikuje pouze palcem při odesílání textových zpráv.

Rukou lze vyjádřit myšlenku stejně jako řečí, ale komunikací lze obsáhnout mnohem delší vzdálenost než hlasem, jako je tomu při písemné komunikaci na papíře nebo na stínítku počítače či telefonu přenášejícím text. Přestože zůstává ruka při komunikaci pouze nástrojem, i když velmi dokonalým, odehrává se vlastní komunikace v CNS. (Véle, 2006)

2.7 Neurofyziologické a anatomické aspekty studie

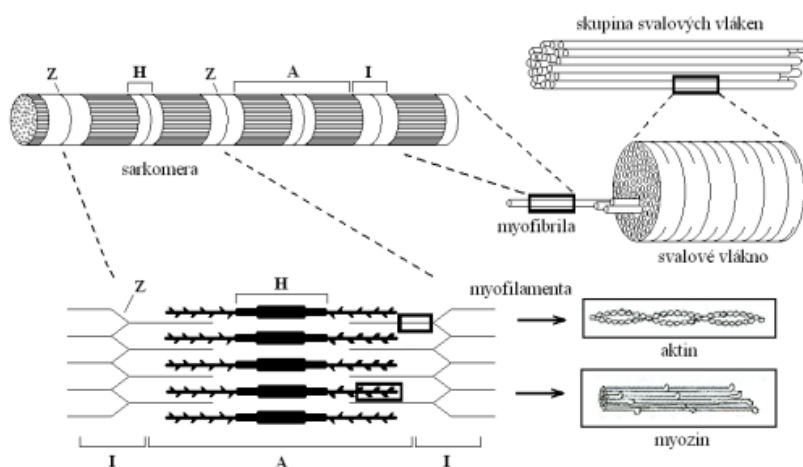
Obecnou vlastností živé hmoty je její kontraktilita. Tato vlastnost, která je společná pro všechny buňky, je nejvíce patrna u svalové tkáně, která svou kontraktilitou generuje svalovou sílu. (Dylevský, 2000)

Svalová tkáň je složena z buněk, které jsou schopny reagovat na podráždění změnou své délky nebo napětí. Slouží k pohybu a udržování polohy organismu v prostoru, tvoří stěny dutých orgánů a umožňuje jejich funkce. V průběhu fylogeneze se vyvinulo několik typů svalů – svaly kosterní, srdeční a hladké. Základní fyziologickou vlastností svalů je dráždivost a stažlivost. Základní fyzikální vlastností svalu je pružnost a pevnost. (Rokyta, 2000)

Svalstvo patří ke vzrušivým tkáním, jehož charakteristickou funkční vlastností je schopnost kontrakce a relaxace. Kontrakce, která navazuje na excitaci vzrušivé buněčné membrány je přímou přeměnou chemické energie na mechanickou a projevuje se aktivní silou a případně i zkrácením svalu. (Krumlová, 2010)

2.7.1 Příčně pruhované svaly

Příčně pruhované svaly jsou složeny z množství svalových vláken tvořených svalovými buňkami válcového tvaru s velkým počtem jader. Svalové vlákno je ohraničeno sarkolemou, která má na povrchu plášť tvořený vrstvou polysacharidů a kolagenních vláken, přecházejících ve šlachu. Vlastním kontraktilním aparátem buňky jsou myofibrily, dlouhá vlákna tvořená aktinem a myozinem. Funkční jednotkou příčně pruhovaného svalu je sarkomera, ohraničená dvěma Z-liniemi. Kontrakci sarkomery realizují dvě bílkoviny – myozin a aktin. Sval se pomocí těchto bílkovin zkracuje a generuje tah, jehož důsledkem je pohyb. Za sebou řazené sarkomery potom tvoří myofibrily a ty potom dále tvoří primární svalový snopeček. Sval je oddělen několika vrstvami vaziva, přičemž nejhluběji se nachází endomysium. Perimysium obaluje větší množství primárních svalových snopců, sekundární svalové snopce jsou zavzaty do epimysia a fascie svalu se nachází na jeho samotném povrchu. (Dylevský, 2000; Krumlová, 2010; Louda, 2009; Rokyta, 2000)

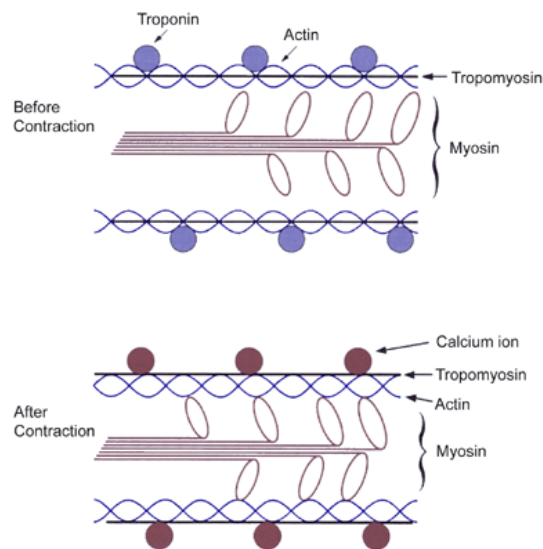


Obr. 11: Zobrazení jednotlivých částí svalového vlákna (Kulturistika, 1997)

2.7.1.1 Stah příčně pruhovaného svalu

Akční potenciál, který se přenesl na svalovou buňku, putuje po membráně, depolarizuje ji a dostává se vchlípeninami sarkolemy hluboko do vlákna. Způsobuje depolarizaci sarkoplazmatického retikula, které uvolní velké množství iontů vápníku a vyplaví je do sarkoplazmy. Ionty se přiblíží k troponinu a navážou se na něj. Troponin změní svoji prostorovou konfiguraci a umožní tropomyozinu zanořit se mezi vlákna aktinu, a odkryt tak jeho aktivní místa. Po těchto aktivních místech se natahují hlavy

myozinu, kloužou po nich a vytvářejí spojení neboli můstky mezi aktinem a myozinem. Myozinové vlákno tak aktivně přitahuje dvě aktinová vlákna zakotvena do protilehlých Z-proužků, a tím k sobě tyto proužky přitahuje. Výsledkem je zkrácení sarkomery, zkrácení myofibril, a tím i zkrácení svalu čili svalový stah. Sval se může maximálně zkrátit na 50-70 % své klidové délky a prodloužit až na 180 % klidové délky. (Dylevský, 2000; Krumlová, 2010; Louda, 2009; Rokyta, 2000)



Obr. 12: Stah příčně pruhovaného svalstva (Anatomy and Physiology, 2010)

2.7.1.2 Motorická jednotka příčně pruhovaného svalu

Motorická jednotka je základní strukturální a funkční jednotka motorického systému. Její součástí je motorneuron, jeho axon a všechna svalová vlákna, která jsou motoneuronem inervována. Pokud je motoneuron v předním rohu míšním dostatečně excitován či inhibován okolními dendrity převážně descendních motorických drah, objeví se postsynaptický potenciál. Jestliže součet postsynaptických potenciálů překročí určitou prahovou hodnotu, vzniká v oblasti iniciálního segmentu akční potenciál. (Dufek, 1994)

Motorická jednotka pracuje rytmicky kvantovým způsobem podle zákona „vše nebo nic“ a uvolněné kvantum mechanické energie je za normálních podmínek vždy stejné. (Véle, 2006)

2.7.2 Nervosvalový přenos

Spojením mezi nervovým vláknem a svalovou buňkou kosterního svalu je modifikovaná synapse, zvaná nervosvalová ploténka. V kosterním svalu je mediátorem

acetylcholin. Navázání mediátoru na receptor způsobí v postsynaptické membráně otevření kanálů pro sodné ionty, a vyvolá tak vznik akčního potenciálu svalové buňky. Tento potenciál se šíří po celé svalové buňce a po aktivaci sarkoplazmatického retikula se do sarkoplazmy uvolní ionty vápníku, které se navážou na troponin, a tím umožní kontrakci. (Rokyta, 2010)

2.7.3 *Projevy činnosti svalstva*

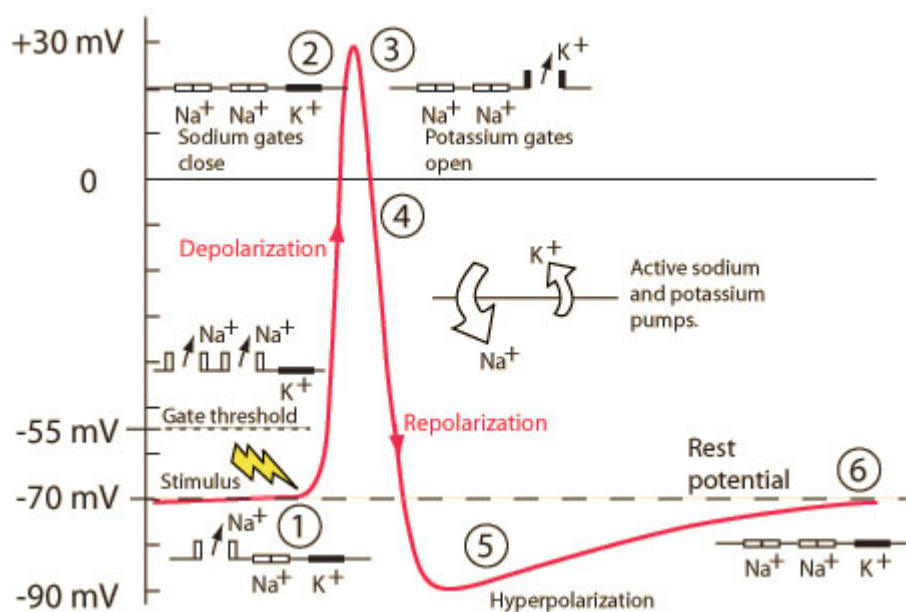
Činnosti svalů provázejí různé děje, které jsou buď podmínkou svalové práce, nebo následkem práce svalů. Projevy činnosti svalstva můžeme rozdělit do několika typů – mechanické, elektrické, strukturální, chemické nebo tepelné.

2.7.3.1 *Projevy mechanické*

Na první pohled zjevný projev činnosti svalů je projev mechanický – zkrácení a posléze ochabnutí svalu, tedy stah a relaxace. Stah může být izotonický, což znamená, že se při něm nemění tonus vláken, ale jejich délka. Izometrický stah naproti tomu znamená, že se nemění délka vláken, ale jejich napětí. Izometricky pracují například všechny antigravitační svaly. Mechanické projevy činnosti svalu se zaznamenávají myograficky.

2.7.3.2 *Projevy elektrické*

Klidový potenciál příčně pruhovaného svalu je přibližně -80 až -90 mV a akční potenciál dosáhne hodnoty kolem +20 až +30 mV. Hodnota akčního potenciálu kosterního svalu je tedy přibližně 120 mV. Hodnota klidového potenciálu je dána aktivně udržovanou nerovnováhou iontů na membráně. Po příchodu impulzu dochází k depolarizaci membrány a vnitřní elektronegativita se mění na elektropozitivitu. Po dosažení vrcholu (peak) se pomalu otevírají draslíkové kanály pro výstup K^+ z buněk ven, a tím dochází k repolarizaci membrány, tedy k návratu do elektronegativity. Akční potenciál trvá přibližně 10 ms a svým průběhem se velmi podobá akčnímu potenciálu nervového vlákna, které je však výrazně kratší (1-2 ms).



Obr. 13: Průběh akčního potenciálu na buněčné membráně (ScienceBlogs, 2006)

2.7.3.3 Projevy strukturální

Projevy strukturální spočívají v zasouvání vláken aktinu mezi vlákna myozinu.

2.7.3.4 Projevy chemické

Všechny chemické změny vedoucí k využití energie svaelem jsou zahrnuty do chemických projevů činnosti svalstva. Bezprostředním zdrojem energie pro sval jsou stejně jako v jiných buňkách makroergní fosfátové vazby v ATP. Zásoba ATP však vystačí pouze na 1-2 s činnosti svalu, proto se zpracovává i kreatinfosfát, ale jeho zásoba také není příliš velká (7-8 s). Dalším možným zdrojem energie je glukóza, vznikající ze svalového glykogenu – z níž může sval získávat energii aerobně nebo anaerobně. Vznik ATP v anaerobních podmínkách je 2,5 krát rychlejší, ale ze stejného množství glukózy vznikne méně ATP než za podmínek aerobních. Nevýhodou anaerobního mechanismu je také vznik kyseliny mléčné, která při hromadění způsobuje pokles pH krve a svalovou únavu.

2.7.3.5 Projevy tepelné

Účinnost svalové práce je nízká, přibližně 20-25 %, část energie se vždy ztrácí v podobě tepla. Teplo vzniká v okamžicích, kdy ve svalu probíhá nějaký aktivní děj, při němž se spotřebovává energie. (Rokyta, 2000; Dylevský, 2010)

2.7.4 Druhy svalové kontrakce

Zkrácení svalu neboli svalová kontrakce je stav, kdy určité množství fibril aktinu a myozinu vyvíjí napětí a na úponové šlaše se projevuje síla vyvolávající pohyb. Klasifikace jednotlivých typů svalové kontrakce vychází z charakteristiky vnější zátěže, směru pohybové akce a rozsahu kontrakce. Podle těchto parametrů rozlišujeme izokinetickou a izometrickou kontrakci.

2.7.4.1 Izokinetická kontrakce

Izokinetické smrštění svalu je takový stah svalu, při kterém stále probíhá pohyb a mění se vzdálenost začátku a úponu svalu. Izokinetické smrštění svalu může být buď koncentrickým stahem, nebo excentrickým stahem. Koncentrické zkrácení svalu je typické zvětšením objemu svalového břicha a skutečným zkrácením svalu. Sval při tomto typu zkrácení vykonává pozitivní práci a svalová síla působí ve stejném směru jako pohybující se segment těla. Výsledkem koncentrického smrštění svalu je nejen pohyb prováděný stálou rychlostí, ale i urychlení, akcelerace pohybu. Při excentrické kontrakci se sval prodlužuje, protahuje. Svalové úpony se při tomto typu kontrakce vzdalují. Výsledkem je pohyb, ale převážně pohyb brzdící, decelerační.

2.7.4.2 Izometrická kontrakce

Izometrické smrštění svalu je takový stah svalu, při kterém není generován pohyb a vzdálenost začátku a úponu svalu se nemění. Pokud je izometrická kontrakce prováděna konstantní silou, průměrné množství svalových vláken, které jsou aktivní, zůstává stejné. Pokud je izometrická kontrakce tak silná, že způsobuje okluzi nebo stagnaci krve ve svaly, potom je rychlost vedení akčních potenciálů zpomalena změnou koncentrace H^+ a K^+ iontů v intersticiu. U většiny svalů zad a končetin je tok krve omezen od 30% maximální volní kontrakce. Rychlost vedení je také ovlivněna okolní teplotou a samotnou teplotou svalu. U submaximálních kontrakcí, které netrvají déle jak 15 sekund, se teplota ve svaly zvýší $0,5^{\circ}$. Toto zvýšení teploty vede ke zrychlení vedení vzruchu asi o 1,5 %. (Dylevský, 2000; Louda, 2009)

2.7.5 Svalová únava

Dlouhá a silná nebo opakovaná svalová kontrakce vyvolává svalovou únavu. Stupeň únavy odpovídá snížení zásob glykogenu, zvýšené hladině kyseliny mléčné, sníženému pH ve tkáni a změně prokrvení. Svalová únava je signál pro přerušování práce, než dojde k úplnému vyčerpání a případně poškození svalu. Tento signál má však značnou rezervu, takže při dalším pokračování v práci se sice svalová únava zvyšuje, ale sval se ještě nepoškodí. Odolnost proti svalové únavě se dá zvyšovat tréninkem, při němž sval postupně přizpůsobuje metabolismus zvýšené zátěži. Dráždění sympatiku může svalovou únavu zmenšit a oddálit, což se označuje jako Orbeliho fenomén. (Rokyta, 2000)

Periferní a centrální nástup svalové únavy byl definován řadou autorů vzhledem ke složitosti dějů, které probíhají při procesu svalové únavy. Periferní nástup svalové únavy je charakterizován poruchou neuromuskulárního přenosu spojenou s intracelulárními změnami metabolismu svalu, oproti tomu centrální nástup svalové únavy byl popsán jako časoprostorové snížení aktivace α -motoneuronů ovlivněné vyššími etážemi CNS. Obecně se autoři shodují, že nástup svalové únavy je charakterizován následujícími symptomy – narušení Na^+ - K^+ rovnováhy, změna intracelulárních hodnot pH, akumulace anorganického fosfátu, snížení energetických rezerv nutných pro restituci ATP a snížení intracelulární koncentrace Ca^{2+} .

Termín „svalová únava“ byl v roce 1982 na Cyba foundation symposium definován takto: 1. porucha rozumového provedení; 2. porucha motorického provedení; 3. vzestup EMG aktivity při prováděném pohybu; 4. posun EMG výkonového spektra směrem k nižším frekvencím; 5. porucha výstupní svalové síly. Mezi parametry doprovázející nástup svalové únavy patří: 1. vzestup úsilí při udržování výstupní svalové síly; 2. pocit diskomfortu či bolesti související se svalovou aktivitou; 3. vnímání poruchy generované výstupní svalové síly. (Krumlová, 2010; Pánek, 2009)

Z pohledu povrchové EMG je pro stanovení nástupu svalové únavy využíván tzv. index svalové únavy (fatigue index). Ten definuje nástup svalové únavy jako posun střední hodnoty výkonového spektra v průběhu svalové kontrakce směrem k nižším frekvencím. Index svalové únavy je například oproti identifikaci parametru rychlosti vedení akčního potenciálu na svalovém vlákně méně specifický, protože se v něm odráží jak časoprostorová aktivace motorických jednotek, tak vlastní změny dráždivosti svalové membrány. (Pánek, 2009)

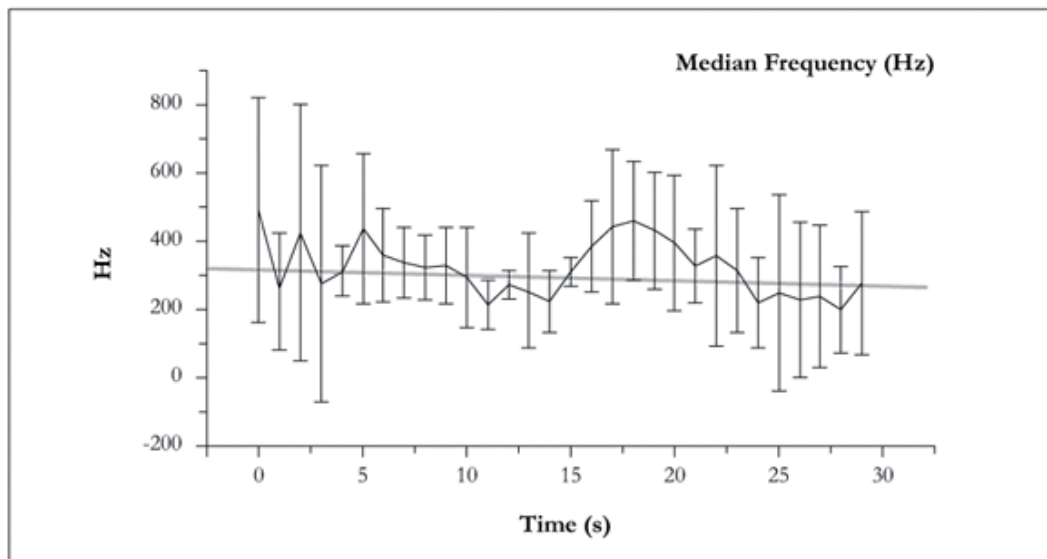


Figure 2 - Alterations in Fmed over time, resisted at 80% of MVIC (*Rectus femoris* of Volunteer 1)

Obr. 14: Median frequency (SpringerImages, 2011)

2.8 Elektromyografie

Elektromyografie je elektrofyziologická metoda, která umožňuje posoudit stav kosterního svalstva a jeho řízení nervovým systémem. Jejím principem je snímání elektrických projevů svalové tkáně pomocí elektrod, které slouží jako anténa. Jsou-li elektrody umístěny na povrchu těla, vyšetření se označuje jako povrchová EMG, jsou-li elektrody umístěny přímo ve svalu, jde o tzv. detekční EMG. (Kolář, 2009)

Tato metoda umožňuje sledovat funkci svalu prostřednictvím záznamu jeho elektrické aktivity. EMG spolu s elektroencefalografií patří v neurologické praxi k nejrozšířenějším a nejčastěji využívaným elektrodiagnostickým metodám. Svědčí o tom jeho relativní jednoduchost a při správné indikaci i jeho vysoká výpovědní hodnota u mnohých neurologických onemocnění. Povrchové kontaktní elektrody se přikládají a fixují přímo na povrch kůže ve sledované oblasti bez narušení její kontinuity. Konstruované jsou ve formě kovových (stříbrné, platinové, cínové) disků, anebo prstenců. Jejich snímací plocha je poměrně velká, proto nejsou vhodné pro sledování elektrické aktivity jednotlivých MJ. Využívají se v elektroneurografii a při sledování poruch neuromuskulárního přenosu. (Varsik, 1997)

Polyelektromyografické vyšetření má význam v neurorehabilitaci při hodnocení svalových souhybů. Používá se větší počet povrchových elektrod. Nevýhodou je relativně široký sběr myoelektrických potenciálů jednou elektrodou. Přesto však

vyšetření umožňuje zjistit velmi mnoho o práci svalových skupin agonistů a antagonistů. Dále může být efektivní při patofyziologické hybnosti v souvislosti s nejrůznějšími chorobami, jako jsou extrapyramidové a pyramidové onemocnění. (Pfeiffer, 2007)

2.8.1 Zpracování EMG signálu

Signál z elektrod je přes různá elektronická zařízení, která zabezpečují jeho zesílení, potlačení nežádoucích signálů a digitalizaci, veden až k počítačové obrazovce, na které lze z výchylky potenciálu odečíst patřičné informace o činnosti svalu. Data zobrazená na monitoru se současně ukládají v paměti počítače pro další zpracování. V biomechanických studiích lze s výhodou použít i elektromyografy s telemetrickým přenosem signálu, které nevyžadují kabelové spojení s přístrojem. Jediné kabely omezující pohyb na velkém prostoru jsou kabely mezi povrchovými elektrodami a vysílačem umístěným na těle osoby. Elektromyografy bývají opatřeny až 16 kanály, které umožňují při pohybové činnosti sledovat aktivitu více svalů najednou. Matematickým zpracováním dat zavedenými metodami se získají kvantitativní parametry EMG signálu, které lze dále porovnávat. Provádí se amplitudová analýza a frekvenční analýza. (Kolář, 2009)

Cílem frekvenční analýzy je zjistit, z jakých frekvenčních komponent je výsledná křivka složena. Předpokládá se, že každý periodický signál lze interpretovat váženým součtem bazických kosinusovek a sinusovek o náležející amplitudě a frekvenci. Vyobrazení frekvenčního spektra (závislost amplitudy sinusovek na frekvenci) získáme zanesením základních frekvencí a amplitud (spektrální čáry) do grafu. Jednotkou je výkonová spektrální hustota - $\mu V^2/Hz$ nebo amplitudové spektrum - $\mu V/Hz$. Metody frekvenční analýzy lze rozdělit do dvou základních skupin: (Pánek, 2009)

1. Neparametrické metody, které lze použít pro libovolné signály, jejichž typickým představitelem je rychlá Fourierova transformace.
2. Parametrické metody, které vyžadují stanovení řady parametrů vyhovujících danému matematickému modelu pro vyhodnocovaný signál.

2.8.2 Využití EMG v rehabilitaci

Pro rehabilitaci je EMG výhodná a užitečná zejména z hlediska biomechanického rozboru motoriky. Využívá se jako ukazatel svalové koordinace, ukazatel síly vyvinuté svalovým stahem a jako ukazatel míry svalové únavy. (Kolář, 2009)

Mezi důležité parametry kontrakční strategie svalu patří rychlost vedení akčního potenciálu na svalovém vlákně, ty nám mohou pomoci identifikovat procesy odehrávající se na úrovni svalové membrány, a tím i přispět k diagnostice a pochopení další úrovně řízení činnosti pohybového ústrojí jako celku. (Pánek, 2009)

2.8.3 Posouzení unavitelnosti svalu

Z pohledu povrchové EMG je pro stanovení nástupu svalové únavy využíván tzv. index svalové únavy (fatigue index). Ten definuje nástup svalové únavy jako posun střední hodnoty výkonového spektra v průběhu svalové kontrakce směrem k nižším frekvencím. Index svalové únavy je například oproti identifikaci parametru rychlosti vedení akčního potenciálu na svalovém vlákně méně specifický, protože se v něm odráží jak časoprostorová aktivace motorických jednotek, tak vlastní změny dráždivosti svalové membrány. (Pánek, 2009; Krumlová, 2010)

Při studiu biomechaniky lidského pohybu je často žádoucí posoudit únavu svalů účastníků se daného pohybu. Fyziologové obvykle definují svalovou únavu jako neschopnost svalu nadále vyvíjet danou sílu. Tato definice vychází z toho, že existuje bod v čase, tzv. failure point, od kterého lze označit sval za unavený. Tato definice má však určité nevýhody: (Kolář, 2009)

- 1) Svalovou únavu lze detekovat až v okamžiku, kdy nastane. Ovšem z klinického hlediska je výhodné rozpoznat budoucí vyčerpání svalu a případně mu vhodnými preventivními opatřeními předejít.
- 2) Při submaximální kontrakci je možné celkový silový moment působící v kloubu udržet konstantní, nedochází tedy k mechanickému selhání svalu, ačkoliv již vznikají fyziologické a biomechanické změny na mikroskopické úrovni. Změna způsobu produkce síly se projevuje například změnou v náboru a frekvenci pálení motorických jednotek nebo zvýšením síly jednotlivých záškubů motorických jednotek.
- 3) Na pokles síly mohou mít vliv nejen faktory fyziologické, ale i psychické, jejichž význam a vliv lze jen těžko měřit.

4) Celkový měřený silový moment v kloubu nemusí odrážet stav pouze zkoumaného svalu, ale může být ovlivněn i svaly působícími kolem kloubu

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

Cílem teoretické části této diplomové práce je rozbor dostupné literatury a sestavení přehledu současných aktuálních poznatků o problematice „Repetitive Strain Injury“ a „Text Message Injury“. Problematika samotné pilotní studie byla vzhledem ke způsobu zpracování a k obsahu teoretické části uvedena do širších souvislostí, které napomáhají k objasnění příčin a mechanismu nástupu svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. V této oblasti, jak dokládá analýza dostupné literatury, stále zůstává celá řada nezodpovězených a nevyřešených otázek. Tak jako v jiných pilotních studiích je zaměření práce velmi úzké a výsledky mohou přispět k řešení problematiky pouze částečným způsobem. Cílem praktické části je ověřit vybranou objektivizační metodou, zda v praxi platí níže uvedené hypotézy. Ty vycházejí z předpokladu, že v důsledku stereotypně se opakujících pohybů, v našem případě pohyb palce při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu, dochází po uplynutí určité doby k nástupu svalové únavy na vybraných svalech ruky. Sledovanými svaly v této studii jsou m. opponens pollicis, m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis a zvolenou objektivizační metodou je povrchová elektromyografie.

3.2 Hypotézy

Hypotéza č. 1: K nástupu svalové únavy dojde na vybraných svalech ruky po splnění zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představuje napsání 10 SMS o 160 znacích. Svalová únava je definována pro tento experiment jako pokles mediánu frekvence o 30%.

Hypotéza č. 2: K nárůstu svalové aktivity kompenzačně dojde u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis v důsledku poklesu svalové aktivity popřípadě nástupu svalové únavy m. opponens pollicis, který se projeví procentuálním nárůstem mediánu frekvence EMG signálu nebo přírůstkem plochy pod křivkou výkonového spektra EMG signálu po zadání 10 SMS o 160 znacích.

4 Metodika klinické studie

4.1 Charakteristika souboru

Výběr probandů byl záměrný a pro zařazení do studie musely testované osoby splňovat níže uvedené podmínky. Podmínkou byla absence předchozího úrazu testované horní končetiny, zejména v oblasti ruky a předloktí, dále absence vrozených či získaných abnormalit horní končetiny, poruch nervosvalového přenosu a svalové dráždivosti. Výše uvedené podmínky byly ověřovány formou dotazu. Pro studii bylo dle kritérií vybráno 5 důvěryhodných žen - studentek ve věku 23-25 let a pro měření byla vybrána dominantní horní končetina.

<i>Iniciály probanda</i>	<i>Věk</i>	<i>Pohlaví</i>	<i>Dominantní HK</i>
J. M.	25	žena	P
A. Š.	25	žena	P
K. P.	23	žena	P
L. Š.	25	žena	P
H. S.	24	žena	P

Tab. 1: Přehled účastníků studie: Iniciály probanda, věk, pohlaví, dominantní končetina

Pro homogenitu souboru probandů byla zvolena stejná věková skupina, stejné pohlaví a znalost užívání mobilního telefonu, zejména psaní krátkých textových zpráv.

Při odebrání anamnestických údajů byla snaha identifikovat známky akutního onemocnění, celkové únavy, nadměrného stresu nebo aktuálně se vyskytující přetížení horních končetin, jelikož tyto situace by mohly zkreslovat získané výsledky. Účastníkům studie bylo před absolvováním měření doporučeno, aby se nevystavovali aktivitám (zaměstnání, sportovní aktivity), které by nepřiměřeně zatěžovaly horní končetiny a mohly by vést k přetížení. Před vlastním měřením byly účastníci studie ústně dotázáni, zda dodrželi výše uvedená doporučení.

Před zahájením studie byli účastníci studie informováni o jejím plánovém průběhu a byl jim předložen informovaný souhlas k podpisu, který umožňuje využití výsledků měření k dalšímu zpracování v rámci diplomové práce. Zahrnutí lidských subjektů do pilotní studie bylo schváleno a povoleno etickou komisí FTVS UK dne 3. 12. 2010 pod jednacím číslem 0179/2010. (viz. Příloha 1, 2)

4.2 Technické vybavení pro získávání dat

4.2.1 Specifikace přístroje pro pořízení elektromyografického záznamu

Pro pořízení elektromyografického záznamu byl použit přístroj Telemetry 16 firmy Noraxon Inc. USA a dále jednorázové samolepící Ag/AgCl (stříbro/chlorid stříbrný) elektrody od firmy Noraxon opatřené vodivým gelem s průměrem adhesivní plochy 3,8 cm, přičemž vodivá plocha měla průměr 1 cm. Tento typ elektrod splňuje požadavky pro povrchovou elektromyografii SENIAM (Surface Electromyography for Non-invasive Assessment of Muscle). (Konrad, 2005)

4.2.2 Specifikace mobilního telefonu

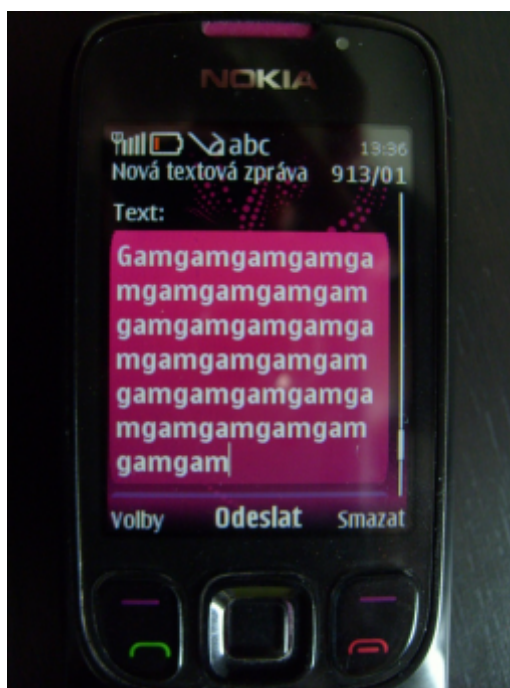
Pro samotné testování byl vybrán mobilní telefon Nokia 6303. (viz. Příloha 3) Tento typ mobilního telefonu navazuje na velmi oblíbený a rozšířený model 6300, což dokumentuje i označením Nokia 6303. Přívlastek „classic“ naznačuje klasickou klávesnici. Klávesnice zabírá přibližně polovinu přední části a má konvexní tvar. Ovládací tlačítka pod displejem ve srovnání s Nokii 6300 rozměrově narostly. Díky tomu je ovládání velmi jednoduché a přesné. Základem je ovládací čtverec s potvrzovacím středem, po jeho stranách jsou spojeny dvojice softwarových a hovorových tlačítek. Vystoupení, rozteče a lehkost vytlačování jsou namíchané v téměř ideálním poměru. Ovládání a orientace jsou bezproblémové i bez dívání. Velmi podobně je i na tom alfanumerická klávesnice. Navzdory rozměrově menším tlačítkům se přidaly rozteče a lehkost odezvy. Psaní je dobré a problém by skutečně neměli mít ani lidé s většími prsty. (Přečti.cz, 2009)

Sledovaný parametr	Číselné vyjádření
Rozměry (mm)	108,8 x 46,2 x 11,7
Hmotnost (g)	96
Objem (cm ³)	57

Tab. 2: Parametry mobilního telefonu Nokia 6303

4.3 Specifikace zadaného úkolu

Probandi byli instruováni k zadání 10 SMS standardní délky, tedy o 160 znacích (Vykoukalová, 2007). Obsah textu SMS nebyl libovolný, ale byl konkrétně zadán s ohledem na jednoduchost provedení, minimalizaci chyb a také s ohledem na výsledky studie Ong (2009). Ong (2009) uvádí, že maximum úsilí, které je třeba vynaložit pro stisknutí tlačítka klávesnice při psaní na klávesnici mobilního telefonu, má nejvyšší hodnoty při rychlých úhlových změnách polohy, a to směrem do flexe v IP kloubu a při opozici v MCP kloubu. Výsledky ukázaly, že nejvyšší hodnota pro opozici palce MCP a CMC kloubu palce byla 17^0 při stisknutí tlačítka „4“. Z výše uvedených důvodů bylo jedním ze zvolených tlačítek používaných při psaní SMS tlačítko „4“ neboli písmeno „g“. Zadaný sled tlačítek byl následovný: „g“ „a“ „m“ / „4“ „2“ „6“. Tento sled tlačítek se opakoval do okamžiku, kdy bylo zadáno 160 znaků. Poté proband zadal „Volby“, „Smazat pole“ a opět psal další zprávu o 160 znacích. Tento postup úkonů „Volby“ a „Smazat pole“ nahrazoval proces odesílání SMS a byl zvolen proto, aby se průběh zadaného úkolu co nejvíce přiblížil běžnému postupu užívanému při používání mobilního telefonu a odesílání SMS. Tempo pro zadávání jednotlivých znaků bylo stanovené na 2 údery na klávesnici za 1 sekundu/ 2 znaky za 1 sekundu. Probandům bylo tempo určené pomocí akustického metronomu.



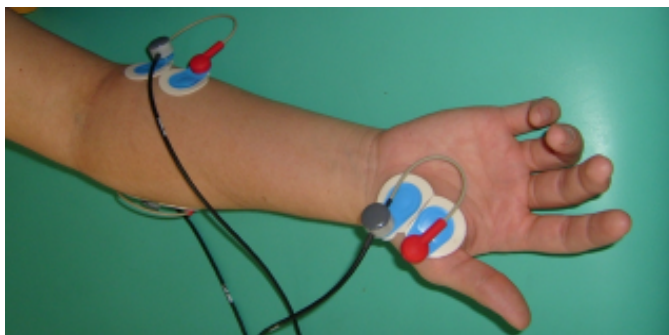
Obr. 15: Zadaný text: „g“ „a“ „m“

4.4 Metodika získávání a analýzy dat

4.4.1 Průběh měření

Testování všech probandů probíhalo v jeden den, ve stejné místnosti a technické vybavení během měření se neměnilo. Komunikace s účastníky studie během měření byla omezena pouze na povely od osoby provádějící měření s cílem v maximální možné míře eliminovat zevní rušivé podněty. Aplikace elektrod a měření bylo prováděno stejnou osobou.

Před nalepením snímacích elektrod musela být kůže v místě nalepení suchá, očištěna alkoholem, následně obroušena brusným papírem a nakonec očištěna zlehka vlhkou gázou. K měření byly použity jednorázové samolepící Ag/AgCl elektrody od firmy Noraxon Inc. USA opatřené vodivým gelem s průměrem adhezivní plochy 3,8 cm, přičemž vodivá plocha měla průměr 1 cm. Před nalepením byla velikost adhezivní plochy elektrod upravena tak, aby je bylo možno umístit nad sledovaný sval, tedy na střed svalového břicha m. opponens pollicis na pravé horní končetině. Další čtyři elektrody s původní velikostí adhezivní plochy byly nalepeny nad další dva sledované svaly, a to na střed svalového břicha m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis. Referenční elektroda byla umístěna na dorzum druhostranné neměřené horní končetiny.



Obr. 16: Umístění elektrod: m. opponens pollicism, m. flexor carpi ulnaris



Obr. 17: Umístění elektrod: m. extensor carpi radialis

Snímací a zemní elektrody byly připojeny k přístroji Telemetrymini 16 od firmy Noraxon Inc. USA. Systém byl dále propojen s počítačem opatřeným speciálním softwarem pro měření a zpracování elektromyografických dat MyoResearch XP Master Edition 1.06.21 od firmy Noraxon Inc. USA.

Poloha trupu a horní končetiny, fixace, pohyb a odpor pro měření izometrické kontrakce *m. opponens pollicis* vycházel ze stupně 5 pro *m. opponens pollicis* při opozici palce podle svalového testu dle Jandy (Janda, 2004). Výše zmíněné parametry pro měření izometrické kontrakce *m. opponens pollicis* jsou pro přehlednost popsány v níže uvedené tabulce, přičemž v prvním sloupci jsou popsány dle Jandy a ve druhém sloupci jsou popsány modifikace příslušných paramterů použitých během měření izometrické kontrakce. (viz Tab. 3) Odpor a fixace musely být modifikovány vzhledem k lokalizaci snímacích elektrod. Měření tedy probíhalo v korigovaném sedu s oporou v oblasti zad, kolenní klouby mírně od sebe, chodidla na šířku pánve a celou plochou v kontaktu se zemí, neměřená horní končetina volně položena volární plochou na ventrální straně stehna.

<i>Sledovaný parametr</i>	<i>Stupeň 5 dle Jandy</i>	<i>Modifikace</i>
<i>Poloha</i>	Vleže na zádech nebo vsedě, předloktí položeno na stole v supinaci, ruka v prodloužení osy předloktí, prsty v extenzi.	Vsedě, předloktí položeno na stole v supinaci, ruka v prodloužení osy předloktí, prsty v extenzi
<i>Fixace</i>	Není nutná.	Fixace v oblasti distální řady zápěstí a distálních konců ulny a radia z dorzální strany.
<i>Pohyb</i>	Opozice palce a malíku. Klademe důraz na rotaci.	Opozice palce. Klademe důraz na rotaci.
<i>Odpor</i>	Klade se na volární plochu hlavičky prvního a pátého metakarpu.	Klade se na volární plochu první článku palce a v oblasti MCP kloubu.

Tab. 3: Definované parametry při měření izometrické kontrakce *m. opponens pollicis*

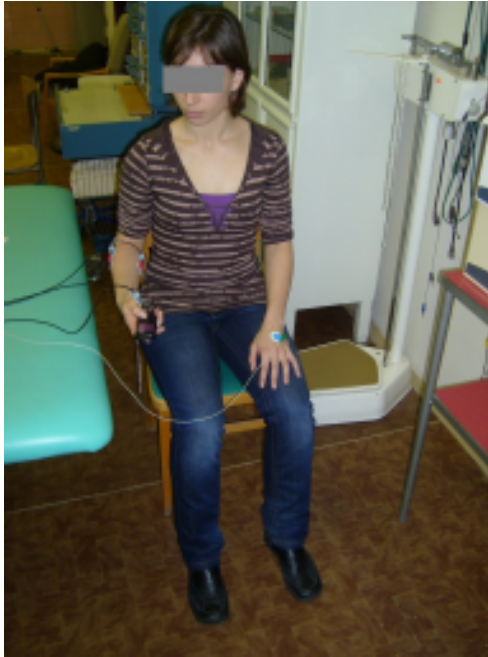
Poloha trupu a horní končetiny, fixace, pohyb a odpor pro měření izometrické kontrakce *m. flexor carpi ulnaris* a *m. extensor carpi radialis* vycházely ze stupně 5 svalového testu dle Jandy (Janda, 2004). Výše zmíněné parametry jsou pro přehlednost popsány v níže uvedené tabulce, přičemž v prvním sloupci jsou popsány pro *m. flexor carpi ulnaris* a ve druhém sloupci pro *m. extensor carpi radialis*. (viz Tab. 4) Měření

probíhalo v korigovaném sedu s oporou v oblasti zad, kolenní klouby mírně od sebe, chodidla na šířku pánve a celou plochou v kontaktu se zemí, neměřená horní končetina volně položena volární plochou na ventrální straně stehna.

Sledovaný parametr	<i>M. flexor carpi ulnaris</i>	<i>M. extensor carpi radialis</i>
Poloha	Vsedě na židli, testovaná končetina spočívá na desce stolu, předloktí v supinaci, loket v mírné flexi, zápěstí v prodloužení osy předloktí, prsty uvolněny.	Vsedě, testovaná končetiny spočívá na desce stolu, loket v mírné flexi, předloktí v pronaci, zápěstí v prodloužení osy předloktí, prsty v mírné flexi.
Fixace	Fixace dolní třetiny předloktí.	Z volární plochy lehce podpíráme předloktí.
Pohyb	Současná flexe a addukce zápěstí.	Současná extenze a radiální dukce.
Odpor	Klade se dlaní proti výslednici směru pohybu, hlavní tlak se vykonává na hypothenar.	Klade se celou dlaní proti hřbetu ruky směrem do flexe s radiální dukcí, střed odporu je na MCP kloubu ukazováku.

Tab. 4: Definované parametry při měření izometrické kontrakce *m. flexor carpi ulmaris* a *m. extensor carpi radialis*

Během psaní 10 SMS na mobilním telefonu proband zaujímal korigovaný sed, který byl popsán již v předchozím odstavci. Změněná je poloha měřené horní končetiny, která se nachází v nulovém postavení v ramenním kloubu, v 90⁰ flexi v kloubu loketním a předloktí zaujímá polohu mezi supinací a středním postavením bez opory o desku stolu. Poloha horní končetiny je zvolena tak, aby se co nejvíce podobala poloze horní končetiny zaujaté při psaní SMS na mobilním telefonu v podmínkách běžného života a aby zároveň mohla být opakovaně proveditelná stejným způsobem. Mobilní telefon je volně položen v dlani, přičemž horní polovina mobilního telefonu se opírá o 2. - 5. prst. Pohyb při psaní SMS je vykonáván pouze palcem, nedochází k protažení palce směrem do retropozice a ani žádným jiným směrem. Ostatní prsty během plnění zadaného úkolu pouze podpírají telefon a nevykonávají žádný pohyb. Hlava není ve středním postavení, jelikož proband při psaní sleduje displej mobilního telefonu. Vzhledem k tomu, že mobilní telefon je držen pravou rukou, hlava je mírně rotována vpravo.



Obr. 18, 19: Poloha zaujatá probandem v průběhu psaní SMS

Pásmové rozmezí pro vlastní měření bylo 5-500 Hz a vzorkovací frekvence 1500 Hz. Měření sestávalo ze dvou dílčích měření, která jsou řazena chronologicky za sebou jako „měření 1“ a měření 2“ v níže uvedené tabulce. U každého subjektu byla změřena maximální izometrická kontrakce m. opponens pollicis, m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis před a následně po napsání 10 SMS o 160 znacích na mobilním telefonu Nokia 6303. Měření maximální izometrické kontrakce bylo provedeno u všech tří sledovaných svalů vždy třikrát po sobě v obou případech měření, tedy před a po splnění zadaného úkolu. Pauza mezi 1., 2. a 3. maximální izometrickou kontrakcí v prvním i druhém měření měla délku 1 minutu Před zahájením úkolu byli probandi instruováni, aby hlásili subjektivní pocity nastalé v průběhu psaní SMS na mobilním telefonu. U všech subjektů bylo zachováno stejné pořadí jednotlivých provedených měření.

<i>Číslo měření</i>	<i>Aktivovaný sval</i>	<i>Doba měření</i>	<i>Popis měření</i>
1.	m. opponens pollicis m. flexor carpi ulnaris m. extensor carpi radialis	cca 10 s	1. maximální izometrická kontrakce
		1 min	pauza
		cca 10 s	2. maximální izometrická kontrakce
		1 min	pauza
		cca 10 s	3. maximální izometrická kontrakce
10 SMS o 160 znacích - přibližná délka plnění úkolu: 13,5 - 15 min			
2.	m. opponens pollicis m. flexor carpi ulnaris m. extensor carpi radialis	cca 10 s	1. maximální izometrická kontrakce
		1 min	pauza
		cca 10 s	2. maximální izometrická kontrakce
		1 min	pauza
		cca 10 s	3. maximální izometrická kontrakce

Tab 5: Popis průběhu měření

4.4.2 Analýza dat

Záznamy z jednotlivých měření byly podrobeny frekvenční analýze v programu XP Master Edition 1.06.21 od firmy Noraxon Inc. USA. Průběh změn frekvence elektromyografického signálu byl vyhodnocován pro každou maximální izometrickou kontrakci, přičemž délka hodnoceného intervalu byla 5 sekund. Interval o délce 5 sekund byl manuálně vybrán a označen v elektromyografickém záznamu s ohledem na stacionaritu signálu. Tím byly z každého měření získány 3 hodnoty, celkem tedy 6 hodnot pro každý sval. Jako sledovaná frekvenční charakteristika byl zvolen medián frekvence. Dalším sledovaným parametrem byla plocha pod křivkou výkonového spektra, přičemž analýza dat tohoto parametru probíhala stejně jako u vyhodnocení průběhu změn frekvence EMG signálu. Analýza dat probíhala v následujících krocích a byly vybrány tyto sledované parametry:

1. Hodnoty mediánů frekvence EMG signálu u měření před napsáním 10 SMS o 160 znacích ve srovnání s hodnotami mediánů frekvence EMG signálu u měření po splnění zadaného úkolu. Získání jedné hodnoty pro každé měření vypočtením průměru ze tří získaných hodnot mediánu frekvence EMG signálu před a následně po splnění zadaného úkolu.

2. Procentuální vyjádření poklesu nebo nárůstu mediánu frekvence EMG signálu po zadání 10 SMS o 160 znacích na mobilním telefonu. Hodnota získaná před splněním zadaného úkolu je stanovena jako 100%.

3. Velikost plochy pod křivkou výkonového spektra u měření před napsáním 10 SMS o 160 znacích ve srovnání s velikostí plochy pod křivkou výkonového spektra u měření po splnění zadaného úkolu. Získání jedné hodnoty pro každé měření vypočtením průměru ze tří získaných hodnot před a následně po splnění zadaného úkolu.

4. Procentuální vyjádření poklesu nebo nárůstu plochy pod křivkou výkonového spektra EMG signálu po zadání 10 SMS o 160 znacích na mobilním telefonu. Hodnota získaná před splněním zadaného úkolu je stanovena jako 100%.

5 Výsledky

Pro základní orientaci a přehlednost v kapitole „Výsledky“ je vytvořeno několik tabulek. První tři tabulky hodnotí pokles nebo nárůst mediánu frekvence vyjádřený v procentech u *m. opponens pollicis*, *m. flexor carpi ulnaris* a u *m. extensor carpi radialis*. Následujících 6 tabulek hodnotí pokles nebo nárůst plochy pod křivkou výkonového spektra vyjádřený v procentech u výše uvedených svalů.

5.1 Výsledky pilotní studie

5.1.1 Vyhodnocení mediánu frekvence

V tabulce 6 jsou porovnány hodnoty mediánu frekvence EMG signálu u *m. opponens pollicis* každého subjektu před a po napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. Dále je v tabulce 6 procentuálně vyjádřen nárůst nebo pokles mediánu frekvence. Z výsledků, které procentuálně hodnotí pokles nebo nárůst mediánu frekvence EMG signálu, je patrné, že u 4 z celkových 5 subjektů dochází k nárůstu mediánu frekvence minimálně o 17 %. U subjektu č. 1 dochází k poklesu mediánu frekvence pouze o 2 %.

Subjekt	Medián frekvence (Hz)								Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“				„měření 2“				
	1.	2.	3.	Průměr	1.	2.	3.	Průměr	
1.	85	84	83	84	80	81	84	82	↓ 2 %
2.	65	60	65	63	76	75	71	74	↑ 17 %
3.	73	72	74	73	96	87	90	91	↑ 25 %
4.	60	56	55	57	73	81	65	73	↑ 28 %
5.	66	66	66	66	78	79	75	77	↑ 17 %

Tab. 6: Hodnoty mediánu frekvence u *m. opponens pollicis*

V tabulce 7 jsou porovnány hodnoty mediánu frekvence EMG signálu u *m. flexor carpi ulnaris* každého subjektu před a po napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. Dále je v tabulce 7 procentuálně vyjádřen nárůst nebo pokles mediánu frekvence. Z výsledků, které procentuálně hodnotí pokles nebo nárůst mediánu frekvence EMG signálu, je patrné, že u subjektu č. 2 nedochází k nárůstu ani poklesu mediánu frekvence. U 3 subjektů z celkových 5 dochází k poklesu mediánu frekvence a u subjektu č. 3 dochází k vzestupu pouze o 1 %. Pokles nebo nárůst

mediánu frekvence vyjádřený v % u m. flexor carpi ulnaris je u všech subjektů výrazně menší než u m. opponens pollicis, přičemž u m. opponens pollicis je v 80 % jasná tendence k vzestupu této hodnoty.

Subjekt	Medián frekvence (Hz)								Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“				„měření 2“				
	1.	2.	3.	Průměr	1.	2.	3.	Průměr	
1.	78	76	71	75	74	71	65	70	↓ 7 %
2.	80	77	84	80	76	85	79	80	0 %
3.	88	83	94	88	83	91	92	89	↑ 1 %
4.	71	64	63	66	64	63	61	63	↓ 6 %
5.	88	80	80	83	82	70	82	78	↓ 6 %

Tab. 7: Hodnoty mediánu frekvence u m. flexor carpi ulnaris

V tabulce 8 jsou porovnány hodnoty mediánu frekvence EMG signálu u m. extensor carpi radialis každého subjektu před a po napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. Dále je v tabulce 8 procentuálně vyjádřen nárůst nebo pokles mediánu frekvence. Z výsledků, které procentuálně hodnotí pokles nebo nárůst mediánu frekvence EMG signálu, je patrné, že z celkových 5 subjektů dochází u dvou k poklesu a u tří k vzestupu této hodnoty. Stejně jako u m. flexor carpi ulnaris i u tohoto svalu platí, že pokles nebo nárůst mediánu frekvence vyjádřený v % je menší než u m. opponens pollicis.

Subjekt	Medián frekvence (Hz)								Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“				„měření 2“				
	1.	2.	3.	Průměr	1.	2.	3.	Průměr	
1.	90	95	100	95	97	99	107	101	↑ 6 %
2.	102	110	113	108	121	108	116	115	↑ 6 %
3.	66	75	68	70	65	71	66	67	↓ 4 %
4.	121	127	126	125	134	135	133	134	↑ 7 %
5.	118	114	115	116	103	90	104	99	↓ 15 %

Tab. 8: Hodnoty mediánu frekvence u m. extensor carpi radialis

Z tabulek 6, 7, 8 nelze vyvodit žádné obecné závěry, ale je možné usuzovat na tendenci k nárůstu mediánu frekvence u m. opponens pollicis po splnění zadaného úkolu, jelikož v 80 % měření došlo ke vzestupu mediánu frekvence EMG signálu.

Z výsledků týkajících se poklesu nebo nárůstu mediánu frekvence u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis nelze vyvodit žádné obecné závěry.

Nástup svalové únavy jsme definovali jako pokles mediánu frekvence výkonového spektra EMG signálu o 30 % oproti hodnotě mediánu frekvence před splněním zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představoval zadání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. Z výsledků jasně vyplývá, že k nástupu svalové únavy nedochází ani u jednoho ze sledovaných svalů.

5.1.2 Vyhodnocení plochy pod křivkou výkonového spektra

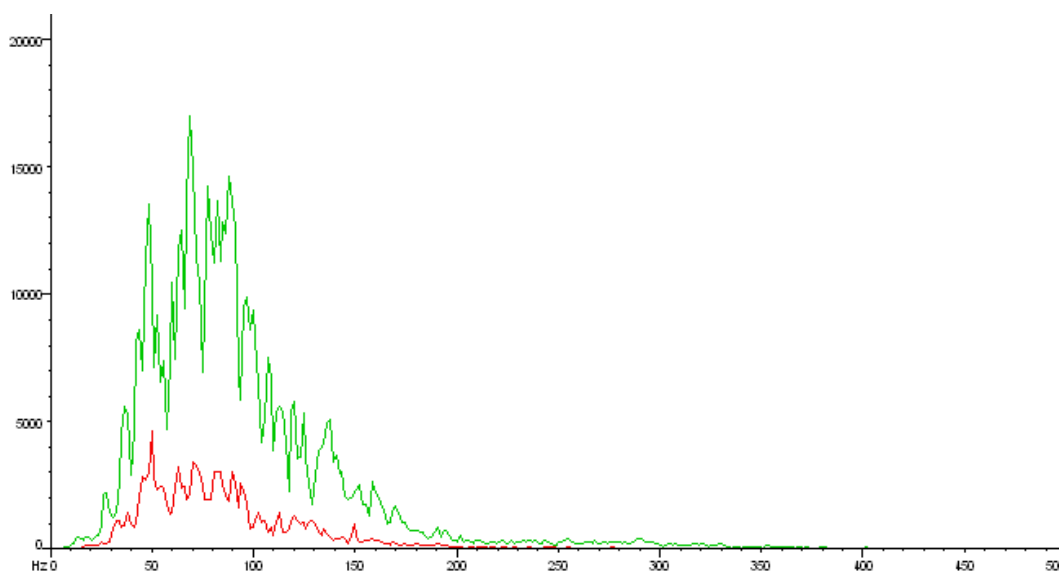
Tabulky 9, 10 hodnotí plochu pod křivkou výkonového spektra u m. opponens pollicis před a po splnění zadaného úkolu, který v případě této studie představuje zadání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. V tabulce 10 je procentuálně vyjádřen pokles nebo nárůst tohoto sledovaného parametru. Výsledky ukazují, že dochází k výraznému poklesu plochy pod křivkou výkonového spektra u všech 5 subjektů. U 2 z 5 subjektů je tento pokles vyšší než 50 %. Pro ilustraci je níže uveden obrázek 26, na kterém je zobrazen graf charakterizující výkonové spektrum u subjektu č. 1 ve vybraném 5 sekundovém úseku první naměřené MVC před i po splnění zadaného úkolu. Z grafu lze odečíst, že po napsání 10 SMS o 160 znacích dochází k poklesu výkonového spektra u subjektu č. 1, což ilustruje červená křivka. Toto grafické znázornění koresponduje s hodnotami v tabulkách 9, 10.

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)					
	„měření 1“			„měření 2“		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
1.	949 636	1 050 255	1 350 042	209 633	156 695	130 129
2.	870 408	561 914	429 695	502 418	418 719	387 139
3.	797 134	662 225	769 426	15 014	22 178	19 885
4.	991 958	1 342 510	1 177 200	661 501	591 331	783 335
5.	338 442	525 702	548 277	280 053	209 198	333 335

Tab. 9: Velikost plochy pod křivkou výkonového spektra u m. opponens pollicis

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)		Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“	„měření 2“	
	Průměr		
1.	1 116 644	165 486	↓ 85 %
2.	620 672	436 092	↓ 30 %
3.	742 928	19 026	↓ 97 %
4.	1 170 556	678 722	↓ 42 %
5.	470 807	274 195	↓ 42 %

Tab. 10: Procentuální vyjádření poklesu nebo nárůstu plochy pod křivkou výkonového spektra u *m. opponens pollicis*



Obr. 20: Celkové výkonové spektrum u subjektu č. 1: Zelená křivka hodnotí výkonové frekvenční spektrum ve vybraném intervalu první naměřené MVC před napsáním 10 SMS o 160 znacích. Červená křivka hodnotí výkonové frekvenční spektrum ve vybraném intervalu první naměřené MVC po splnění zadaného úkolu.

Tabulky 11, 12 hodnotí plochu pod křivkou výkonového spektra u *m. flexor carpi ulnaris* před a po splnění zadaného úkolu, který v případě této studie představuje zadání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. V tabulce 12 je procentuálně vyjádřen pokles nebo nárůst tohoto sledovaného parametru. Výsledky ukazují, že u tří z pěti subjektů dochází k vzestupu sledovaného parametru, zatímco u subjektů č. 2, 5 dochází k poklesu.

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)					
	„měření 1“			„měření 2“		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
1.	93 434	82 443	75 625	139 730	248 330	123 688
2.	82 579	88 854	59 144	40 882	51 180	39 016
3.	113 544	52 853	105 068	97 697	74 136	194 059
4.	406 608	363 193	757 707	713 841	725 619	555 671
5.	208 400	198 530	319 630	166 780	289 082	235 079

Tab. 11: Velikost plochy pod křivkou výkonového spektra u *m. flexor carpi ulnaris*

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)		Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“	„měření 2“	
	Průměr		
1.	83 834	170 583	↑ 103 %
2.	76 859	43 692	↓ 43 %
3.	90 488	121 964	↑ 35 %
4.	509 169	665 044	↑ 31 %
5.	242 187	230 314	↓ 5 %

Tab. 12: Procentuální vyjádření poklesu nebo nárůstu plochy pod křivkou výkonového spektra u *m. flexor carpi ulnaris*

Tabulky 13, 14 hodnotí plochu pod křivkou výkonového spektra u *m. extensor carpi radialis* před a po splnění zadaného úkolu, který v případě této studie představuje zadání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu. V tabulce 14 je procentuálně vyjádřen pokles nebo nárůst tohoto sledovaného parametru. Výsledky ukazují, že u tří z pěti probandů dochází k poklesu sledovaného parametru, zatímco u probandů č. 4, 5 je patrný vzestup.

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)					
	„měření 1“			„měření 2“		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.
1.	279 887	256 763	210 927	293 520	240 754	182 585
2.	426 159	401 820	262430	303 369	324 459	281 004
3.	156 288	168 462	170 010	69 839	80 672	70 744
4.	64 197	131 977	131 708	157 419	255 395	180 360
5.	143 205	160 475	131 930	128 968	241 940	189 890

Tab. 13: Velikost plochy pod křivkou výkonového spektra u *m. extensor carpi radialis*

Subjekt	Plocha pod křivkou výkonového spektra ($\mu V^* \mu V$)		Pokles nebo nárůst vyjádřený v %
	„měření 1“	„měření 2“	
	Průměr		
1.	249 192	238 953	↓ 4 %
2.	363 470	302 944	↓ 17 %
3.	164 920	73 752	↓ 55 %
4.	109 294	197 725	↑ 81 %
5.	145 203	186 933	↑ 29 %

Tab. 14: Procentuální vyjádření poklesu nebo nárůstu plochy pod křivkou výkonového spektra u *m. extensor carpi radialis*

Z hodnocení plochy pod křivkou lze závěrem konstatovat, že u *m. opponens pollicis* dochází v případě této pilotní studie vždy k poklesu tohoto sledovaného parametru. Z výsledků týkajících se *m. flexor carpi ulnaris* a *m. extensor carpi radialis* nelze vyvodit žádné obecné závěry.

5.2 Výsledky z pohledu stanovených hypotéz

Hypotéza č. 1: Hypotéza č. 1, která předpokládala nástup svalové únavy na vybraných svalech ruky po napsání 10 SMS o 160 znacích, se nepotvrdila ani u jednoho z pěti subjektů. V případě této pilotní studie nedošlo k nástupu svalové únavy a ani nelze říci, že by ve výsledcích byla naznačena nějaká tendence přiblížit se tomuto stavu. Naopak výsledky u *m. opponens pollicis* vykazují opačný trend u 4 z 5 subjektů, tedy vzestup hodnoty mediánu frekvence EMG signálu.

Hypotéza č. 2: Hypotéza č. 2 se nepotvrdila v žádném z provedených měření. Nedošlo kompenzačně k nárůstu svalové aktivity u *m. flexor carpi ulnaris* a *m. extensor carpi radialis* v důsledku poklesu svalové aktivity popřípadě nástupu svalové únavy *m. opponens pollicis*. Sledované parametry medián frekvence EMG signálu a velikost plochy pod křivkou výkonového spektra nevykazovaly vyšší hodnoty u měření maximální izometrické kontrakce po splnění zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představuje napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu, oproti měření maximální izometrické kontrakce před splněním zadaného úkolu.

6 Diskuze

V prezentované studii bylo zkoumáno, zda dojde k nástupu svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Tato hypotéza vychází z předpokladu, že v důsledku stereotypně se opakujících pohybů, v případě této pilotní studie pohyb palce při psaní krátkých textových zpráv na klávesnici mobilního telefonu, dochází po zadání určitého množství znaků k nástupu svalové únavy. Dále bylo sledováno, zda dojde kompenzačně k nárůstu svalové aktivity u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis v důsledku poklesu svalové aktivity a popřípadě nástupu svalové únavy u m. opponens pollicis. Byla srovnána situace před a po napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu.

Objektivizační metoda a sledované parametry byly vybrány s ohledem i na níže uvedená fakta. EMG je považována za spolehlivý nástroj pro stanovení lokální svalové únavy. V posledních letech je střední frekvence EMG výkonového spektra považována za citlivý indikátor fyziologické manifestace svalové únavy. Míra poklesu střední frekvence v průběhu trvalé kontrakce je používána jako index svalové únavy. Za další kvantitativní míru svalové únavy je považován nárůst amplitudy EMG. V jiných studiích byly použity i jiné parametry pro hodnocení svalové únavy, jako například „Mean Power Frequency“, „The Ratio of Low Frequency to High Frequency“ a počet „Zero Crossing“. Amplituda se zvyšuje s poklesem síly, ale tento vztah je proměnlivý. (De Luca, 1993)

Na základě prostudování odborné literatury a vlastních praktických zkušeností byla testována následující hypotéza: K nástupu svalové únavy dojde na vybraných svalech ruky po splnění zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představuje napsání 10 SMS o 160 znacích. Sledovanou frekvenční charakteristikou pro hodnocení nástupu svalové únavy byl zvolen medián frekvence elektromyografického signálu. (Krumlová, 2010; Pánek, 2009) Nástup svalové únavy jsme definovali jako pokles mediánu frekvence výkonového spektra EMG signálu o 30 % oproti hodnotě mediánu frekvence před napsáním 10 SMS o 160 znacích. Z výsledků jasně vyplývá, že k nástupu svalové únavy nedochází ani u jednoho ze sledovaných svalů, tedy u m. opponens pollicis, m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis. Lze ale uvažovat o tendenci k nárůstu mediánu frekvence u m. opponens pollicis po splnění zadaného úkolu, jelikož u 4 z 5 subjektů měření došlo ke vzestupu mediánu frekvence EMG

signálu. Z výsledků týkajících se poklesu nebo nárůstu mediánu frekvence u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis nelze vyvodit žádné obecné závěry.

Doplňujícím sledovaným parametrem pro hodnocení nástupu svalové únavy byla zvolena velikost plochy pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu. Výsledky týkající se m. opponens pollicis ukazují, že dochází k výraznému poklesu plochy pod křivkou výkonového spektra ve 100 % provedených měření. U dvou z pěti subjektů je tento pokles vyšší než 50 %. Z hodnocení plochy pod křivkou lze závěrem konstatovat, že u m. opponens pollicis dochází v případě této pilotní studie vždy k poklesu tohoto sledovaného parametru. Z výsledků týkajících se m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis nelze vyvodit žádné obecné závěry.

M. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis nejsou agonisté m. opponens pollicis při pohybu palce během psaní SMS na klávesnici mobilního telefonu, ale mají funkci synergistů, jelikož jejich vzájemná koaktivace je nezbytná pro stabilizaci zápěstí. V případě, že chceme v ruce udržet mobilní telefon, musíme aktivovat jak flexory, tak i extenzory a vzniká mezi nimi vztah koaktivace agonistů a antagonistů, nikoli reciproční inhibice. (Holubářová, 2007; Vele, 2006)

Vzhledem k tomuto funkčnímu vztahu a principu iradiace svalové aktivity do proximálněji uložených svalových skupin byla testována následující hypotéza: K nástupu svalové únavy dojde na vybraných svalech ruky po splnění zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představuje napsání 10 SMS o 160 znacích. K nárůstu svalové aktivity kompenzačně dojde u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis v důsledku poklesu svalové aktivity popřípadě nástupu svalové únavy m. opponens pollicis, který se projeví procentuálním nárůstem mediánu frekvence EMG signálu nebo přírůstkem plochy pod křivkou výkonového spektra EMG signálu po zadání 10 SMS o 160 znacích. Jako parametr hodnotící kompenzační nárůst svalové aktivity u výše uvedených svalů byl vybrán stejně jako u hodnocení svalové únavy medián frekvence a plocha pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu. Nárůst svalové aktivity by se projevil jako procentuální nárůst mediánu frekvence a plochy pod křivkou výkonového spektra po splnění zadaného úkolu, který v případě této pilotní studie představuje zadání 10 SMS o 160 znacích. Z výsledků jasně vyplývá, že nedochází kompenzačně k nárůstu svalové aktivity m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis a nelze ani říci, že by zde byla patrná tendence k poklesu nebo k vzestupu ani u jednoho ze sledovaných parametrů. Z výsledků týkajících se m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis nelze vyvodit žádné obecné závěry.

Limitujícím faktorem pro potvrzení či vyvrácení této hypotézy byl fakt, že nedošlo k nástupu svalové únavy u m. opponens pollicis a nelze tedy určit, zda by za tohoto stavu došlo kompenzačně k nárůstu svalové aktivity m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis. Můžeme ale říci, že kompenzačně k nárůstu svalové aktivity výše zmíněných svalů předloktí nedochází v situaci, kdy dochází k poklesu plochy pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu m. opponens pollicis, což lze interpretovat jako snížení prostorové sumace motorických jednotek neboli pokles množství aktivovaných motorických jednotek potažmo svalových vláken.

I když cílem práce nebylo vyhodnotit jaký má vliv psaní SMS na klávesnici mobilního telefonu na prostorově-časovou aktivaci motorických jednotek u vybraných svalů ruky, vybrané sledované parametry a výsledky nabízejí možnost rozpoznat určitou tendenci. Z dostupné literatury se lze dočíst, že stupňování síly stahu kosterního svalu se děje dvojnásobem. Prostorová sumace představuje současnou aktivaci většího počtu motorických jednotek, tzn. alfa motoneuronů a tomu odpovídajících svalových vláken. Časová sumace spočívá ve zkracování intervalu mezi podrážděním, tedy zvyšováním frekvence akčních potenciálů. (Lékařská fakulta Masarykovy univerzity, 2011) Se zvyšující se silou se přidávají další motorické jednotky, současně již aktivované jednotky zvyšují frekvenci svých výbojů a dosahují maxima při plné volní kontrakci. (Deuschel, 1999)

Jak již bylo dříve uvedeno, u m. opponens pollicis došlo k vzestupu mediánu frekvence elektromyografického signálu po napsání 10 SMS o 160 znacích u 4 z 5 subjektů. Tento hodnocený parametr vypovídá o prostorově-časové aktivaci motorických jednotek, ale nelze určit, jak se změnila frekvence výbojů motorických jednotek a jak se změnilo množství aktivovaných motorických jednotek. V úvahu se nabízí 5 variant za situace, kdy výsledně došlo k nárůstu mediánu frekvence elektromyografického signálu po splnění zadaného úkolu, což je ilustrováno v následující tabulce.

Varianty	Prostorová aktivace	Časová aktivace
A	↑	↑
B	↑	-
C	↑	↓
D	↓	↑
E	-	↑

Tab. 15: Prostorově-časová sumace: varianty

K určení správné varianty je potřebný druhý sledovaný parametr, kterým je plocha pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu. U *m. opponens pollicis* došlo u 4 z 5 subjektů k poklesu plochy pod křivkou výkonového spektra, a právě tento parametr vypovídá o prostorové sumaci neboli o množství aktivovaných motorických jednotek. Můžeme tedy říci, že u všech subjektů se snížilo množství aktivovaných motorických jednotek po splnění zadaného úkolu, a jestliže aplikujeme tento závěr na prostorově-časovou aktivaci motorických jednotek, lze uvažovat o tom, že nárůst mediánu frekvence byl způsoben nižší prostorovou aktivací motorických jednotek a vyšší časovou aktivací motorických jednotek. Závěrem lze vyslovit domněnku, že psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu má vliv na prostorově-časovou aktivaci motorických jednotek tím způsobem, že dochází ke snížení aktivovaných motorických jednotek, ale zároveň k nárůstu frekvence výbojů zapojených motorických jednotek.

Tématu „Text Message Injury“ se dostalo pozornosti v zahraničním tisku a v klinické literatuře se diskutuje o možných negativních vlivech mobilního zařízení na lidské zdraví, zejména na vznik myoskeletálních poruch v oblasti horní končetiny. Ačkoliv nebyly hlášeny žádné epidemiologické studie, případové studie a laboratorní studie naznačují, že mobilní telefony jsou potencionálním rizikovým faktorem pro vznik myoskeletálních poruch. (Berolo, 2011) Nicméně v současné době není dostatek znalostí a informací o možných fyzikálních vlivech a rizicích spojených s užíváním mobilního telefonu a zároveň není známo, jak nejlépe měřit a charakterizovat tyto vlivy. (Gustaffson, 2010) Relativní význam tělesných, psychosociálních a individuálních faktorů není známý a závěry epidemiologických studií jsou limitovány heterogenním souborem probandů, výsledky a metodickými nedostatky. (Tulder, 2007) Tato pilotní studie nabízí jeden z možných postupů jak měřit, charakterizovat a kvantifikovat možné fyzikální vlivy a rizika spojená s užíváním mobilního telefonu. V případě této studie je objektivizační metodou povrchová elektromyografie a sledovanými parametry jsou medián frekvence a plocha pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu. Prostřednictvím těchto zvolených parametrů je hodnocen nástup svalové únavy, kterou obvykle vnímáme jako tíhu, slabost, případně bolest nebo ztuhnutí kosterních svalů. Unavené, vyčerpané svaly mají sklon ke třesu a křečím. Projevuje se poklesem svalové síly, ztrátou rychlosti a jemné koordinace pohybů. Ve svalu může docházet k poruše homeostázy a následně i ke vzniku strukturálních abnormalit ve svalu. (Nauza, 1999) V případě, že by svalová únava u *m. opponens pollicis* při psaní

SMS na mobilním telefonu nastávala, lze říci, že se tím vytváří terén pro vznik myoskeletálních poruch v oblasti palce.

Kasuistiky naznačují souvislost mezi počtem úderů do klávesnice a poruchami v oblasti ruky, konkrétně De Quervainovou tenosynovitiidou a osteoartritidou CMC kloubu palce. (Berolo, 2011) Zvýšené riziko vzniku osteoartrózy palce bylo hlášeno u řady zaměstnání, při kterých je palec opakovaně používán. De Quervainova tenosynovitida je charakterizována bolestí na palcové straně zápěstí, jelikož dochází ke zbytnění vazivových struktur v blízkosti šlach, což může vést následně k přetížení palce. (Jonsson, 2010) V případě této pilotní studie se nepotvrdil nástup svalové únavy u m. opponens pollicis, a tím tedy ani případné přetížení tohoto svalu, což by mohlo vést ke vzniku myoskeletálních poruch v oblasti palce a přilehlých kloubních strukturách, jak uvádí ve své studii Jonsson (2010). Z výsledků tedy vyplývá, že v důsledku stereotypně se opakujících pohybů palce při psaní SMS na mobilním telefonu dochází spíše k opotřebením kloubních plošek CMC kloubu palce s postupným rozvojem osteoartrózy palce. Takový případ zmiňuje Ming (2006), kdy nadměrné užívání mobilního telefonu spojené s pravidelným psaním krátkých textových zpráv bylo pravděpodobně hlavní příčinou vzniku artrózy CMC kloubu palce u 48letého pacienta.

Experimentální část této studie byla zaměřena pouze na hodnocení svalové aktivity vybraných svalů ruky při psaní SMS na mobilním telefonu, oproti tomu Kucer (2010) ve své studii sledoval možný vliv dlouhodobého používání mobilního telefonu. Mezi zkoumané symptomy patřily bolesti hlavy, závratě, extrémní podráždění, zapomnětlivost, neuropsychologické potíže, snížení reflexů, tinitus a snížení pozornosti. Studie byla provedena mezi 146 náhodně vybranými studenty univerzity v Kocaeli, v Turecku. Byla použita dotazníková metoda. Výsledky potvrdily, že používání mobilního telefonu může způsobit extrémní podráždění, snížení reflexů, závrať a zapomnětlivost. Existuje pouze jen několik málo publikací, které se zabývají dlouhodobým užíváním mobilních telefonů, a proto by tyto příznaky měly být do budoucna prověřeny pomocí experimentální studie, jak doporučuje Kucer. (2010)

Ong (2009) ve své studii vyhodnocuje pohyb palce a velikost vynaložené síly při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Ve výsledcích své studie Ong (2009) uvádí, že při psaní krátkých textových zpráv se nejčastěji objevuje pohyb směrem do flexe v IP kloubu, a opozice palce v MCP kloubu. Při používání tlačítek v pravém sloupci klávesnice nedochází k vynaložení síly v tak velké míře jako při

používání tlačítek ve zbylých dvou sloupcích klávesnice. Výsledky této studie ukázaly, že svalové úsilí, které je třeba vynaložit pro stisknutí tlačítka klávesnice při psaní na klávesnici mobilního telefonu, má nejvyšší hodnoty při rychlých úhlových změnách polohy, a to směrem do flexe v IP kloubu a při opozici v MCP kloubu.

Proto se nabízí možnost pro případné další studie věnujících se této tématice, sledovat nástup svalové únavy nejen na m. opponens pollicis, ale vzhledem k závěrům a výsledkům studie Ong (2009) sledovat nástup svalové únavy na svalech provádějících pohyb směrem do flexe v IP kloubu a pohyb směrem do opozice v MCP kloubu. V této studii je jediným sledovaným svalem majícím vztah k výše zmíněným kloubním strukturám pouze m. opponens pollicis. Pro další studie připadá tedy v úvahu m. flexor pollicis longus realizující flexi v IP kloubu, m. abductor pollicis brevis, m. abductor pollicis longus a m. flexor pollicis brevis umožňující opozici palce. (Kapandji, 1990)

Hodnota jednotlivých parametrů elektromyografického signálu je ovlivněna nejen fyziologickými faktory (počet detekovaných aktivovaných motorických jednotek, typ a průměr svalových vláken, hloubka a umístění aktivních svalových vláken uvnitř svalu, množství tkáně mezi elektrodami a aktivními motorickými jednotkami, stabilita náboru, rychlost pálení apod.), ale důležitý je i vliv faktorů metodického postupu detekce a zpracování signálu. V oblasti detekce se jedná především o elektrodovou konfiguraci, která je dána velikostí, tvarem, lokalizací elektrod a jejich vzdáleností. (De Luca, 2003)

Mezi další zvolené parametry metodiky práce, které mohou mít vliv na nástup svalové únavy, patří poloha trupu, poloha horní končetiny při plnění zadaného úkolu, frekvence úderů za sekundu udávaná akustickým metronomem, počet naspaných SMS, obsah vkládaného textu. Nabízí se varianta, že pokud by se napsalo větší množství SMS, mohlo by dojít k poklesu mediánu frekvence EMG signálu, což by se dalo dle velikosti poklesu interpretovat jako tendence nebo jako svalová únava v případě, že by byl pokles minimálně o 30 % oproti hodnotě před splnění zadaného úkolu. Stejný vliv by mohla mít vyšší frekvence úderů na klávesnici za sekundu, ale dle mé vlastní praktické zkušenosti, musím konstatovat, že zrychlení v tomto případě je téměř neproveditelné a docházelo by pravděpodobně k výskytu velkého množství překlepů a nemožnosti dodržet udávané tempo.

Obsah textu SMS nebyl libovolný, ale byl konkrétně zadán s ohledem na jednoduchost provedení, minimalizaci chyb a také s ohledem na výsledky studie Ong (2009). Výsledky ukázaly, že nejvyšší hodnota pro opozici palce v MCP a MCP kloubu

palce byla 17⁰ při stisknutí tlačítka „4“. Z výše uvedených důvodů bylo jedním ze zvolených tlačítek používaných při psaní SMS tlačítko „4“ neboli písmeno „g“. Zadaný sled tlačítek byl následovný: „g“ „a“ „m“ / „4“ „2“ „6“. Ve studiích Jonsson (2010) a Gustaffson (2010) nebylo tempo určované akustickým metronem, ale bylo libovolné. Libovolný byl i text zadávaný na klávesnici mobilního telefonu.

Podstatnou roli ve výsledcích hraje i samotná volba mobilního telefonu použitého pro experiment, proto lze čekat při použití jiného typu telefonu pravděpodobně i jiné výsledky. S každou novou generací mobilních telefonů přichází další specifické nové vestavěné funkce, které vedou ke zvýšení hladiny expozice fyzikálních vlivů. Dalším problémem nových typů telefonů jsou čím dál tím rozměrově menší klávesnice, které vyžadují přesnější jemnou motoriku a zvyšují nároky na svaly palce podílející se na pohybu palce při psaní SMS. (Gustaffson, 2010)

Co se týče kritického zhodnocení metodiky práce, je třeba uvést především menší výzkumný soubor, který sestával z pěti subjektů, což může být nedostačující pro stanovení některých obecně platných závěrů. I přes tento fakt je možné z výsledků vypožorovat určité tendence, které mohou sloužit jako podklady pro budoucí studie.

7 Závěr

Předkládaná studie se zabývá hodnocením svalové únavy na vybraných svalech ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Předpokládá se, že v důsledku stereotypně se opakujících pohybů, v případě této pilotní studie pohyb palce při psaní krátkých textových zpráv na klávesnici mobilního telefonu, dochází po zadání určitého množství znaků k nástupu svalové únavy. Dále bylo sledováno, zda dojde kompenzačně k nárůstu svalové aktivity u m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis v důsledku poklesu svalové aktivity a popřípadě nástupu svalové únavy u m. opponens pollicis. Byla srovnána situace před a po napsání 10 SMS o 160 znacích na klávesnici mobilního telefonu.

Téma klinické studie bylo vybráno s ohledem na předem vytvořený aktuální přehled nejnovějších poznatků v oblasti dané problematiky a to formou samostudia dostupné literatury. Prozkoumání veškeré dostupné literatury poukázalo na nedostatek znalostí a informací o možných fyzikálních vlivech a rizicích spojených s užíváním mobilního telefonu a zároveň není známo, jak nejlépe měřit a charakterizovat tyto vlivy. Tato diplomová práce nabízí jednu z možných forem jak tyto vlivy a rizika měřit, charakterizovat a kvantifikovat. Zvolenou objektivizační metodou byla povrchová elektromyografie a sledovaným parametrem byl medián frekvence elektromyografického signálu a plocha pod křivkou výkonového spektra elektromyografického signálu během maximální izometrické kontrakce před a po napsání 10 SMS o 160 znacích.

„Text Message Injury“ je v současné době, která je charakterizována vzestupem používání mobilního telefonu k odesílání nebo přijímání emailů a krátkých textových zpráv či k přístupu na internet a zároveň růstem počtu uživatelů tohoto komunikačního zařízení, velmi aktuálním tématem, nově vznikajícím termínem a v budoucnu pravděpodobně hojně rozšířenou myoskeletální poruchou. Přesto neexistuje ucelená publikace, která by komplexně obsáhla problematiku tohoto tématu. I proto je jedním z hlavních přínosů této diplomové práce vytvoření komplexního přehledu aktuálních teoretických poznatků týkajících se problematiky „Repetitive Strain Injury“ a „Text Message Injury“.

Výsledky této pilotní studie lze vztáhnout pouze na subjekty, které se této studii účastnily, a především nelze vyvozené závěry vzhledem k nízkému počtu probandů zobecňovat. Mohou být ale dále použity pro další výzkum v této oblasti.

Analýza vybraných úseků elektromyografického signálu ukázala, že nedošlo k nástupu svalové únavy u žádného ze sledovaných svalů. Naopak u *m. opponens pollicis* lze uvažovat o tendenci k nárůstu mediánu frekvence po splnění zadaného úkolu, jelikož v 80 % měření došlo ke vzestupu mediánu frekvence elektromyografického signálu. U *m. opponens pollicis* dochází v této pilotní studii k poklesu plochy pod křivkou ve 100 % provedených měření. Na základě výsledků těchto dvou sledovaných parametrů lze konstatovat, že došlo ke změně prostorově-časové aktivace motorických jednotek a to v tom smyslu, že se snížilo množství aktivovaných motorických jednotek a zároveň vzrostla frekvence výbojů motorických jednotek. Z výsledků *m. flexor carpi ulnaris* a *m. extensor carpi radialis* nelze vyvodit žádné obecné závěry. Lze ale konstatovat, že v případě této studie nedošlo ani kompenzačně k nárůstu svalové aktivity u *m. flexor carpi ulnaris* a *m. extensor carpi radialis*.

Předmětem dalšího výzkumu může být sledování nástupu svalové únavy nejen na *m. opponens pollicis*, ale vzhledem k závěrům a výsledkům studie Ong (2009) sledovat nástup svalové únavy na svalech provádějících pohyb směrem do flexe v IP kloubu a pohyb směrem do opozice v MCP kloubu. V této studii je jediným sledovaným svalem majícím vztah k výše zmíněným kloubním strukturám pouze *m. opponens pollicis*. Pro další studie připadá tedy v úvahu *m. flexor pollicis longus* realizující flexi v IP kloubu, *m. abductor pollicis brevis*, *m. abductor pollicis longus* a *m. flexor pollicis brevis* umožňující opozici palce.

8 Seznam literatury

Anatomy and Physiology [online]. 2010 [cit. 2011-03-23]. Stages of Muscle Contraction. Dostupné z WWW:

<<http://legacy.owensboro.kctcs.edu/GCaplan/anat/Notes/API%20Notes%20J%20%20Muscle%20Contraction.htm>>.

BERÁNKOVÁ, Lenka, et al. *Rizikové faktory sedavého životního stylu* [online]. 2007 [cit. 2011-01-09]. Úvod. Dostupné z WWW:

<<http://www.fsps.muni.cz/algie/index.html>>.

BEROLO, Sophia ; P. WELLS, Richard; C. AMICK, Benjamin. Musculoskeletal symptoms among mobile hand-held device users and their relationship to device use: A preliminary study in a Canadian university population *Applied Ergonomics*. 2011, 42, s. 371-378.

ČIHÁK, Radomír. *Anatomie 1*. 2. upravené a doplněné vydání. Praha : Grada Publishing, 2003. 516 s. ISBN 80-7169-970-5.

Český statistický úřad [online]. 2010 [cit. 2011-01-09]. Mobilní telefonní síť. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/mobilni_telefonni_sit>.

DAŇKOVÁ, Irena. Zdravotní opatření a cvičení kompenzující jednostranné zatížení pohybového aparátu při práci na počítači. *Zpravodaj ÚVT MU*. 2001, XII., č. 1, s. 13-16. ISSN 1212-0901.

DAROWISH, Michael; N. LAWTON, Jeffrey; J. EVANS, Peter. What is cell phone elbow, and what should we tell our patients?. *Cleveland clinic journal of medicine*. 2009, 5, s. 306-308.

DEUSCHEL, G.; EISEN, A. Long-latency reflexes following electrical nerve stimulation : The International Federation of Clinical Neurophysiology. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*. 1999, 52, s. 263-268.

DE LUCA, Carlo J. Use of the surface EMG signal for performance evaluation of back muscles. *Muscle and Nerve*. 1993, 16, s. 210-216.

DUFEK, J. *Elektromyografie*. Brno : Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví, 1995. 102 s. ISBN 80-7013-208-6.

DYLEVSKÝ, Ivan; DRUGA, Rastislav; MRÁZKOVÁ, Olga. *Funkční anatomie člověka*. Praha : Grada Publishing, 2000. Kostra a spoje horní končetiny, s. 134-154. ISBN 80-7169-681-1.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha : Grada Publishing, 2009. Kineziologie horní končetiny, s. 99-129. ISBN 978-80-247-1648-0.

GEERE, Jo, et al. Power grip, pinch grip, manual muscle testing or thenar atrophy – which should be assessed as a motor outcome after carpal tunnel decompression? A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2007, x, s. x. Dostupný také z WWW: <<http://www.biomedcentral.com/1471-2474/8/114>>.

Get Pc Memory [online]. 2010 [cit. 2011-03-26]. Nokia 6303 classic – Review Photos Price & Specifications of Nokia 6303 classic. Dostupné z WWW: <<http://www.getpcmemory.com/mobile-phones/nokia-6303-classic-review-photos-price-specifications-of-nokia-6303-classic/>>.

GUSTAFFSON, Ewa; W. JOHNSON, Peter; HAGBERG, Mats. Thumb postures and physical loads during mobile phone use – A comparison of young adults with and without musculoskeletal symptoms. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, 20, s. 127-135.

GYDIKOV, A., et al. Functional differentiation of motor units in human opponens pollicis muscle. *Experimental Neurology* [online]. 2004, 1, [cit. 2011-03-30]. Dostupný z WWW: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6WFG-4C52H4R-KT&_user=10&_coverDate=01%2F31%2F1976&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=gateway&_origin=gateway&_sort=d&_docanchor=&_view=c&_searchStrId=1698523192&_rerunOrigin=google&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=432ea02a1140ab518d226ba1a265d69a&searchtype=a>

HOLUBÁŘOVÁ, Jiřina; PAVLŮ, Dagmar . *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. Praha : Karolinum, 2007. 115 s. ISBN 978-80-246-1294-2.

HUBINKOVÁ, Zuzana, et al. *Psychologie a Sociologie ekonomického chování* [online]. Vyd. 1. Praha : Grada, 2008 [cit. 2011-01-06]. Moderní komunikační prostředky, s. . Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=PFxedT_gh1kC&pg=PA194&dq=mobiln%C3%AD+telefon&hl=cs&ei=uclTcCHMsSgOquyscEC&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&sqi=2&ved=0CDkQ6AEwAQ#v=onepage&q=mobiln%C3%AD%20telefon&f=false>.
ISBN 978-80-247-1593-3.

JANDA, Vladimír, et al. *Svalové funkční testy*. 1. Praha : Grada Publishing, 2004. Palec a malík - opozice, s. 328. ISBN 80-247-0722-5.

JENKINS, David B. *Hollinshead's functional anatomy of the limbs and back*. 9. ilustrované vydání. Saunders : Elsevier, 2009. 442 s. ISBN 1416049800.

JONSSON, Per, et al. Thumb joint movement and muscular activity during mobile phone texting – A methodological study. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, xxx, s. xxx-xxx. Dostupný také z WWW: <10.1016/j.jelekin.2010.10.007>.

KAPANDJI, I. A. *The Physiology of the Joints*. London : Churchill Livingstone, 1990. The Hand, s. 164-280. ISBN 0-443-02504-5.

KAUFMAN, Kenton R., et al. In-vivo function of the thumb muscles. *Clinical Biomechanics*. 1999, 14, s. 141-151.

KONRAD, P. *The ABC of EMG* [online]. Version 1.0. 2005 [cit. 2011-03-26]. A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Dostupné z WWW: <<http://www.noraxon.com/emg/index.php3>>.

KOTLER, Philips; LANE KELLER, Kevin . *Marketing Management* [online]. Vyd. 12. Praha : Grada, 2007 [cit. 2011-01-06]. Shromažďování informací a detailní zkoumání prostředí, s. . Dostupné z WWW: <http://books.google.cz/books?id=pkWsyjLsfGgC&pg=PA767&dq=Philips+Kotler,Kevin+Lane+Keller:+Marketing+management&hl=cs&ei=nQYmTZbcHISEOt2hoKwC&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false>.
ISBN 978-80-247-1359-5.

KOTLER, Philips; ROBERTS, Ned; LEE, Nancy. *Social Marketing : Improving the Quality of Life* [online]. Vyd. 1. Thousand Oaks, California : Sage, 2002 [cit. 2011-01-06]. Promotion: CreatingMessages, s. . Dostupné z WWW: <http://books.google.com/books?id=IIw8xqlMP8QC&pg=PA108&dq=Philips+Kotler,+Ned+Roberts+a+Nancy+Lee,+Social+Marketing:&hl=fr&ei=sgEmTfOpEsLtsgaZm-jHAg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=1&ved=0CCgQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false>.

KOLÁŘ, Pavel, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. Kineziologie zápěstí a ruky, s. 155-158. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRUMLOVÁ, Helena; PÁNEK, David; PAVLŮ, Dagmar. Měření EMG aktivity svalové tkáně po aplikaci celotělové chladové terapie (-130°). *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2010, 1, s. 14-20.

KUCER, Nermin. Symptoms Experienced by Long Term Users of Mobil Phones. AIP Conference Proceedings [serial online]. April 23, 2007;899(1):814. Available from: Academic Search Complete, Ipswich, MA. Accessed November 1, 2010. ISSN 0094243X. Dostupný také na WWW: <<http://search.ebscohost.com/>>.

Kulturistika [online]. 1997 [cit. 2011-03-23]. Zloženie a štruktúra svalu. Dostupné z WWW: <<http://www.kulturistika.sk/pages/kineziol/biochemia/biochem2.htm>>.

Lékařská fakulta Masarykovy univerzity [online]. 2011 [cit. 2011-04-04]. Fyziologický ústav LF UK. Dostupné z WWW: <<http://www.med.muni.cz/fyziol/myografie.pdf>>.

LOUDA, Zdeněk. *Vliv tapu aplikovaného v oblasti hlezenního kloubu na nástup svalové únavy m. tibialis anterior a m. gastrocnemius*. Praha, 2009. 85 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Fakulta tělesné výchovy a sportu.

MENZ, Robert J. "Texting" tendinitis. *The Medical Journal of Australia*. 2005, 6, s. 308.

MING, Zhiyong; PIETIKAINEN, Seppo; HÄNNINEN, Osmo. Excessive texting in pathophysiology of first carpometacarpal joint arthritist : Case report. *Pathophysiology*. 2006, 13, s. 269-270.

Mobile phone rewievs [online]. 2009 [cit. 2011-03-27]. Nokia 6303 Classic Review. Dostupné z WWW: <<http://mobilephone4all.com/2009/12/05/nokia-6303-classic-review/>>.

NAUZA, M. *Únava známá a neznámá*. Praha : Centrum klinické imunologie, 1999. 45 s.

OLAFSDOTTIR, Halla ; ZATSIORSKI, Vladimir M.; LATASH, Mark L. Is the thumb a fifth finger? A study of digit interaction during force production tasks . *Exp Brain Res*. 2005, 2, s. 203-213.

OLAVE, E., et al. Morphometric studies of the muscular branch of the median nerve. *J. Anat.*. 1996, 189, s. 445-449.

ONG, F. R. Thumb Motion and Typing Forces during Text Messaging on a Mobile Phone. 13th International Conference on Biomedical Engineering IFMBE Proceedings, 2009, Volume 23, Track 5, 2095-2098, DOI: 10.1007/978-3-540-92841-6_522. Dostupný z WWW: <<http://springerlink.metapress.com/content/k4h01411283r5347/>>.

PÁNEK, David; PAVLŮ, Dagmar; ČEMUSOVÁ, Jitka. Počítačové zpracování dat získaných pomocí povrchového EMG. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, 4, s. 177-180.

PÁNEK, David; PAVLŮ, Dagmar; ČEMUSOVÁ, Jitka. Rychlost vedení akčního potenciálu svalů jako identifikátor nástupu svalové únavy v povrchové elektromyografii. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2009, 3, s. 96-101.

PFEIFFER, Jan. *Neurologie v rehabilitaci : pro studium a praxi*. Praha : Grada, 2007. 351 s. ISBN 978-80-247-1135-5.

Přečti.cz [online]. 2009 [cit. 2011-03-26]. Nokia 6303 Recenze. Dostupné z WWW: <<http://precti.cz/nokia-6303-recenze/>>.

ROKYTA, Richard, et al. *Fyziologie : pro bakalářská studia v medicíně, přírodovědných a tělovýchovných oborech*. 1. Praha : ISV, 2000. Fyziologie svalů, s. 359. ISBN 80-85866-45-5.

ROZMARYN, Leo M.; BARTKO, John J. ; ISSLER, Maria Lizza D. The Ab-Adductometer: A New Device for Measuring the Muscle Strength and Function of the Thumb. *Journal od Hand Therapy*. 2007, x, s. 311-324.

SALOMON, Jean-Jacques; LÉBEAU, André. *Mirages of development* [online]. Vyd. 2. London : Lynne Rienner, 1993 [cit. 2011-01-06]. The information revolution, s. . Dostupné z WWW:

<http://books.google.com/books?hl=fr&lr=&id=_n2KC-P5ZegC&oi=fnd&pg=PA1&sig=Mz1YcQC8Hd57eltBqQZkfspsvI&dq=jean+jacques+salomon#v=onepage&q&f=false>.

ScienceBlogs [online]. 2006 [cit. 2011-03-23]. Physiology: Regulation and Control. Dostupné z WWW: <http://scienceblogs.com/clock/2006/06/bio101_lecture_6_physiology_re.php>.

SMRČKA, Václav. *Poranění flexorových šlach ruky*. Praha : Victoria Publishing, 1995. 88 s. ISBN 80-85865-74-2.

SpringerImages [online]. 2011 [cit. 2011-03-23]. Images. Dostupné z WWW: <http://www.springerimages.com/Images/RSS/1-10.1007_s00421-006-0311-9-1>.

TULDER, Maurits; KOES, Bart; MALMIVAARA, Antti. Repetitive strain injury. *The Lancet*. 2007, 369, 9575, s. 1815-1822. Dostupný také z WWW: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.techlib.cz/science?_ob=ArticleListURL&_method=list&_ArticleListID=1601122283&_sort=r&_st=13&_view=c&_acct=C000032306&_version=1&_urlVersion=0&_userid=640817&_md5=0bdf8ae6800cec1e4974e87a705a21d0&searchtype=a>.

VAN OUDENAARDE, E., et al. Differences and similarities in electrical muscle activity for the abductor pollicis longus muscle divisions. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [online]. 1995, Vol. 5, Issue 1, [cit. 2011-03-23]. Dostupný z WWW: <<http://www.jelectromyographykinesiology.com/article/S1050-6411%2899%2980006-6/abstract>>

VARSÍK, P., et al. *Neurológia I : Základy vyšetovania*. Bratislava : Lufema, 1997. 647 s. ISBN 80-966972-8-5.

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

VYKOUKALOVÁ, Zdeňka . *Mobil je poselství : Význam média a jeho dopad na komunikaci v interpersonálních vztazích generace SMS* [online]. Brno : Masarykova Univerzita, 2007. 122 s. Rigorózní práce. Masarykova Univerzita v Brně. Dostupné z WWW: <http://is.muni.cz/th/14219/fss_r/rigorozni_prace.pdf>.

WU, John Z., et al. A simulating analysis of the effects of increased joint stiffness on muscle loading in a thumb. *BioMedical Engineering*. 2009, x, s. x. Dostupný také z WWW: <<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/8/1/41>>.

9 Přílohy

Příloha 1 Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, doktorské, diplomové (bakalářské) práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Hodnocení EMG aktivity svalů ruky při používání mobilního telefonu

Forma projektu: výzkum základní / aplikovaný (u zaměstnanců)
doktorská / rigorózní práce
diplomová / bakalářská práce

Autor (hlavní řešitel): Bc. Lucie Šimková
spoluřešitelé:

Školitel (v případě studentské práce): Doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Popis projektu V diplomové práci bude hodnocena EMG aktivita vybraných svalů ruky při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. K měření bude použita povrchová elektromyografie u cca pěti zdravých probandů.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky:

- nebude použito invazivních metod

Etické aspekty výzkumu

- není zvláštní odůvodnění

Informovaný souhlas (příložen)

V Praze dne 25.11.2010

Podpis autora: 

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.
Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.
Prof. PhDr. Pavel Šlepička, DrSc.
Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

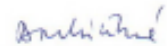
Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 9179/2010

dne: 3.12.2010

Etická komise UK FTVS zhodnotila předložený projekt a neshledala žádné rozpory s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnici pro provádění biomedicínského výzkumu, zahrnujícího lidské účastníky.

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

UNIVERZITA KARLOVA v Praze
Fakulta tělesné výchovy a sportu
sekretariát děkana
Josef Martího 31, 162 52, Praha 6


podpis předsedy EK

Informovaný souhlas

V souladu se zákonem o péči o zdraví lidu (§ 23 odst. 2 zákona č. 20/1966 Sb.) a Úmluvou o lidských právech a biomedicíně č. 96/2001, Vás žádám o souhlas k účasti na studii: Hodnocení nástupu svalové únavy na svalech palce při psaní krátkých textových zpráv na mobilním telefonu. Studie bude vypracována v rámci diplomové práce na FTVS UK. Osobní data v této studii nebudou uvedena.

Dnešního dne jsem byla odborným pracovníkem poučena o plánovaném měření včetně jeho průběhu. Prohlašuji a svým dále uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že odborný pracovník, který mi poskytl poučení, mi osobně vysvětlil vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu, a měl/a jsem možnost klást mu otázky, na které mi řádně odpověděl.

Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení plně porozuměl/a a výslovně souhlasím s provedením měření.

Souhlasím s nahlížením níže jmenované osoby do mé dokumentace a s uveřejněním výsledků měření v rámci studie.

Datum:

Osoba, která provedla poučení: Bc. Lucie Šimková

Podpis osoby, která provedla poučení:

Vlastnoruční podpis pacienta:

Příloha 3 *Mobilní telefon použitý v klinické studii Nokia 6303*



Obr. 21: Mobilní telefon 6303 (Mobile phone reviews, 2009)



Obr. 22: Velikost ruka x Nokia 6303 (Get Pc Memory, 2010)