

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA STROJNÍ

Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 2301T007 Průmyslové inženýrství a
management

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Měření degenerativních změn stárnoucí populace

Autor: **Bc. Aneta Kutková**

Vedoucí práce: **Ing. Marek Bureš, Ph.D.**

Akademický rok 2015/2016

Prohlášení o autorství

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě strojní Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne:

.....
podpis autora

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu diplomové práce Ing. Marku Burešovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a za pomoc při získávání dat pro praktickou část práce.

ANOTAČNÍ LIST DIPLOMOVÉ PRÁCE

AUTOR	Příjmení Kutková	Jméno Aneta	
STUDIJNÍ OBOR	2301T007 „Průmyslové inženýrství a management“		
VEDOUcí PRÁCE	Příjmení (včetně titulů) Ing. Bureš, Ph.D.	Jméno Marek	
PRACOVISŤE	ZČU - FST - KPV		
DRUH PRÁCE	DIPLOMOVÁ	BAKALÁŘSKÁ	Nehodící se škrtněte
NÁZEV PRÁCE	Měření degenerativních změn stárnoucí populace		

FAKULTA	strojní	KATEDRA	KPV	ROK ODEVZD.	2016
----------------	---------	----------------	-----	--------------------	------

POČET STRAN (A4 a ekvivalentů A4)

CELKEM	84	TEXTOVÁ ČÁST	79	GRAFICKÁ ČÁST	5
---------------	----	---------------------	----	----------------------	---

<p style="text-align: center;">STRUČNÝ POPIS (MAX 10 ŘÁDEK)</p> <p>ZAMĚŘENÍ, TÉMA, CÍL POZNATKY A PŘÍNOSY</p>	<p>Diplomová práce se zabývá měřením vybraných fyziologických změn provázejících stárnutí lidí, konkrétně měřením motoriky rukou, síly stisku rukou a rozsahu pohybu v kloubech horních končetin a páteře. První část je věnována metodice měření a způsobu zaznamenávání naměřených dat. V druhé části je provedeno statistické zpracování dat naměřených na mladší a starší skupině žen a porovnání výsledků těchto skupin s důrazem na vyčíslení procentuálního poklesu měřených veličin u starší skupiny.</p>
<p style="text-align: center;">KLÍČOVÁ SLOVA</p> <p style="text-align: center;">ZPRAVIDLA JEDNOSLOVNÉ POJMY, KTERÉ VYSTIHUJÍ PODSTATU PRÁCE</p>	<p>stárnutí populace, starší pracovníci, ergonomie, ergoterapie, měření fyziologických změn, testy zručnosti, Purdue pegboard test, Grooved pegboard test, Complete Minnesota dexterity test, jemná motorika rukou, síla stisku, Jamar dynamometr, rozsah pohybu v kloubech, goniometr</p>

SUMMARY OF DIPLOMA SHEET

AUTHOR	Surname Kutková	Name Aneta		
FIELD OF STUDY	2301T007 “Industrial Engineering and Management“			
SUPERVISOR	Surname (Inclusive of Degrees) Ing. Bureš, Ph.D.	Name Marek		
INSTITUTION	ZČU - FST - KPV			
TYPE OF WORK	DIPLOMA	BACHELOR	Delete when not applicable	
TITLE OF THE WORK	Measurement of degenerative changes on aging population			

FACULTY	Mechanical Engineering	DEPARTMENT	Industrial Engineering and Management	SUBMITTED IN	2016
----------------	------------------------	-------------------	---------------------------------------	---------------------	------

NUMBER OF PAGES (A4 and eq. A4)

TOTALLY	84	TEXT PART	79	GRAPHICAL PART	5
----------------	----	------------------	----	-----------------------	---

BRIEF DESCRIPTION TOPIC, GOAL, RESULTS AND CONTRIBUTIONS	<p>This thesis is focused on measurement of selected physiological changes associated with aging of people, particularly on measuring of manual dexterity, maximal voluntary grip force and voluntary joint range of motion in the upper limb and spine. The first part describes methodology of the measurements and method of recording. In the second part, statistical analysis of data obtained by measuring of young and elderly groups has been performed. Differences between the age groups have been evaluated with emphasis on decline in the elderly group.</p>
KEY WORDS	<p>population aging, older workers, ergonomics, occupational therapy, physiological changes measurement, dexterity assessment, Purdue pegboard test, Grooved pegboard test, Complete Minnesota dexterity test, fine motor skills, maximal grip force, maximal voluntary contraction, grip strength, Jamar dynamometer, joint range of motion, goniometer</p>

Obsah

Úvod	13
1 Úvod do problematiky	14
1.1 Fyziologické změny provázející stárnutí	16
1.2 Praktické přínosy práce	17
2 Měření manuální zručnosti	19
2.1 Purdue Pegboard Test	19
2.1.1 Příprava a organizace testu	20
2.1.2 Postup testu	20
2.1.3 Vyhodnocení testu	21
2.2 Grooved Pegboard Test	22
2.2.1 Příprava a organizace testu	22
2.2.2 Postup testu	22
2.2.3 Vyhodnocení testu	23
2.3 Complete Minnesota Dexterity Test	24
2.3.1 Příprava a organizace testu	24
2.3.2 Postup jednotlivých variant testů ze série CDMT	25
2.3.3 Vyhodnocení testu	27
3 Měření síly stisku ruky	29
3.1 Statické úchopy	29
3.2 Přístroje pro měření síly stisku	30
3.3 Průběh testu maximální síly	31
3.3.1 Vliv pozice držadla dynamometru na sílu stisku	32
3.3.2 Testovací pozice probanda a průběh testu	32
3.3.3 Vyhodnocení výsledků	33
3.4 Další faktory ovlivňující maximální sílu stisku	34
4 Měření rozsahu pohybu v kloubech	36
4.1 Roviny těla a základní terminologie kloubních pohybů	36
4.2 Kinematika vybraných kloubů	39
4.2.1 Pohyblivost horní končetiny	39
4.2.2 Pohyblivost páteře	41
4.3 Nástroje měření	41
4.4 Metodika měření rozsahu pohybu v kloubech	42

4.4.1	Základní postavení těla pro měření ROM	43
4.4.2	Metody dokumentace	43
4.4.3	Pravidla měření	43
4.5	Postup měření rozsahu pohybu v kloubech	44
4.5.1	Postup měření ROM v jednotlivých kloubech	44
4.5.2	Zápis naměřených hodnot	48
4.6	Faktory ovlivňující rozsah pohybu v kloubech a přehled studií	48
5	Příprava měření	50
5.1	Vzorek probandů	50
5.2	Osobní dotazník	51
5.3	Průběh a časová náročnost měření	54
6	Výsledky měření mladší skupiny probandů	55
6.1	Výsledky testů zručnosti	55
6.2	Výsledky měření síly stisku	56
6.3	Výsledky měření rozsahu pohybu v kloubech	58
7	Výsledky měření starší skupiny probandů	62
7.1	Výsledky testů zručnosti	62
7.2	Výsledky měření síly stisku	63
7.3	Výsledky měření rozsahu pohybu v kloubech	64
8	Porovnání výsledků mladší a starší skupiny žen	68
8.1	Porovnání výsledků testů zručnosti	68
8.2	Porovnání výsledků síly stisku	70
8.3	Porovnání výsledků měření rozsahu pohybu v kloubech	71
	Závěr	74
	Literatura	76
	Seznam příloh	80

Seznam obrázků

Obrázek 1-1: Prognóza změn struktury populace v EU podle věkových skupin. [14]	14
Obrázek 1-2: Poměr osob ve věku 65 let a více k osobám mezi 15 a 64 lety ve státech EU. [14]	15
Obrázek 1-3: Prognóza poměru osob ve věku 65 let a více k pracující populaci podle hlavních geografických oblastí a vybraných zemí světa. [14]	15
Obrázek 2-1: Purdue pegboard test	20
Obrázek 2-2: PPT – ukázka umístování kolíků levou rukou a sestavy (zásobníky jsou organizovány pro testování praváka).....	21
Obrázek 2-3: Grooved pegboard test.....	22
Obrázek 2-4: Placing test - počáteční poloha	25
Obrázek 2-5: Turning test - počáteční poloha	25
Obrázek 2-6: CMDT – označení postupu turning testu pro praváky.....	26
Obrázek 2-7: Displacing test - počáteční poloha pro praváky.....	26
Obrázek 2-8: CMDT - označení postupu displacing testu pro praváky	26
Obrázek 2-9: CMDT - One-hand/Two-hand turning and placing test (pro praváky)	27
Obrázek 3-1: Jamar Plus+ Dynamometr - měření síly stisku dlaňového úchopu	31
Obrázek 3-2: Klíčový úchop.....	31
Obrázek 3-3: Jamar Plus+ Dynamometr - měření síly stisku špetkovitého úchopu.....	31
Obrázek 3-4: Pinzetový úchop	31
Obrázek 4-1: Sagitální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46].	37
Obrázek 4-2: Základní "osteokinematické" pohyby [46].....	37
Obrázek 4-3: Transverzální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46]	38
Obrázek 4-4: Frontální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46]	38
Obrázek 4-5: Kinematika ramenního kloubu [13] (pozn.: upraveno)	39
Obrázek 4-6: Kinematika loketního kloubu [23] (pozn.: upraveno)	40
Obrázek 4-7: Kinematika zápěstí [47][23] (pozn.: upraveno)	40
Obrázek 4-8: Kinematika krční páteře [38].....	41
Obrázek 4-9: Kinematika bederní páteře [38]	41
Obrázek 4-10: Nulové postavení těla [18].....	43
Obrázek 4-11: Měření flexe a extenze ramenního kloubu [18].....	45
Obrázek 4-12: Měření abdukce ramenního kloubu [18]	45
Obrázek 4-13: Měření flexe v loketním kloubu [18].....	46
Obrázek 4-14: Měření radiální a ulnární dukce v zápěstí [18].....	46
Obrázek 6-1: Rozdíl ROM [°] mezi pravou a levou rukou/stranou těla u mladší skupiny žen	59
Obrázek 7-1: Rozdíl ROM [°] mezi pravou a levou rukou/stranou těla u starší skupiny žen ..	65
Obrázek 8-1: Porovnání výsledků PPT mladší a starší skupiny žen	69
Obrázek 8-2: Porovnání výsledků GPT mladší a starší skupiny žen.....	69
Obrázek 8-3: Porovnání výsledků CMDT mladší a starší skupiny žen.....	70
Obrázek 8-4: Porovnání výsledků MVGF mladší a starší skupiny žen.....	71

Seznam tabulek

Tabulka 2-1: Tabulka pro záznam výsledků Purdue Pegboard testu.....	22
Tabulka 2-2: Tabulka pro záznam výsledků Grooved Pegboard testu.....	23
Tabulka 2-3: Tabulka pro záznam výsledků CMDT.....	27
Tabulka 2-4: Normativní tabulky pro určení bodů B pro placing a turning test. [28].....	28
Tabulka 3-1: Tabulka pro záznam MVGF.....	34
Tabulka 4-1: Terminologie základních kloubních pohybů horní končetiny a páteře podle rovin těla [18].....	38
Tabulka 4-2: Postup měření ROM v ramenním kloubu.....	45
Tabulka 4-3: Postup měření ROM v loketním kloubu.....	46
Tabulka 4-4: Postup měření ROM v zápěstí.....	46
Tabulka 4-5: Postup měření ROM krční páteře.....	47
Tabulka 4-6: Postup měření ROM bederní páteře.....	47
Tabulka 5-1: Rozdělení probandů podle věkových skupin.....	50
Tabulka 5-2: Průměrné hodnoty věku, výšky, váhy a BMI skupiny žen ve věku 25 až 29 let.....	50
Tabulka 5-3: Průměrné hodnoty věku, výšky, váhy a BMI skupiny žen ve věku 60 až 75 let.....	50
Tabulka 5-4: Osobní dotazník.....	52
Tabulka 5-5: Časová náročnost měření.....	54
Tabulka 6-1: Vyhodnocení PPT [ks] pro mladší skupinu žen.....	55
Tabulka 6-2: Vyhodnocení GPT [s] pro mladší skupinu žen.....	55
Tabulka 6-3: Vyhodnocení CMDT [s] pro mladší skupinu žen.....	56
Tabulka 6-4: Výsledky PPT [s] a GPT [s] mladší skupiny žen rozdělené podle laterality.....	56
Tabulka 6-5: Vyhodnocení MVGF [kg] pro mladší skupinu žen.....	56
Tabulka 6-6: Porovnání průměrných hodnot MVGF [kg] žen mezi 25 a 29 lety s ostatními studii.....	57
Tabulka 6-7: Korelační matice pro mladší skupinu žen – vztah MVGF různých druhů stisků pravé a levé ruky a tělesné váhy, výšky a BMI.....	57
Tabulka 6-8: P-hodnoty (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$) pro všechny korelované veličiny u mladší skupiny žen.....	58
Tabulka 6-9: Základní statistické charakteristiky ROM [°] mladší skupiny žen.....	60
Tabulka 6-10: Porovnání průměrných hodnot ROM [°] různých studií s výsledky mladší skupiny žen.....	61
Tabulka 7-1: Vyhodnocení PPT [ks] pro starší skupinu žen.....	62
Tabulka 7-2: Vyhodnocení GPT [s] pro starší skupinu žen.....	62
Tabulka 7-3: Vyhodnocení CMDT [s] pro starší skupinu žen.....	62
Tabulka 7-4: Vyhodnocení MVGF [kg] pro starší skupinu žen.....	63
Tabulka 7-5: Porovnání průměrných hodnot MVGF [kg] žen mezi 60 a 74 lety s ostatními studii.....	63
Tabulka 7-6: Korelační matice pro starší skupinu žen – vztah MVGF různých druhů stisků pravé a levé ruky a tělesné váhy, výšky a BMI.....	63
Tabulka 7-7: P-hodnoty (na hladině významnosti $\alpha=0,05$) pro všechny korelované veličiny u starší skupiny žen.....	64
Tabulka 7-8: Základní statistické charakteristiky ROM [°] starší skupiny žen.....	66
Tabulka 7-9: Porovnání průměrných hodnot ROM [°] různých studií s výsledky starší skupiny žen.....	67
Tabulka 8-1: Rozdíl ve výsledcích PPT mladší a starší skupiny žen.....	68
Tabulka 8-2: Rozdíl ve výsledcích GPT mladší a starší skupiny žen.....	69
Tabulka 8-3: Rozdíl ve výsledcích CMDT mladší a starší skupiny žen.....	70
Tabulka 8-4: Porovnání výsledků MVGF mladší a starší skupiny žen.....	71

Tabulka 8-5: Porovnání výsledků ROM mladší a starší skupiny žen73

Seznam používaných zkratk

PPT	Purdue Pegboard Test
GPT	Grooved Pegboard Test
CMDT	Complete Minnesota Dexterity test
MRMT	Minnesota Rate of Manipulation Test
MMDT	Minnesota Manual Dexterity Test
MVC	Maximal Voluntary Contraction (maximální stah svalu)
MVGF	Maximal Voluntary Isometric Grip Force (maximální izometrická síla stisku)
ASHT	American Society of Hand Therapists
FSD	musculus Flexor Digitorum Superficialis
ROM	Range of Motion (rozsah kloubního pohybu)
AAOS	American Academy of Orthopedic Surgeons (Americká akademie ortopedů)

Úvod

Tato práce se zabývá měřením vybraných fyziologických změn, ke kterým u člověka dochází s přibývajícím věkem a které ovlivňují jeho každodenní osobní i pracovní život. Tyto degenerativní změny způsobují omezení pohyblivosti, síly a obecně výkonu člověka a přispívají k častějším výskytům zdravotních problémů a chronických nemocí. Nemocnost a časté úrazy samozřejmě nejsou v průmyslové praxi žádoucí a právě u starších pracovníků mohou navíc zvyšovat riziko předčasného odchodu do důchodu nebo pracovní neschopnosti. Z těchto důvodů je nutné přizpůsobovat stávající pracovní podmínky a navrhnout nová pracoviště a pracovní modely v souladu s fyzickými možnostmi starší populace, které ji udrží déle na trhu práce. K těmto ergonomickým modifikacím mohou jako východisko sloužit výsledky získané v rámci této práce.

Téma této diplomové práce je aktuální zejména z důvodu neustálého nárůstu podílu starších lidí v populaci, které je prognózováno celé dvacáté první století a se kterým se potýká Česká republika a mnoho dalších států Evropy, Asie a Ameriky. Přestože u nás a zejména v zahraničí již byly na podporu zaměstnávání starších pracovníků zaváděny různé programy, v budoucnu tomuto fenoménu bude muset čelit stále více průmyslových podniků.

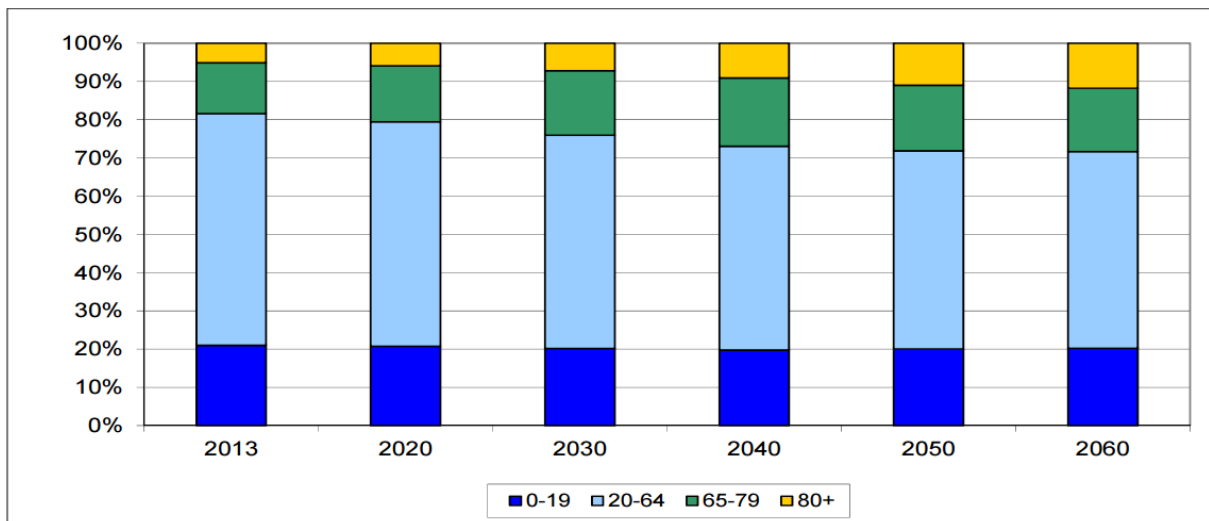
Tato práce je rozdělena na dvě základní části. První část je teoretická a jsou jí věnovány první čtyři kapitoly. Zabývá se především metodikou měření vybraných fyziologických změn provázející stárnutí, mezi které patří manuální zručnost a obratnost, svalová síla a rozsah pohybu v kloubech. V této části je podrobně popsán postup měření manuální obratnosti pomocí třech druhů testů zručnosti, síly stisku ruky při různých úchopech pomocí dynamometrů a rozsahu pohybu v kloubech horních končetin a páteře pomocí goniometrů. Protože se jedná víceméně o různá témata, která jsou v literatuře zpracována většinou zvlášť, bylo při vypracování teoretické části práce použito větší množství zdrojů, zejména odborné články a publikace. Druhá část je praktická a jsou v ní uvedeny především výsledky měření, které bylo provedeno na 25 ženách rozdělených do mladší a starší skupiny. Mladší skupina zahrnovala 15 žen ve věkovém rozmezí 25 až 29 let. Starší skupina se skládala z 10 žen, které spadaly do věkové skupiny 60 až 74 let. Výsledky měření každé skupiny byly zpracovány pomocí nástroje Microsoft Excel™ a v závěrečné kapitole byly navzájem porovnány.

Cílem této diplomové práce je především zpracovat metodiku měření manuální zručnosti, síly stisku rukou a rozsahu pohybu v kloubech a ověřit její správnost provedením praktického měření, jehož výsledky budou porovnány s normativními hodnotami. Dalším cílem je porovnat výsledky mezi mladší a starší skupinou, a tak zjistit, zda a do jaké míry jsou zkoumané fyziologické změny ovlivněny věkem. Dále bude zkoumán vliv dalších aspektů na fyziologické změny a rozdíl mezi výsledky pravé a levé ruky.

1 Úvod do problematiky

Stárnutí populace, které zahrnuje zejména státy Evropy, Asie a Ameriky, se stalo v posledních několika letech velmi diskutovaným tématem. S výraznějším nárůstem podílu starších lidí v populaci se potýká nejvíce Japonsko a většina států Evropy, zejména Itálie a Německo, zatímco v Kanadě a Spojených státech není tento nárůst tolik zřetelný. [40]

V České republice se podle statistických projekcí demografického vývoje [8] v roce 2101 přiblíží průměrný věk k hranici 50 let, přičemž téměř třetinu obyvatelstva budou tvořit lidé starší 65 let. V první polovině 21. století bude počet těchto osob stále růst až na téměř dvojnásobnou hodnotu (ze současných 1,8 milionů na 3,2 miliony). Ve druhé polovině tohoto století by měl sice počet seniorů ubývat, přesto jich bude na konci století výrazně více než dnes. Věková skupina seniorů bude vlastně jediná, která se bude zvětšovat. Podle střední varianty vývoje by měl klesnout jak podíl obyvatel ve věku 15 až 64 let, tak podíl dětí. [9] Tento fenomén se dá sledovat v rámci celé Evropské unie (viz Obrázek 1-1). [14]

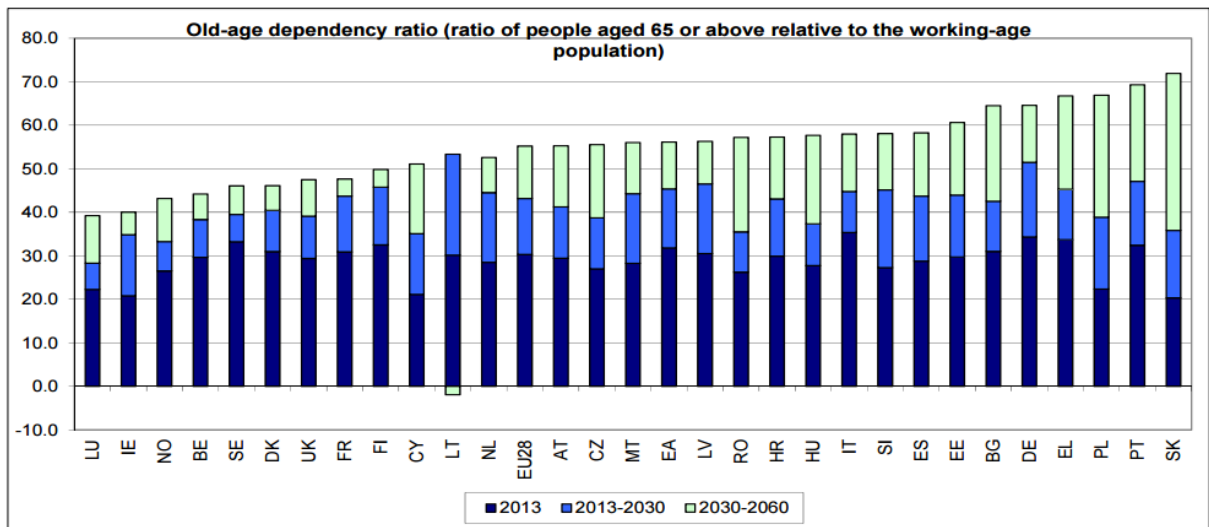


Obrázek 1-1: Prognóza změn struktury populace v EU podle věkových skupin. [14]

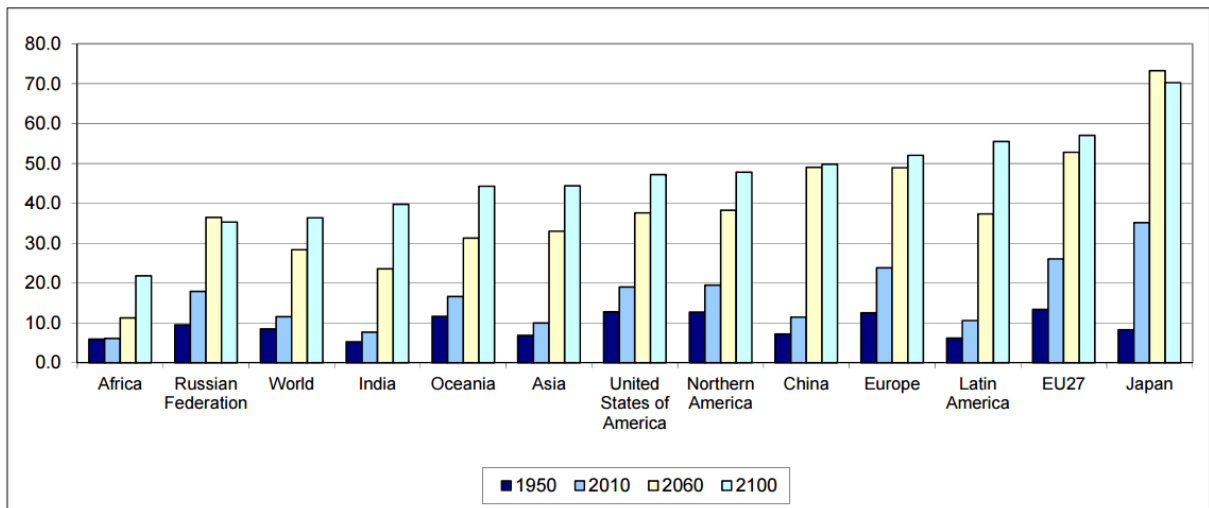
Podíl počtu seniorské a dětské skupiny populace vyjadřuje tzv. index stáří, kterým se měří stárnutí populace v procentech. Tento index by měl v ČR podle prognózy růst až do roku 2063, kdy na sto dětí připadne 277 seniorů (dnes to je 113 seniorů). [9]

Poměr lidí ve věku 65 let a více k osobám mezi 15 a 64 poroste i v rámci EU. Podle odhadů by měl v letech 2013 až 2060 vzrůst tento poměr z 27,8 % na 50,1 %. To by znamenalo, že by v rámci EU na jednoho staršího člověka nad 65 let připadaly místo aktuálních čtyř pouze dvě pracující osoby. Relativně malý nárůst je prognózován v Belgii, Dánsku, Irsku, Francii a Švédsku, zatímco v Bulharsku, Polsku, Slovinsku a Slovensku se do roku 2060 předpokládá nárůst o 40 i více procentních bodů (viz Obrázek 1-2). [14]

S tímto fenoménem se nepotýká jen EU, ale i ostatní státy světa. Nejmenší podíl osob starších 65 let k pracující populaci je v Africe a v Indii. Naopak tomu je u Japonska, kde se tento poměr blíží ke 40 %. Předpokládaný růst tohoto poměru pro hlavní geografické oblasti a vybrané země světa je znázorněn na Obrázku 1-3. [14]



Obrázek 1-2: Poměr osob ve věku 65 let a více k osobám mezi 15 a 64 lety ve státech EU. [14]



Obrázek 1-3: Prognóza poměru osob ve věku 65 let a více k pracující populaci podle hlavních geografických oblastí a vybraných zemí světa. [14]

Tento jev byl z dlouhodobého hlediska vývoje populace a rostoucí životní úrovně nevyhnutelný. Podle [41] existují tři základní trendy, které mají za následek stárnutí populace. Prvním ovlivňujícím faktorem je prodloužení délky života, které je způsobeno bezpochyby pokroky v medicíně, sociálním rozvojem a lepšími životními i pracovními podmínkami. Dalším činitelem přispívajícím ke stárnutí populace je snížení porodnosti. V roce 2014 činila úhrnná porodnost v ČR 1,53 dítěte na jednu ženu, což je hodnota pod zachovnou hranicí nutnou k přirozené obnově populace. [10] Česká republika je v této oblasti zatím lehce podprůměrná v porovnání s průměrem států EU, který by měl vzrůst z hodnoty 1,59 v roce 2013 na 1,68 v roce 2030 a dále na 1,76 v roce 2060. [14] Poslední okolností podporující stárnutí populace je skupina lidí z tzv. baby boom generace, kteří teď dosahují důchodového věku. [41] Všechny tyto populační změny měly významný podíl na vývoji věkového rozložení obyvatelstva.

Důsledkem stárnutí populace je úbytek pracovní síly, který má za následek pomalejší ekonomický růst. Některé země reagují prodloužením věku odchodu do důchodu, což musí být podpořeno změnou politiky a legislativy. Populačním změnám je tedy nutné přizpůsobit jak důchodovou politiku, tak politiku zaměstnanosti, zdravotnictví a další politiky a služby. [40]

Ačkoli je přizpůsobení důchodového systému a zdravotnictví nezbytné, je důležité změnit vnímání samotných starších pracovníků. Podle různých výzkumů z českého prostředí

se ukazuje, že většina lidí neodchází do důchodu z vlastního rozhodnutí, ale proto, že je jejich zaměstnavatel už nepotřebuje. Další problém je, že velké množství lidí nad 50 let má problém s udržení stávající práce nebo s hledáním práce nové. Starší lidé jsou zkrátka vnímáni negativně a nezřídka jsou vystavováni věkové diskriminaci. Proto je nutno upozornit veřejnost na přínosy starších osob a posilovat mezigenerační solidaritu. Na druhou stranu, přístup k práci musí změnit i samotní starší pracovníci, pro které je důležité zvýšit svoji cenu na trhu celoživotním vzděláním. [48]

Další důležité uzpůsobení bude v oblasti pracovních podmínek, ergonomie a zavádění flexibilních pracovních modelů, které starší populaci udrží na trhu práce déle. Na podporu zaměstnávání starších pracovníků jsou v zahraničí zaváděny různé programy. Například ve Francii jsou zaměstnavatelé od roku 2010 povinni vytvářet si tzv. akční plány na tři roky dopředu. V rámci těchto plánů musí být splněny určité body. Firma musí zaměstnat určitý počet lidí nad 50 let, udržet stávající počet zaměstnanců starších 55 let, podporovat vzdělání a rozvoj stávající kvalifikace pracovníků, mentoring mezi staršími a mladšími pracovníky a zlepšovat pracovní podmínky. V plánu je také zavádět tzv. generační smlouvy, které když uzavřou střední podniky, dostanou státní finanční pomoc, zatímco velké firmy tuto dohodu musí přijmout pod hrozbou peněžní sankce. Ve Velké Británii není od roku 2011 stanoven věk odchodu do důchodu. Pracovník může tedy i po tom, co oficiálně dosáhne věku odchodu do důchodu, nadále pracovat do 70 let i déle. V Rakousku je zas zaveden fond na podporu zaměstnání, který umožňuje starším lidem rekvalifikaci pro konkrétní pracovní pozici. [48] V jiných zemích EU se pro starší osoby dále zavádí možnost pracovat na částečný úvazek, flexibilní pracovní doba nebo práce z domova. [41] V Kanadě se snaží zvýšit průběžnou schopnost starších lidí programem celoživotního vzdělávání. Navíc je kladen důraz na to, aby bylo pracovní prostředí stále bezpečnější a šetrnější ke zdraví člověka. Je evidentní, že nebezpečné nebo stresující pracovní prostředí znemožňuje starším lidem zůstat ve svém stávajícím zaměstnání. [40]

1.1 Fyziologické změny provázející stárnutí

S rostoucím věkem dochází u člověka k fyziologickým změnám a k častějším výskytům zdravotních problémů a chronických nemocí. Z toho důvodu je u většiny starších pracovníků nezbytné provést úpravu pracovního prostředí, aby bylo možné předcházet předčasnému odchodu do důchodu a pracovní neschopnosti. Nejčastější příčiny pracovní neschopnosti jsou muskuloskeletální a duševní poruchy včetně depresí. K nejběžnějším fyziologickým změnám provázejících stárnutí patří obecně: [21]

- změna antropometrických rozměrů,
- snížení fyzické zdatnosti a svalové síly,
- problémy dýchacího ústrojí,
- pokles maximální srdeční frekvence, a tedy i výkonu pracovníka,
- horší motorické schopnosti,
- snížení rozsahu pohybu kloubů a jejich bolestivost,
- zhoršení smyslů (zrak, sluch),
- změna psychických funkcí,
- snížení imunity.

Mezi změny antropometrických rozměrů patří hlavně snížení hmotnosti všech orgánů, zejména kostí, u kterých dochází k poklesu kostní hmoty. Dále dochází ke zhoršení stavu svalstva a dýchacího a srdečně cévního ústrojí, což má za následek snížení fyzické zdatnosti. Po 45. roce věku je patrné výrazné snížení svalové síly, které však může být zpomaleno pravidelným cvičením. Pokud jde o respirační systém, dochází k poklesu vitální kapacity plic a schopnosti využít kyslíku. Také roste krevní tlak a klesá maximální krevní frekvence, což

má za následek nižší pracovní výkon pracovníka při jinak stejných podmínkách. Ke změnám dochází i v oblasti motoriky a rozsahu pohybů. S věkem se snižuje rychlost pohybů, pohybová koordinace, reakční doba a výkonnost a obratnost ruky, což je patrné zejména při montáži drobných předmětů. Dále dochází ke snížení rozsahu pohybu v kloubech celého těla a k jejich větší bolestivosti. Přirozeně se zhoršuje i sluch a zrak. U starších osob dochází k poklesu sluchové i zrakové ostrosti a zhoršuje se schopnost adaptace na změny osvětlení. Psychika také podléhá změnám při stárnutí, na rozdíl od fyzických změn je ale kompenzována myšlenkovými stereotypy, zkušeností a dlouhodobou pamětí, která klesá pomaleji. V neposlední řadě dochází ke snížení imunity, což vede k větší náchylnosti k různým onemocněním. [21][51]

Všem těmto fyziologickým změnám by měla být přizpůsobena práce a pracovní prostředí, aby nedocházelo ke zbytečnému zatěžování pracovníků a tím i zvyšování rizika předčasného odchodu do důchodu nebo pracovní neschopnosti. Vysoká fyzická zátěž je velmi častým důvodem zdravotních problémů. Bohužel přibližně 30 % pracovních míst v Evropě stále zahrnuje nevhodné pracovní polohy, manipulaci s těžkými předměty nebo opakující se pracovní činnost. V důsledku změn ve zdravotním stavu a funkčních schopnostech způsobených stárnutím je nutné zavést specifické úpravy v práci od zdánlivých maličkostí typu zvýšení osvětlení pracoviště až k podstatnějším změnám, mezi které patří například poskytování většího pracovního volna nutného pro dostatečný odpočinek. Některé příklady z praxe ukazují, že snižování pracovní zátěže a poskytování více pracovního volna úměrně věku zvýšilo dobu skutečného odchodu do důchodu asi o tři roky. Tato preventivní a proaktivní opatření a zavádění podobných inovativních modelů jsou klíčová pro vytvoření lepšího pracovního života starších pracovníků. [42]

1.2 Praktické přínosy práce

Tato práce se zaměřuje na měření vybraných fyziologických změn provázejících stárnutí, které různým způsobem ovlivňují práci zaměstnanců v průmyslových podnicích, zejména pracovníků ve výrobě nebo na montáži. Na vybraném vzorku probandů¹ bude provedeno měření manuální zručnosti a obratnosti (testování motoriky), svalové síly a rozsahu pohybu v kloubech. Pro měření motoriky budou použity tři testy zručnosti měřící jemnou a manuální zručnost, síla stisku ruky bude měřena při třech různých úchopech pomocí Jamar Plus+ dynamometru a nakonec se provede měření rozsahu pohybu v kloubech horních končetin a trupu pomocí goniometrů.

Cílem této práce je zejména zpracování metodiky měření vybraných fyziologických změn a ověření její správnosti na základě porovnání naměřených dat s daty normativními. Výsledky měření mohou být dále použity jako východisko při navrhování nebo úpravě pracovišť a pracovních podmínek pro starší populaci, jejíž podíl v obyvatelstvu bude stále narůstat. V ideálním případě mohou být data rozšířena o další měření, čímž stoupne spolehlivost získaných výsledků.

Mezi úpravy pracovních podmínek, které mohou být provedeny na základě dat naměřených v rámci této práce, patří přizpůsobení hmotnostních limitů při manipulaci s břemeny, úprava dosahových vzdáleností a různé organizační změny. Hmotnostní limity pro starší pracovníky mohou být přepočteny na základě procentuálního úbytku síly stisku, která byla změřena pomocí dynamometru. Síla stisku totiž nepodává informace pouze o stavu samotné ruky, ale charakterizuje celkovou sílu horních končetin [5] a obecně sílu a vitalitu daného jedince. Dále bylo prokázáno, že menší síla stisku souvisí s poklesem výkonu nebo že ho předpovídá. [4] Další modifikace se týkají dosahových vzdáleností, které mohou být upraveny na základě

¹ proband - testovaná osoba, která je předmětem zkoumání

výsledků rozsahu pohybu v kloubech. Menší dosahové vzdálenosti musí být stanoveny z důvodu vhodného navržení pracovního místa včetně umístění zásobníků s materiálem a používaných nástrojů a zařízení. A nakonec se může na základě výsledků testů zručnosti zjistit, o kolik delší dobu potřebují starší pracovníci na provedení určité manuální práce, a na základě toho tak mohou být přiřazeni například na montážní pracoviště, které odpovídá jejich pracovnímu tempu. Mezi další organizační změny, které by neměly být opomenuty, patří například častější přestávky, případně delší pracovní volno, preventivní prohlídky a zavedení systému preventivní péče.

2 Měření manuální zručnosti

K měření a hodnocení manuální zručnosti a obratnosti dospělých lidí slouží testy zručnosti. Používají se při výzkumných programech, ve zdravotní praxi a často jsou také používány samotnými průmyslovými firmami. Ve zdravotnictví se využívají v neuropsychiatrii a po úrazech nebo nemocech k vyhodnocení závažnosti zdravotního stavu pacienta. Dále se používají k měření jeho pokroku při rehabilitacích, čímž poukazují na efektivnost jeho léčby. Protože je spousta zdravotních problémů způsobena špatnými pracovními podmínkami, jsou testy zručnosti využívány i průmyslovými společnostmi při rekonvalescenci a návratu pracovníků z nemocenské. Dále jsou tyto testy součástí výběrových řízení zejména na pozice montážních pracovníků nebo na místa, kde je potřeba určitá manuální zručnost. [34][31][28]

Testy zručnosti mohou sloužit jako nástroje k měření obratnosti celých paží, rukou, jemné motoriky prstů, koordinace obou rukou, celkové koordinace rukou a očí, ale i k otestování schopnosti používat běžné nástroje pro montáž nebo hodnocení stability ruky. Protože je nemožné vytvořit jeden test, který by posoudil všechny tyto aspekty, existuje celá řada různých testů. Yancosek et al. [54] uvádí přehled čtrnácti testů zručnosti a porovnává je z hlediska jejich validity² (platnosti), reliability³ (spolehlivosti), nákladů, časové náročnosti a dalších faktorů. Mezi tyto faktory patří například to, zda test hodnotí bilaterální nebo unilaterální pohyby rukou, nebo zda test slouží k měření jemné zručnosti, manuální zručnosti či obou těchto zručností. V této kapitole bude manuální zručnost používána ve významu schopnosti zacházet s předměty pomocí paže a ruky a jemná zručnost jako schopnost rychlé a obratné manipulace s drobnými objekty primárně při použití prstů.

Dále jsou podrobně popsány tři testy zručnosti, které budou použity při praktickém měření. Purdue pegboard test a Grooved pegboard test patří do skupiny testů jemné motoriky, Complete Minnesota dexterity test měří a vyhodnocuje manuální zručnost. Mezi další testy hodnotící manuální zručnost patří například Box and block test, Functional dexterity test nebo Wolf motor function test. Pro měření jemné motoriky se může kromě zmíněných dvou testů použít například O'Connor finger dexterity test. Existují navíc testy určené k měření manuální i jemné motoriky. Mezi ně patří Crawford small parts dexterity test nebo O'Connor tweezer dexterity test. Více informací o těchto a dalších testech viz [54].

2.1 Purdue Pegboard Test

Purdue pegboard test (PPT) byl vytvořen v roce 1948 doktorem Josephem Tiffinem. Původně byl navržen za účelem otestovat zručnost uchazečů o práci na montážní lince. Postupně se začal používat i v jiných oblastech, například u pacientů s Parkinsonovou chorobou, pacientů po mrtvici a podobných nemocech, nebo při rehabilitaci po zraněních k určení stupně neschopnosti a zaznamenávání pokroku. [31]

Základní informace o testu, organizaci, průběhu testu a normativní data jsou součástí uživatelské příručky PPT [32], která je hlavním zdrojem informací v této kapitole.

PPT testuje jemnou motoriku rukou a prstů pomocí třech základních předmětů - kolíků, podložek a trubiček, které se vkládají do dírkovaného panelu nebo se skládají dohromady. Panel je uprostřed opatřen dvěma rovnoběžnými řadami o 25 dírách a nahoře čtyřmi zásobníky na kolíky, podložky a trubičky. Ve dvou krajních zásobnících jsou umístěny kolíky a ve zbývajících dvou zásobnících podložky a trubičky (viz Obrázek 2-1).

² schopnost testu přesně měřit to, co je jako předmět měření deklarováno (zda test měří to, co má měřit) [54]

³ spolehlivost měření vypovídající o tom, jak se mění výsledek měření při jeho opakování (schopnost testu vytvořit podobné výsledky při opakovaném měření) [54]

PPT se skládá ze čtyř variant testů. U prvních tří testů má proband 30 vteřin na umístění co největšího počtu kolíků do děr nejdříve svojí dominantní rukou (tedy rukou, kterou píše), poté druhou rukou a nakonec oběma rukama zároveň. V posledním testu má 60 vteřin na složení co nejvíce sestav z kolíku, podložky, trubičky a další podložky střídavě oběma rukama.

2.1.1 Příprava a organizace testu

Průběh testu musí být pro každou testovanou osobu stejný. Je proto nutné, aby osoba, která test organizuje, byla podrobně seznámena s postupem a striktně ho dodržovala. Organizátor by si měl kromě prostudování postupu nacvičit všechny čtyři varianty testu, dokud nebude schopen dosáhnout alespoň průměrného výsledku, aby byl schopen probandům správně demonstrovat postup testu. Při vysvětlování a demonstraci používá organizátor přesná slova a věty, které jsou uvedeny v příručce PPT.



Obrázek 2-1: Purdue pegboard test

Před samotným měřením je nutné správně test připravit. Dírkovaný panel by měl být umístěn na stůl tak, aby byly zásobníky v jeho horní části. V každém z krajních zásobníků by mělo být 25 kolíků a ve dvou zásobnících uprostřed by měly být umístěny podložky a trubičky podle toho, jestli je testovaná osoba pravák nebo levák. U praváků by mělo být 40 podložek ve druhém zásobníku zleva, u leváků naopak ve druhém zásobníku zprava.

2.1.2 Postup testu

Testovaná osoba je pohodlně usazena ke stolu přímo před dírkovaný panel, který je předem správně připraven, a je seznámena s průběhem testu. Před každým testem absolvuje zkušební kolo, kdy si zkusí vložit alespoň několik kolíků do otvorů v desce nebo složit několik sestav, dokud průběhu úplně neporozumí. Test začíná i končí na jasný pokyn organizátora. První test měří pohyblivost dominantní ruky, druhý test submisivní ruky, třetí test měří pohyblivost obou rukou a čtvrtý test montáž, vždy v tomto pořadí.

Při testování pravé ruky bere proband na pokyn organizátora pravou rukou jeden kolík z pravého zásobníku a vkládá ho do horní díry v pravé řadě. Poté bere další kolík ze stejného zásobníku a umísťuje ho do otvoru přímo pod prvním kolíkem do stejné řady. Takto pokračuje po dobu třiceti vteřin, resp. dokud není zastaven na pokyn organizátora. Pokud by během testu kolík upustil, nesbírá ho, ale bere si další ze zásobníku a v testu pokračuje. Po skončení spočítá organizátor počet umístěných kolíků, zaznamená skóre a ponechá kolíky na svém místě.

Testování levé ruky probíhá obdobně. Testovaná osoba bere levou rukou kolík z levého zásobníku a umísťuje ho do levé řady nahoru. Takovýmto způsobem se snaží umístit opět co nejvíce kolíků během třiceti vteřin. Nakonec organizátor zjistí a zapíše skóre pro levou ruku a kolíky opět nechá na svém místě.

Po těchto dvou testech vrátí proband všechny kolíky do odpovídajících zásobníků.

Při třetím testu používá proband obě ruce současně. Pravou rukou bere kolík z pravého zásobníku a ve stejnou chvíli bere levou rukou kolík z levého zásobníku. Poté dává kolíky

do řad, přičemž začíná opět se dvěma horními otvory a postupuje dolů podél desky, jak nejrychleji může, po dobu třiceti vteřin. Poté organizátor spočítá dvojice umístěných kolíků, zaznamená skóre a proband opět vrátí všechny kolíky do svých zásobníků.

Poslední test je montáž za použití obou rukou současně. Proband bere pravou rukou kolík z pravého zásobníku, a zatímco ho umísťuje do pravé řady nahoře, bere levou rukou podložku. V okamžiku, kdy je kolík umístěn, tuto podložku na kolík nasadí. Během umísťování této podložky levou rukou bere proband ze zásobníku trubičku svojí pravou rukou. Zatímco tuto trubičku nasazuje na kolík, bere levou rukou další podložku a nasazuje ji hned za trubičku. Takto vytvoří první sestavu a pokračuje ve skládání dalších. Zatímco nasazoval poslední podložku u předchozí sestavy levou rukou, začíná následující sestavu tím, že bere pravou rukou další kolík, umísťuje ho do desky, nasazuje podložku levou rukou a tak dále, dokud nevytvoří další sestavu. Ukázka dvou sestav je na Obrázku 2-2 v pravém sloupci desky.



Obrázek 2-2: PPT – ukázka umísťování kolíků levou rukou a sestavy (zásobníky jsou organizovány pro testování praváka)

Pokud je testovaná osoba levák, jsou podložky a trubičky v zásobnících prohozeny a začíná svojí levou rukou. U tohoto testu je důraz kladen na to, aby proband používal stále obě dvě ruce. Po uplynutí šedesáti vteřin je test ukončen a organizátor spočítá počet složených dílů. Každá sestava se skládá ze čtyř dílů. Pokud je tedy například složeno 5 sestav, celkové skóre bude 20. Do skóre se započítávají i jednotlivé díly, které byly správně umístěny v časovém intervalu jedné minuty, ale nevytvořily celou sestavu. Po zaznamenání skóre proband opět vrátí jednotlivé díly do příslušných zásobníků.

Každý test se podle příručky [32] doporučuje pro větší spolehlivost provést třikrát, což uvádí i Yancosek a Howell. [54] Výjimkou jsou pacienti s roztroušenou sklerózou, u kterých bylo v článku [16] prokázáno, že je dostačující jedno kolo. Protože při praktickém měření budou vybráni pouze zdraví probandi, bude se test provádět třikrát.

2.1.3 Vyhodnocení testu

Počítání skóre už bylo částečně vysvětleno v předchozí kapitole. Při měření pravé ruky je skóre rovno celkovému počtu kolíků umístěných v desce. Stejně tak tomu je při určování skóre pro levou ruku. Při třetím testu se nepočítají jednotlivé kolíky, ale páry umístěných kolíků (dva kolíky v páru = jeden bod). Pokud nebude z nějakého důvodu dvojice kompletní, tedy bude v řadě kolík jen jeden, nezapočítává se do skóre. Při čtvrtém testu je výsledným skóre počet správně složených dílů tvořících kompletní i neúplné sestavy.

Takto získané výsledky se zaznamenávají do záznamového listu (viz Příloha č. 1). V horní části záznamového listu je tabulka, ve které jsou pro porovnání uvedeny normativní průměrné hodnoty rozdělené podle pracovní oblasti mužů a žen. Dále je prostor pro vyplnění informací o měřené osobě a v dolní části už je tabulka pro vyplnění vlastního skóre, které bylo naměřeno (viz Tabulka 2-1). Tabulka umožňuje zaznamenání výsledků ze všech čtyř provedených testů a navíc obsahuje další druh skóre, a to součet výsledků z testu pro pravou ruku, levou ruku a pro obě ruce současně. Každý test se provede třikrát a z těchto tří experimentů se poté spočítá

průměr pro každou řádku. Ve výsledku tedy získáme pět průměrných hodnot pro testovanou osobu.

Tabulka 2-1: Tabulka pro záznam výsledků Purdue Pegboard testu

	První pokus	Druhý pokus	Třetí pokus	Průměr
Pravá ruka				
Levá ruka				
Obě ruce				
Pravá + levá + obě				
Sestava				

2.2 Grooved Pegboard Test

Grooved pegboard (viz Obrázek 2-3) je další ze série testů manuální zručnosti a obratnosti, který stejně jako Purdue Pegboard test měří jemnou motoriku ruky, respektive prstů. Tento test obsahuje desku s dvaceti pěti otvory, do kterých se vkládají malé kolíky. Otvory mají náhodně umístěné drážky a každý kolík má po jedné straně výstupek. Aby bylo možné vložit kolík do desky, je nutné ho natočit tak, aby výstupek přesně zapadl do drážky k tomu určené. Tato vlastnost testu vyžaduje vizuální pozornost a pečlivé zacházení s kolíkem, kdy testovaná osoba používá palec a ukazovák.

Grooved pegboard test (GPT) sestává pouze ze dvou variant testů. Nejdříve se provede test dominantní ruky, poté se měří submisivní ruka.

Všechny informace v této kapitole jsou součástí uživatelské příručky pro GPT. [29]



Obrázek 2-3: Grooved pegboard test

2.2.1 Příprava a organizace testu

Organizátor musí být opět podrobně seznámen s průběhem testu, musí testované osobě podávat přesné pokyny a musí ji koordinovat. Je nutné, aby proband používal pouze jednu ruku k umístění kolíku. Dále je důraz kladen na to, aby se proband snažil pracovat tak, jak nejrychleji může. Organizátor může testované osobě přidržovat desku, pokud je to nutné.

Před samotným měřením se test umístí na stůl přímo před probanda tak, že dírkovaná deska je u kraje stolu a zásobník s kolíky je v jeho horní části. V příručce pro GPT nebylo uvedeno, zda má proband během testu sedět či stát. Protože je tento test velmi podobný PPT (dokonce vyžaduje ještě přesnější a jemnější zacházení s kolíky), bylo rozhodnuto probanda ke stolu s testem posadit.

2.2.2 Postup testu

Testovaná osoba je pohodlně usazena ke stolu s testem, který je předem správně připraven. Při testu pravé ruky se postupuje po řádcích zleva doprava. Proband vyjme kolík ze zásobníku a umístí ho do díry v levém horním rohu. Další kolík umístí do druhého otvoru zleva v první řadě a takto pokračuje, dokud ji nezaplní celou. Následující řady vyplňuje stejně, tedy opět

začíná vlevo a postupuje doprava. Test končí v okamžiku, kdy je zaplněn poslední otvor v desce.

Při měření obratnosti levé ruky se postupuje opačným způsobem. Proband začíná v pravém horním rohu a postupuje doleva. Stejně vyplňuje všechny další řádky, dokud není test kompletní.

Pokud proband upustí během testu kolík, nezvedá ho ani on, ani zkoušející. Lepší je vyjmout a použít nějaký z kolíků, které už byly korektně umístěny, nejčastěji první nebo druhý.

2.2.3 Vyhodnocení testu

U každého testu se měří čas v sekundách, který je potřebný na provedení celého testu. Měření se zahájí v okamžiku, kdy proband s testem začne, a skončí ve chvíli, kdy je umístěn poslední kolík, případně pokud je test ukončen. Pokus se může ukončit po pěti minutách. V takovém případě se zaznamenají obtíže, se kterými se testovaná osoba potýkala, a do kolonky pro skóre se zapíše „A“ vyjadřující nedokončený test.

Druhým zaznamenaným číslem je počet upuštěných kolíků v průběhu každého kola. Za upuštění kolíku se považuje každé jeho neúmyslné upuštění od okamžiku, kdy se proband snažil vyjmout ho ze zásobníku, až do chvíle, kdy byl správně umístěn do otvoru. Naopak se za něj nepovažuje situace, kdy proband vyjmul ze zásobníku více kolíků a záměrně upustil všechny kromě jednoho, nebo pokud si proband kolík opře nebo položí na okraj desky nebo stolu, aby ho lépe zpracoval. Dále se zaznamenává, pokud si proband pomůže při manipulaci s kolíkem druhou rukou. V případě, že k tomuto dojde více než jednou, zapíše se do kolonky pro skóre písmeno „D“ značící nestandardní hodnocení.

Posledním zaznamenaným výsledkem je počet kolíků správně umístěných do děr v desce pro každé kolo.

Nakonec se všechny tyto tři hodnoty sečtou pro každou ruku zvlášť. Dostaneme tedy jednu finální hodnotu pro pravou a jednu pro levou ruku, přičemž obě vznikly součtem celkového času, počtu upuštěných kolíků a počtu správně umístěných kolíků. V příručce se neuvádí, kolikrát by měly být jednotlivé varianty testů provedeny. Každá se tedy provede opět třikrát a výsledkem bude průměr z těchto tří měření. Naměřené hodnoty a výsledné skóre je možno zaznamenat do záznamového listu (viz Příloha č. 2), jehož součástí je Tabulka 2-2.

Tabulka 2-2: Tabulka pro záznam výsledků Grooved Pegboard testu

Ruka	Pokus	Celkový čas [s]*	Počet upuštěných kolíků [ks]	Počet umístěných kolíků [ks]	Součet**	Průměr
Dominantní	1.					
	2.					
	3.					
Submisivní	1.					
	2.					
	3.					

* pokud nebude test dokončen do 5 minut, je ukončen organizátorem testu a do kolonky pro skóre se zaznamená písmeno „A“

** pokud si proband pomůže při manipulaci s kolíkem druhou rukou více než jednou, zapíše se do kolonky pro skóre písmeno „D“

2.3 Complete Minnesota Dexterity Test

Complete Minnesota dexterity test nebo také Complete Minnesota manual dexterity test (CMDT) slouží ke zjištění manuální zručnosti, konkrétně testuje schopnost hýbat malými předměty na různé vzdálenosti. Na rozdíl od předchozích testů neměří jemnou motoriku rukou a prstů, ale obecně obratnost rukou, paží a celkovou koordinaci rukou a očí. CMDT může být použit stejně jako PPT při rehabilitaci po úrazu nebo pro zjištění manuální zručnosti při výběru nebo umístování pracovníků zejména u zaměstnání, která vyžadují rychlý pohyb rukou při manipulaci s jednoduchými nástroji nebo materiálem (např. balení nebo třídění). [31]

V literatuře (např. [54]) je možné setkat se s názvy Minnesota rate of manipulation test (MRMT) a Minnesota manual dexterity test (MMDT). Většinou se uvádí, že jsou to vlastně dvě různé verze Complete Minnesota dexterity testu, přičemž MRMT je starší a už se nevyrobí. Yancosek a Howell [54] uvádí, že obě dvě verze se skládají z pěti variant testů a rozdíl mezi nimi je ten, že součástí MRMT jsou dvě desky, zatímco MMDT obsahuje pouze jednu. V dostupném manuálu pro MMDT (model 32023) [33] jsou naopak instrukce pouze pro dvě varianty testu, nikoli pro všech pět. Existují další rozporuplné informace, ale ať tak či onak, fyzické provedení testů je rozdílné. Přesto se používá stejná příručka a stejná normativní data. Surrey et al. [50] proto porovnávali tyto dvě verze testů a na hladině významnosti $p < 0,001$ zaznamenali statisticky významný rozdíl. Na základě svých výsledků poté doporučují zavést vlastní normativní data pro aktuální verzi testu MMDT.

V praktické části bude použit model 32023A Complete Minnesota Dexterity testu, který je nejnovější verzí aktuálně dostupnou na webových stránkách společnosti Lafayette Instrument. Z toho důvodu je dále čerpáno výhradně z příručky pro tuto verzi. [28]

CMDT obsahuje dvě testovací desky s otvory pro 60 puků. Tyto puky jsou nízké plastové kotouče válcového tvaru, které jsou z jedné strany červené, jinak černé barvy. Samotný test spočívá v umístování puků do otvorů desky, obracení puků a kombinaci těchto pohybů. Tím vzniká série pěti testů, pro které se v zahraničí běžně používají následující anglické názvy:

1. Placing Test (umístování),
2. Turning Test (otáčení),
3. Displacing Test (přemístování),
4. One-Hand Turning and Placing Test (jednoruční otáčení a umístování),
5. Two-Hand Turning and Placing Test (obouruční otáčení a umístování).

Placing test spočívá ve vkládání puků do otvorů desky jednou rukou, turning test v jejich vyjmutí z desky jednou rukou, otočení a následném vrácení na původní místo druhou rukou. Při displacing testu proband přendává puky do sousedních otvorů pomocí jedné ruky. One-hand turning and placing test je test, kdy proband používá jen jednu ruku k vyjmutí, otočení a následnému vrácení puku na své místo. Two-hand turning and placing test probíhá stejně, jen proband používá obě dvě ruce k manipulaci se dvěma puky zároveň.

2.3.1 Příprava a organizace testu

Stejně jako u předchozích testů je důležité, aby byl průběh testu pro každou testovanou osobu stejný a aby osoba, která test organizuje, byla podrobně seznámena s postupem a striktně ho dodržovala. Organizátor by si měl opět nacvičit všechny varianty testů, dokud nebude schopen dosáhnout alespoň průměrného výsledku v každém z nich.

Než začne samotné měření, měla by být deska s puky připravena na stole v dané počáteční poloze pro danou variantu testu. Stůl by měl být podle manuálu přibližně 71 až 81 cm vysoký.

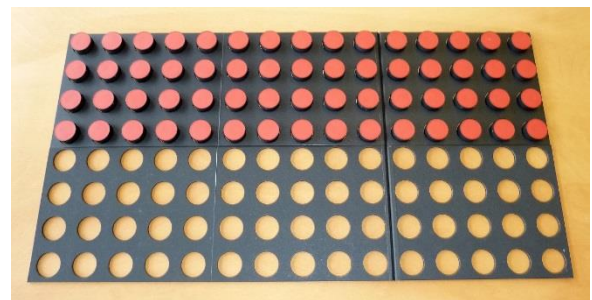
Přesto bude při praktickém měření použit stůl o výšce 90 cm, protože je pro měření ve stoje z ergonomického hlediska vhodnější. Dále je vhodné připravit si stopky nebo hodinky pro měření času v sekundách, příručku s pokyny a záznamový list. Po příchodu je proband požádán o vyplnění jména, data a dominantní ruky v záznamovém listu, je postaven ke stolu přímo před připravený test a seznámen s obecným průběhem série testů.

2.3.2 Postup jednotlivých variant testů ze série CMDT

Všechny testy bude proband absolvovat vestoje. Před začátkem každé varianty testu musí být detailně informován o jeho průběhu organizátorem testu, který používá jasné pokyny z příručky pro CMDT, a podstoupí jedno zkušební kolo. Je důležité, aby si byl proband vědom toho, že testy jsou na čas, a snažil se je dokončit co nejrychleji. Počáteční poloha a detailní průběh každého testu jsou popsány v následujících odstavcích.

Placing test

Počáteční poloha pro placing test je následující. Deska se položí na stůl asi 25 cm od kraje a zaplní se puký. Druhá deska se dá přímo před první tak, aby se delšími okraji dotýkaly a kratší byly v jedné linii (viz Obrázek 2-4). Měla by být asi 2 až 3 cm od kraje, kde stojí testovaná osoba. Proband začíná tak, že si položí ruku na první disk a čeká na pokyn od organizátora testu. Ten jasným pokynem zahájí test a zároveň začíná měřit čas. Proband si může během testu druhou rukou držet desku.



Obrázek 2-4: Placing test - počáteční poloha

Proband používá celou dobu svoji dominantní ruku. Pokud je pravák, začíná na pravé straně. Uchopí puk vpravo dole v první desce a vloží ho do díry v horní části druhé desky. Poté vezme další puk nad prázdnou dírou v první desce a vloží ho pod první puk v druhé desce. Takto zaplní celý sloupec. U dalšího sloupce postupuje stejným způsobem a takto pokračuje zprava doleva, dokud nezaplní celou desku.

Turning test

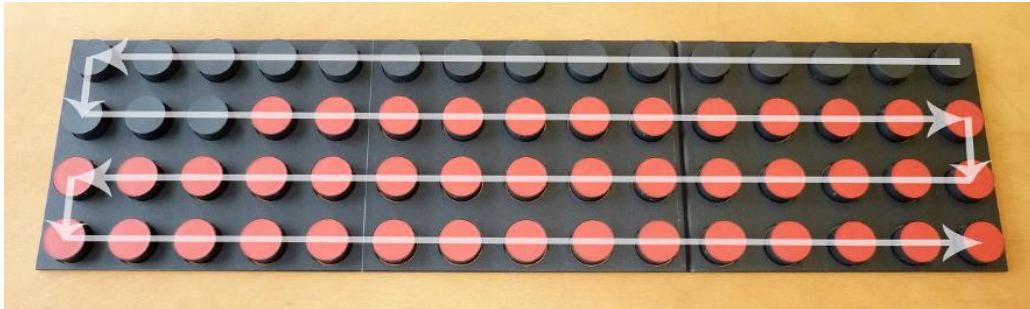
Počáteční poloha turning testu je vlastně stejná, jako konečná poloha placing testu. Jedna deska je položena na stůl asi 2 až 3 cm od okraje nejbližší testované osobě a je zaplněna puký. Ty jsou položeny tak, aby měly všechny stejnou barvu, tedy aby byly buď jen červenou, nebo jen černou stranou nahoru (viz Obrázek 2-5). Proband začíná tak, že položí levou ruku na pravý horní puk a čeká na pokyn pro začátek testu.



Obrázek 2-5: Turning test - počáteční poloha

Princip testu je ten, že proband jednou rukou puk zvedne, druhou ho otočí a položí zpátky na své místo. Pokud je pravák, začíná levou rukou. Levou rukou uchopí puk v pravém horním rohu a otočí ho, zatímco si ho přendává do pravé ruky. Takto obrácený ho vrátí do původní díry a pokračuje stejným způsobem celou horní řadou zprava doleva. Poté pokračuje v druhé řadě a začíná prvním pukem vlevo. Uchopí ho pravou rukou a otočí ho, zatímco si ho přendává do levé ruky, a poté ho opět vrátí na své místo. Takto opět pokračuje celou řadou zleva doprava. Při obracení třetí řady postupuje stejně jako v první řadě zprava doleva, puk zvedá levou rukou,

otáčí ho, zatímco si ho přendává do pravé ruky a tou ho vrací na místo. Poslední řadu dokončí zleva doprava, když puk zvedá pravou rukou, během otáčení si ho přendá do levé a tou ho pokládá zpět. Popsaný postup je znázorněn na Obrázku 2-6.



Obrázek 2-6: CMDT – naznačení postupu turning testu pro praváky

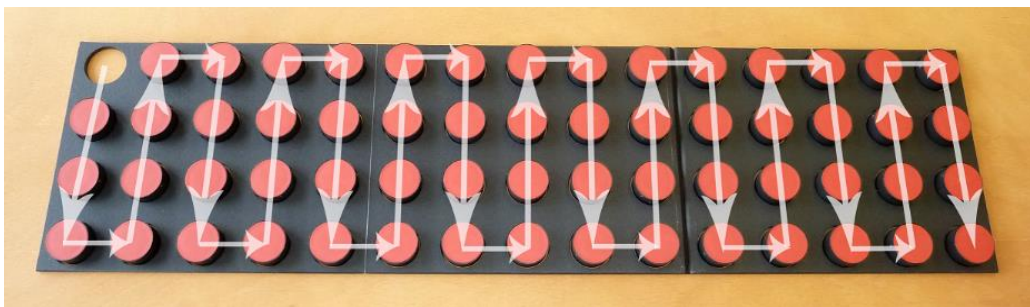
Displacing test

Počáteční poloha displacing testu je stejná, jako u turning testu, jen je puk z levého horního rohu vyjmut z desky a položen stranou (viz Obrázek 2-7). Proband před začátkem testu položí ruku na puk přímo pod prázdné místo v levém horním rohu a čeká na pokyn organizátora testu.



Obrázek 2-7: Displacing test - počáteční poloha pro praváky

Test probíhá následovně. Testovaná osoba přemístí do vzniklého otvoru puk pod ním. Tím se uvolní druhý otvor v prvním sloupci. Poté přemístí třetí puk v tomto sloupci do vzniklého otvoru a takto pokračuje celý sloupec, dokud není jeho poslední otvor prázdný. Dále pokračuje tak, že přendá poslední puk ve druhém sloupci do otvoru v prvním sloupci a pokračuje celým sloupcem vzhůru tak, že vždy přendává puky nad vzniklým otvorem o jedno místo dolů, dokud není prázdné místo v druhém sloupci nahoře. Poté přendá první disk z třetího sloupce na prázdné místo v druhém sloupci a takto se propracuje celou deskou. Tento postup je stejně jako u turning testu hadovitěho charakteru, kdy se mezi jednotlivými sloupci přechází plynule a nevrací se na začátek (viz Obrázek 2-8).



Obrázek 2-8: CMDT - naznačení postupu displacing testu pro praváky

One-Hand Turning and Placing test

Počáteční poloha tohoto testu je stejná jako počáteční poloha placing testu (viz Obrázek 2-4). Proband začíná tak, že má svoji ruku položenou na prvním disku a po celou dobu používá svoji dominantní ruku. Pokud je pravák, má položenou pravou ruku na puku v pravém dolním rohu. Pokud je levák, začíná s levou rukou položenou na puku v levém dolním rohu. Proband si může během testu druhou rukou držet desku.

Pravák začíná pukem v pravém dolním rohu první desky, přemísťuje ho do pravého horního rohu druhé desky a zároveň ho otáčí tak, aby byla vidět druhá barva. Poté bere další puk nad prázdným místem v první desce, otáčí ho a umísťuje na prázdné místo v druhé desce

pod předchozí puk. Poté, co vyplní první sloupec, pokračuje s vyplňováním druhého a dalších sloupců stejným způsobem, dokud nezaplní celou desku. Rozpracovaný test je na Obrázku 2-9.

Two-Hand Turning and Placing test

Počáteční poloha tohoto testu je opět stejná, jako počáteční poloha placing testu (resp. one-hand turning and placing testu - viz Obrázek 2-4). Proband používá během testu obě ruce zároveň. Pokud má dominantní ruku pravou, začíná s pravou rukou položenou na spodním puku v pravém dolním rohu a levou rukou na puku nad ním. Postup je vlastně obdobný, jako u one-hand turning and placing testu, jen se manipuluje se dvěma puky najednou (viz Obrázek 2-9).

Pravák tedy začíná na pravé straně. Uchopí spodní dva puky (každý jednou rukou) nad sebou v pravém sloupci, přemístí je do vrchních dvou děr v prvním sloupci prázdné desky a zároveň je otáčí. Poté vezme stejným způsobem další dva puky z prvního sloupce, otočí je a umístí pod předchozí dva puky. Stejným způsobem zaplňuje všechny sloupce desky zprava doleva, dokud není celá deska kompletní.



Obrázek 2-9: CMTD - One-hand/Two-hand turning and placing test (pro praváky)

U všech těchto testů platí, že pokud proband nějaký z puků upustí, musí ho zdvihnout a vložit do desky na své místo. Test končí, když jsou všechny puky přesně vloženy do děr v desce. Výsledný čas každého kola se poznamenává do záznamového listu v sekundách. Pokud se provádí více měření, je nutné vždy daný test znovu uspořádat do počáteční pozice.

2.3.3 Vyhodnocení testu

U všech uvedených variant testů se měří, za jak dlouho proband daný test dokončí. Po zkušebním kole se provádí další dvě, tři nebo čtyři měření. Podle příručky se doporučuje provést po zkušebním kole další čtyři měření (čím menší počet pokusů, tím menší reliabilita). Skóre pro každou variantu testu je poté celkový čas potřebný pro provedení daného počtu pokusů, tedy součet výsledků všech kol u jednotlivých variant testů. Zkušební kolo se do výsledku nepočítá. Celkové skóre se zaznamenává do záznamového listu (viz Příloha č. 3) stejně jako výsledky jednotlivých kol v sekundách.

Záznamový list CMTD je podobný záznamovému listu PPT. Obsahuje tabulku, ve které jsou pro rychlé porovnání uvedeny průměrné hodnoty pro dvě, tři nebo čtyři opakování. Dále je prostor pro vyplnění informací o testované osobě a v dolní části je tabulka pro vyplnění samotných výsledků všech pěti variant testů. Ta je pro představu uvedena v Tabulce 2-3.

Tabulka 2-3: Tabulka pro záznam výsledků CMTD

	Zkouška	1. Pokus	2. Pokus	3. Pokus	4. Pokus	Sekund celkem	Body A	Body B
Placing test								
Turning test								
Displacing test								
Turning a Placing test jednou rukou								
Turning a Placing test oběma rukama								

Výsledky je možné přepočítat na normované, aby bylo možné porovnat jednotlivé testy mezi sebou. Přepočítané výsledky měření se zaznamenávají do posledních dvou sloupců záznamového listu jako body A a B. Ty se používají zejména v případech, kdy chceme určit, jestli si vedla měřená osoba lépe v jednom testu než ve druhém. Body A se získávají z tabulky norem (viz Příloha č. 4), které byly získány měřením zejména starších nezaměstnaných lidí. Do tohoto sloupce se může zaznamenat hodnocení v jedné ze čtyř standardních stupnic – v percentilech, v T-bodech⁴, v C-bodech⁵ nebo pomocí slovního hodnocení. Do druhého sloupce (Body B) se zaznamenává hodnocení získané z tabulek norem, které byly vytvořeny na základě měření mladých nezaměstnaných lidí. K dispozici jsou pouze tabulky pro vyhodnocení placing testu a turning testu (viz Tabulka 2-4), u kterých proběhly tři pokusy. Hodnocení je opět buď slovní, nebo jsou uvedeny stupnice v percentilech.

Tabulka 2-4: Normativní tabulky pro určení bodů B pro placing a turning test. [28]

Placing Test			Turning Test		
Slovní hodnocení	Percentil	Celkový čas tří opakování [s]		Percentil	Celkový čas tří opakování [s]
Velmi vysoké	100		Velmi vysoké	100	
	90	138		90	109
Vysoké	80	144	Vysoké	80	114
	70	148		70	118
Průměrné	60	152	Průměrné	60	121
	50	155		50	124
	40	159		40	127
Nízké	30	162	Nízké	30	131
	20	167		20	135
Velmi nízké	10	174	Velmi nízké	10	142
	0			0	

⁴ teoreticky stobodová stupnice (prakticky spíše šedesátibodová), u které je aritmetický průměr roven 50 bodů; je odvozena ze z-bodů vztahem $T = 50 + 10z$, kde z-body se určí jako rozdíl výsledku a průměru vydělený směrodatnou odchylkou souboru $z = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$ [20]

⁵ tzv. staniny; devítibodová stupnice odvozená opět ze Z-bodů vztahem $C = 5 + 2z$; aritmetický průměr je roven 5 bodům [20]

3 Měření síly stisku ruky

Schopnost vyvinout určitou sílu stisku je velmi důležitá v každodenním životě všech lidí. Sílu stisku musíme vyvinout pokaždé, pokud chceme držet určitý předmět nebo s ním manipulovat. Tato síla musí převýšit sílu tíhovou, abychom předmět neupustili. [53] Stisk ruky využíváme při běžných aktivitách během dne, mezi které patří stravování, oblékání, osobní hygiena, psaní, používání počítače, ale i specifické činnosti jako je hra na hudební nástroj, sportování, nebo v případě lékařů například provádění operací. Lidé se zraněnou rukou, artritidou nebo jinou nemocí, která snižuje sílu stisku, si velmi rychle uvědomí, jak těžké je provádět i ty nejběžnější činnosti. [17]

Měření síly stisku je podobně jako testy zručnosti používané v ortopedii a fyzioterapii k určení závažnosti zranění, k zaznamenání pokroku při rekonvalescenci a obecně ke sledování změny zdravotního stavu. Dále se používá při diagnostikování neuromuskulárních potíží jako je mrtvice, vyřeznutí krční ploténky, syndrom karpálního tunelu nebo tenisový loket. Síla stisku je důležitá i při různých sportech jako je tenis, golf, baseball, gymnastika nebo horolezectví a může sloužit jako ukazatel výkonu a celkového zlepšování. [17]

Ke stisku dochází, pokud je vyvinuta určitá síla. Při vyvíjení síly dochází ke kontrakci svalu, to znamená, že dojde k jeho zkrácení, ke vzniku svalového napětí nebo k obojímu. Pokud dojde ke zkrácení svalu a svalové napětí se nemění, dochází k tzv. izotonické kontrakci. Pokud se naopak zvyšuje napětí ve svalu, ale jeho délka se nemění, dochází k tzv. izometrickému stahu. [2] Pojem izometrický stah nebo izometrická kontrakce se v literatuře často vyskytuje v souvislosti s měřením maximální síly stisku. V angličtině je maximální stah nazýván maximal voluntary (isometric) contraction (MVC) a maximální síla jako maximal absolute grip force nebo maximal voluntary isometric grip force (MVGF). V češtině se nejčastěji vyskytují slovní spojení maximální izometrická síla stisku, maximální svalová síla při izometrickém stahu nebo maximální volní izometrická kontrakce. V této práci bude používán buď zkrácený pojem maximální síla stisku, nebo standardně používaná zkratka MVGF.

3.1 Statické úchopy

Při měření síly stisku se používají různá zařízení, u kterých je důležité, aby je testovaná osoba správně uchopila. V literatuře existuje různá klasifikace úchopů, přičemž je každý autor rozděluje trochu jinak. Podle Vyskotové a Macháčkové [53] existují dva základní druhy úchopu za pomoci ruky, a to statický a dynamický. Statický úchop (někdy také nazývaný izometrický) slouží pouze k udržení předmětu v požadované pozici v prostoru, dynamický úchop je kromě samotného držení objektu spojen ještě s jeho manipulací pomocí prstů (například roztáčení káči). My se budeme zabývat pouze statickými úchopy. Ty se dále dělí podle toho, jaká část ruky je do úchopu zapojena. Základními druhy statických úchopů jsou

- úchop prstový,
- úchop dlaňový,
- úchop symetrický.

Dlaňový úchop (viz Obrázek 3-1) bude používán pro měření síly stisku ruky a zahrnuje prsty a dlaň. Prstový úchop bude používán při měření síly špetkového úchopu a dělí se podle počtu zapojených prstů na bidigitální a pludigitální. Bidigitální úchop je přesný úchop mezi dvěma prsty, a to mezi palcem a ukazovákem nebo mezi palcem a prostředníkem. Pludigitální úchop je úchop za použití více než dvou prstů, jedná se tedy o úchop silnější. Při tomto úchopu se vždy zapojuje palec a další alespoň dva prsty. Bidigitální úchopy se dále dělí podle toho, v jakém postavení dané dva prsty jsou. Pludigitální úchopy se dělí podle celkového počtu

zapojených prstů. Protože přístroj pro měření špetkovitého úchopu nabízí pouze tři možnosti testování síly, uvedeme si dále už jen tyto tři úchopy: [27][53]

- jemný pinzetový úchop (úchop se subterminální opozicí palce),
- klíčový úchop (úchop se subterminálně-laterální opozicí palce, laterální úchop),
- tříprstový úchop (tridigitální úchop, tříčelist'ový úchop, trojprstá špetka).

První dva úchopy jsou bidigitální. Jemný pinzetový úchop (viz Obrázek 3-4) se používá pro uchopení předmětů mezi palec a ukazovák nebo mezi palec a prostředník. Bříška prstů směřují proti sobě a jsou v kontaktu s předmětem. Klíčový úchop (viz Obrázek 3-2) je úchop předmětu za pomoci bříška palce a radiální hrany ukazováku. Bříško palce leží proti střednímu nebo distálnímu článku ukazováku. Poslední prstový úchop, pro který je možné měřit sílu, patří mezi pludigitální úchopy a jedná se o tříprstový úchop. Ten vznikne při úchopu předmětu palcem, ukazovákem a prostředníkem tak, že bříško palce směřuje proti bříšku ukazováku a prostředníku. [27][53]

3.2 Přístroje pro měření síly stisku

Přístroje pro měření síly stisku ruky se nazývají dynamometry a existuje jich celá řada. Podle mechanismu fungování je můžeme dělit na hydraulické, pneumatické a mechanické. [44]

Mezi hydraulické dynamometry patří jeden z nejpoužívanějších přístrojů [44] pro měření síly stisku ruky, a to Jamar dynamometr. Ten měří maximální sílu stisku v librách nebo kilogramech. Jeho součástí je posunutelná rukojeť, kterou je možno nastavit do pěti různých poloh odstupňovaných po půl palci od 1,375 do 3,375 palce. První pozice má tedy rozpětí 3,49 cm, druhá 4,76 cm, třetí 6,03 cm, čtvrtá 7,3 cm a pátá 8,57 cm. Dynamometr dále obsahuje analogový ciferník se dvěma stupnicemi, jehož součástí je ručička, která zůstává v naměřené pozici, dokud se neresetuje. [30] V dnešní době už jsou tyto klasické dynamometry nahrazovány elektronickými dynamometry s digitálním displejem. [43]

Pneumatické dynamometry jsou přístroje, jejichž součástí je kulový měch naplněný vzduchem. Pro měření síly stisku ruky se tento balonek naplněný vzduchem stlačí a výsledná hodnota se zobrazí na ciferníku v milimetrech rtuti či librách na čtvereční palec. Nevýhodou těchto dynamometrů je to, že neměří sílu, ale tlak stisku. Ten je závislý na velikosti plochy, přes kterou je síla aplikována, tedy na velikosti ruky testované osoby. [44]

Mechanické dynamometry fungují na principu měření napětí v ocelové pružině, kde výstupem je síla naměřená v kilogramech nebo librách. Jejich nevýhodou je to, že jsou pro většinu probandů nepohodlné. [44]

V praktické části této práce bude používán Jamar plus+ dynamometr pro měření síly stisku ruky při dlaňovém úchopu (viz Obrázek 3-1) a přístroj pro měření síly stisku při špetkovitém úchopu (viz Obrázek 3-3), konkrétně bude měřen pinzetový (viz Obrázek 3-4) a klíčový úchop (Obrázek 3-2). Hydraulický systém byl u Jamar plus+ dynamometru nahrazen obvodovou deskou s elektronickými snímači zatížení, čímž se odstranily občasné problémy s vytékajícím olejem. Zařízení umožňuje měřit MVGF až 90 kg. Součástí přístroje je dále kontrolní panel s LCD displejem, který může zobrazovat sílu v librách nebo kilogramech. Mezi jeho další funkce patří: [43]

- možnost nastavení parametrů testu (měření levé, pravé nebo obou rukou, počet pokusů),
- uchování až pěti naměřených hodnot pro každou ruku (možno naměřit až 5 pokusů pro pravou i levou ruku bez nutnosti resetovat zařízení),

- automatický výpočet průměru, směrodatné odchylky a variačního koeficientu zvláště pro pravou a levou ruku,
- možnost postupného zobrazení všech naměřených a vypočítaných hodnot,
- automatické vypínání po 10 minutách.



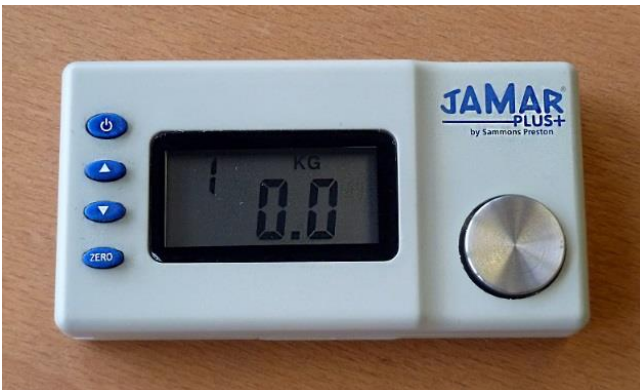
Obrázek 3-1: Jamar Plus+ Dynamometr - měření síly stisku dlaňového úchopu



Obrázek 3-2: Klíčový úchop



Obrázek 3-4: Pinzetový úchop



Obrázek 3-3: Jamar Plus+ Dynamometr - měření síly stisku špetkovitého úchopu

3.3 Průběh testu maximální síly

Postup měření maximální síly stisku ruky pomocí dynamometru není libovolný. Často kladenou otázkou je, na jakou z pěti pozic nastavit držadlo dynamometru. Dále je důležité dodržovat standardní proceduru a doporučenou testovací pozici probanda. Nakonec je nutné stanovit, jakou hodnotu (pokud se provádí měření více než jednou) použít jako výslednou. Uvedeným třem otázkám se věnuje tato podkapitola.

3.3.1 Vliv pozice držadla dynamometru na sílu stisku

Existuje mnoho studií, které se zabývaly vlivem vzdálenosti stiskáných ploch na maximální sílu stisku. Firrell a Crain [15] se snažili zjistit, na jaké pozici dynamometru vyvine většina probandů největší sílu. Na základě měření probandů ve standardní pozici zjistili, že většina (89 %) vyvinula MVGF na druhé pozici dynamometru. Zajímavé je, že probandi, kteří měli MVGF na třetí nebo čtvrté pozici, neměli větší ruku ani delší prsty než ti, u kterých byla naměřena MVGF na druhé pozici dynamometru.

Blackwell et al. [3] testovali, jaký vliv mají různé pozice rukojetí Jamar dynamometru na sílu stisku a únavu povrchového ohýbače prstů (FDS - musculus flexor digitorum superficialis). Provedli test pouze prvních čtyř pozic rukojetí, jelikož pátá pozice byla pro probandy příliš velká a navíc se takové rozpětí v praxi příliš nevyskytuje. Bylo zjištěno, že existují statisticky významné rozdíly v síle stisku mezi všemi pozicemi rukojetí kromě druhé a třetí a druhé a čtvrté pozice. Nejmenší síla byla vyvinuta na první a čtvrté pozici (nejmenší a největší rozpětí), zatímco největší síla byla vynaložena na druhé a třetí pozici.

Ptáčková [44] ve své diplomové práci uvádí, že optimální vzdálenost stiskáných ploch pro vyvinutí MVGF je mezi 47 mm a 54 mm. Toto rozpětí odpovídá opět druhé nebo třetí pozici rukojetí u dynamometru. Nastavení dynamometru na druhou pozici při měření MVGF doporučuje i Innes [25], která ve své práci zpracovala do té doby dostupnou literaturu zabývající se silou stisku ruky.

3.3.2 Testovací pozice probanda a průběh testu

Při měření maximální síly stisku je zvykem dodržovat standardní proceduru doporučenou American Society of Hand Therapists (ASHT). ASHT doporučuje následující testovací pozici [30][19]:

- proband je usazen,
- rameno je addukované (ruka v připažení) v neutrální rotaci,
- loket v pravém úhlu,
- předloktí v neutrální pozici,
- zápěstí v neutrální pozici.

Při pinzetovém úchopu je navíc vhodné, aby měl proband prostředník, prsteník a malík ohnuté do dlaně a ke stisku se tak používaly opravdu jen ukazovák a palec. Kromě uvedené testovací pozice je doporučeno používat i standardní instrukce. Organizátor testu by měl testované osobě vysvětlit a demonstrovat, jak je třeba dynamometr správně držet. Po předání dynamometru probandovi je nutné se ujistit, že je proband ve správné testovací pozici. Proband je informován, že se má snažit vyvinout co největší sílu může, a během testu je stále povzbuzován tisknout madla co nejvíce. [19]

Další aspekt, který je nutné zvážit, je rozcvička, resp. zahřátí svalů. Některé studie ji zařazují před samotné měření (např. Hanten et al. [19]). Innes [25] uvádí, že specifické rozcvičení, kdy proband ještě nevyvíjí maximální možnou sílu stisku, ale pouze tzv. submaximální, vede k vyvinutí vyšší MVGF. Ptáčková [44] prováděla v rámci své diplomové práce měření síly stisku, před kterým zařadila na základě doporučení Innes třiminutovou rozcvičku, kdy si proband procvičil ramenní klouby, loketní klouby a zápěstí a poté několikrát zmáčkkl gumový posilovací kroužek.

Kromě rozcvičky ovlivňuje sílu stisku i pauza na odpočinek mezi jednotlivými koly. Určitý časový interval mezi testovacími koly je nutný pro eliminaci únavy FDS. Blackwell et al. [3] uvádí, že únava svalů je definována jako snížení MVGF a zároveň nemožnost udržet sílu na určité konstantní úrovni i při zvýšeném úsilí. Při jejich měření MVGF dávali probandům mezi

jednotlivými koly tři minuty pauzu. Hanten et al. [19] poskytovali při získávání normativních dat pro muže a ženy ve věku 20 až 64 let patnáct vteřin na odpočinek. Innes [25] zjistila, že při zařazení šedesátisekundové pauzy na odpočinek mezi po sobě následujícími měřeními nejsou patrné žádné statisticky významné rozdíly mezi hodnotami MVGF.

Základní aspekty, které při samotném měření ovlivňují sílu stisku, jsou shrnuty v následujících bodech. Sílu stisku při měření ovlivňuje:

- testovací pozice probanda,
- použití standardních instrukcí a povzbuzování probanda,
- rozcvička (případně zahřívací kolo),
- pauza na odpočinek.

Dále je nutno zvážit, kolik testovacích kol proběhne a zda bude zahrnuto i zahřívací kolo. Uživatelská příručka pro dynamometr [30] doporučuje tři opakování. Hanten et al. [19] prováděl tři měření, kterým předcházela rozcvička každé ruky. Při každém kole byla měřena nejdříve jedna a poté druhá ruka. Mathiowetz et al. [36] doporučuje pro větší spolehlivost a přesnost (reliabilitu a validitu) tohoto testu také tři měření. Innes [25] uvádí opět tři měření jako nejčastější a nejvhodnější variantu.

Shrnutí většiny parametrů, které ovlivňují sílu stisku ruky, provedla ve svém přehledu literatury právě Innes [25]. Na základě tohoto přehledu uvedla testovací protokol, který je nejvíce používán. Nejčastěji používané postupy při měření stisku ruky a další parametry, které mají vliv na sílu stisku, jsou tedy:

- nastavení pozice držadel dynamometru na druhou pozici,
- tři testovací kola, přičemž se zaznamenávají dva nejlepší výsledky,
- minutová pauza na odpočinek mezi jednotlivými koly,
- délka svalové kontrakce alespoň tři sekundy (tento čas je adekvátní pro získání potřebných hodnot),
- specifické rozcvičení, které vede ke zvýšení svalové síly,
- instrukce a povzbuzování probandů podávat stejným toném hlasu a stejnou hlasitostí,
- provádění měření síly stisku ruky v odpoledních hodinách, kdy jsou hodnoty síly vyšší než dopoledne.

3.3.3 Vyhodnocení výsledků

Základní otázkou při vyhodnocování výsledků měření je, jaká výsledná hodnota se použije a zda se budou výsledky udávat pro pravou a levou nebo pro dominantní a submisivní ruku.

Mathiowetz et al. [36] doporučuje v závěru své práce používat vždy průměrnou hodnotu ze tří naměřených kol. Stejné doporučení je uvedeno v uživatelské příručce pro dynamometr [30]. Alternativou by bylo používat například jen nejvyšší naměřenou hodnotu. Tu ve své studii používal Hanten et al. [19] Vzhledem k tomu, že nejvíce používaná normativní data jsou právě Mathiowetze a že se ve většině případů postupuje podle uživatelské příručky, bude v této práci jako výsledná hodnota použit průměr ze tří měření.

Druhou otázkou zůstává, zda je lepší zpracovávat data pro pravou a levou ruku, nebo je uvádět pro dominantní a submisivní ruku. Tímto problémem se mimo jiné zabýval Hanten et al. [19], který testoval celkem 1182 probandů. Podle očekávání zjistil, že u praváků je ve většině případů jejich dominantní ruka silnější než submisivní. Naopak tomu bylo ale u leváků, kde bylo prokázáno, že větší sílu stisku vyvinou svojí submisivní, tedy pravou rukou (u více než 50 % probandů). Dá se tedy říci, že většina probandů bez ohledu na to, zda se jednalo o praváky nebo leváky, měla pravou ruku silnější. Existuje několik teorií, proč mají leváci submisivní ruku

silnější, když praváci mají silnější svoji dominantní ruku. Jako vysvětlení se nabízí to, že leváci jsou nuceni přizpůsobit se světu určenému primárně pro praváky. Navíc mají na rozdíl od praváků vyváženější rozložení funkcí mezi pravou a levou hemisférou mozku. V každém případě je průměrná síla stisku pravé ruky silnější než průměrná síla stisku levé ruky bez ohledu na lateralitu probandů. Na základě těchto výsledků se doporučuje uvádět data spíše pro pravou a levou ruku, než pro dominantní a submisivní. [19]

Výsledné hodnoty MVGF v kilogramech pro uvedené tři druhy úchopů budou zaznamenány do Tabulky 3-1.

Tabulka 3-1: Tabulka pro záznam MVGF

Druh úchopu	Ruka	1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr
Dlaňový	Pravá				
	Levá				
Pinzetový	Pravá				
	Levá				
Klíčový	Pravá				
	Levá				

3.4 Další faktory ovlivňující maximální sílu stisku

Kromě již uvedených vlastností samotného měření ovlivňují maximální sílu stisku i další parametry. V roce 1985 Mathiowetz et al. [36] potvrdili předchozí studie a ukázali, že existuje vztah mezi MVGF a věkem, pohlavím a dominancí rukou. Dále bylo zjištěno, že na sílu stisku má určitý vliv hobby. [7] Podle Blackwella [3] ovlivňuje velikost MVGF i tvar, velikost a materiál držadel. Hanten et al. [19] uvádí, že mezi nejdůležitější parametry ovlivňující MVGF patří následujících pět faktorů:

- věk,
- pohlaví,
- dominantní ruka,
- váha,
- výška.

Mathiowetz et al. [36] testovali 310 mužů a 328 žen ve věku 20 až 94 let. Prováděli jak měření maximální síly stisku dlaňového úchopu, tak pinzetového, klíčového a tříprstového úchopu. Zpracování výsledků poukazuje na to, jaký vztah je mezi silou stisku a věkem, pohlavím a lateralitou.

MVGF při dlaňovém úchopu byla u žen i mužů největší mezi 25 a 39 lety, poté začala postupně klesat. U všech prstových úchopů byly naměřené hodnoty relativně ustálené do 55 až 59 let věku, poté začaly pozvolna klesat. Tím byly potvrzeny předchozí studie, které uváděly, že síla stisku závisí na věku (v tomto případě závisí MVGF na věku zejména při dlaňovém úchopu).

Podle očekávání měli muži větší MVGF než ženy, a to jak při dlaňovém, tak při všech prstových úchopech.

Dále se u většiny testů ukázalo, že leváci mají pravou ruku silnější než levou. Navíc relativně malý rozdíl mezi MVGF pravé a levé ruky naznačuje, že někteří z probandů mají větší sílu stisku levé ruky, i když jsou praváci.

Při studii *Hantena et al.* [19] bylo testováno 553 mužů a 629 žen ve věku 20 až 64 let rozdělených do devíti věkových kategorií po pěti letech a z výsledků měření MVGF byla stanovena normativní data a rovnice predikce a byly vyvozeny závěry týkající se vlivů pěti faktorů uvedených výše.

Bylo prokázáno, že muži ve věku 55 až 64 let mají výrazně menší MVGF pravé i levé ruky než mladší muži. U žen ale nebylo prokázáno, že by jejich MVGF výrazně klesala už od 55 let věku. Naopak, u žen ve věku 55 až 59 let nebyl patrný žádný významný rozdíl MVGF pravé ruky v porovnání s věkovými kategoriemi 50 až 54 let a 60 až 64 let. Výsledky MVGF levé ruky u žen od 55 do 59 let opět nebyly významně rozdílné v porovnání se ženami mezi 50 a 54 lety, už byly ale vyšší než u starší skupiny žen od 60 do 64 let věku. Obecně výsledky potvrzují předchozí studie, že věk není tak důležitý faktor u lidí mladších 64 let. Hanten et al. [19] uvádí korelační koeficient pouze -0,17. Při hlubší analýze bylo ale zjištěno, že tento koeficient roste do záporu na -0,40 u skupiny lidí ve věku 50 až 64 let. S věkem rostoucím nad 64 let by se tato negativní závislost věku a síly stisku pravděpodobně stále zvětšovala.

Co se týče pohlaví, Hanten et al. [19] potvrzují obecně známý fakt, že muži mají větší sílu než ženy. Dále bylo zjištěno, že pohlaví je nejdůležitější faktor při predikci síly stisku jedné ruky pomocí rovnic, když není známá MVGF druhé ruky.

U praváků byla podle očekávání silnější jejich dominantní (pravá) ruka, zatímco většina leváků měla opět silnější submisivní ruku. Tento jev již byl vysvětlen výše a na základě těchto výsledků se doporučuje uvádět data pro pravou a levou ruku spíše než pro ruku dominantní a submisivní. Dále výsledky ukazují, že mezi silou stisku pravé a levé ruky existuje silná korelace ($r = 0,93$).

Získané výsledky potvrdily předchozí studie, které uváděly, že síla stisku má přímou souvislost s výškou a váhou probanda. Hanten et al. [19] uvádí, že korelační koeficient mezi silou stisku a výškou je 0,63 až 0,67 a mezi silou stisku a váhou je 0,52 až 0,53.

Na základě těchto výsledků sestavil Hanten et al. [19] rovnice predikce pro pravou a levou ruku a jiné rovnice predikce pro dominantní a submisivní ruku. Rovnice mohou být použity pro odvození MVGF jedné ruky na základě znalosti MVGF druhé ruky nebo pro predikci MVGF obou rukou, když je k dispozici jen věk, pohlaví, váha a výška (nikoli MVGF ruky). Vzhledem k tomu, že mezi MVGF pravé a levé ruky existuje silná korelace, uvedl ještě zjednodušené rovnice predikce pro pravou a levou ruku, když je jediná známa hodnota MVGF druhé ruky. Je tedy možné provést fyzické měření MVGF jen jedné ruky a s relativně velkou přesností určit MVGF druhé ruky. Pokud je MVGF ruky určena jen na základě věku, pohlaví, váhy a výšky, přesnost značně klesá.

Je důležité zmínit, že data, ze kterých byly odvozeny rovnice predikce, byla naměřena ve stoje, nikoli vsedě. Tím, že data nebyla získána při standardní pozici probanda, mohou být hodnoty MVGF získané pomocí rovnic predikce zkreslené.

4 Měření rozsahu pohybu v kloubech

Kloubní pohyblivost je nutná pro vykonávání pohybu v odpovídajícím rozsahu a je ovlivněna řadou faktorů. Z anatomického hlediska závisí na tvaru kloubu, na měkkých tkáních v jeho okolí a na napětí a volnosti kloubního pouzdra a vazů. Mezi další faktory ovlivňující rozsah pohybu v kloubu (ROM – Range of Motion) patří bezpochyby věk a pohlaví, ale určitý vliv má i psychický stav nebo únava. [26] Snížení rozsahu pohybu v kloubech tak patří k dalším fyziologickým změnám, které provázejí stárnutí a které budou v rámci této práce měřeny.

Nauka o měření rozsahu pohybu v kloubu se nazývá goniometrie. Jak již název napovídá, slouží k měření úhlů vytvořených v kloubu lidského těla dvěma kostmi. [39] Jejím výstupem jsou hodnoty ROM, které mohou být použity stejně jako výsledky testů zručnosti a síly stisku v ortopedii a fyzioterapii a slouží k určení závažnosti zranění nebo ke sledování pokroku léčby. Další využití je v průmyslové praxi, kde jsou tato antropometrická data velmi důležitá při návrhu pracoviště a designu různého vybavení a zařízení. [22][49]

Pomocí goniometrie určujeme postavení nebo rozsah pohybu v kloubu, kterého lze dosáhnout za určitých podmínek. Samotný pohyb je totiž možno provádět aktivně nebo pasivně. Aktivní ROM je dosažen při úmyslném, probandem prováděném pohybu bez asistence vyšetřujícího (zapojují se svaly). Pasivní ROM je naopak proveden vyšetřujícím bez jakékoli asistence probanda. Obvykle je pasivní ROM mírně větší než aktivní ROM, protože v každém kloubu je určitá pohybová rezerva, které se nedá dosáhnout při vědomém pohybu. [39]

Tato kapitola se zabývá měřením rozsahu vybraných kloubů horní končetiny a páteře, které budou v praktické části měřeny. Pozornost je věnována horním končetinám a páteři hlavně proto, že tyto klouby bývají v průmyslové praxi nejčastěji zatěžovány a zejména horní končetiny se používají nejvíce při různé manipulaci. ROM dolních končetin se měří typicky fyzioterapeuty, které zajímá schopnost nebo neschopnost chůze. [45] Tato kapitola začíná krátkým úvodem v podobě základního anatomického názvosloví (základní roviny pohybů a terminologie kloubních pohybů v těchto rovinách), další podkapitoly jsou věnovány kinematice pohybu vybraných kloubů, samotnému měření (nástrojům, metodám a postupům) a nakonec je uvedeno srovnání několika studií zabývajících se ROM a vlivem věku a pohlaví na jeho změny.

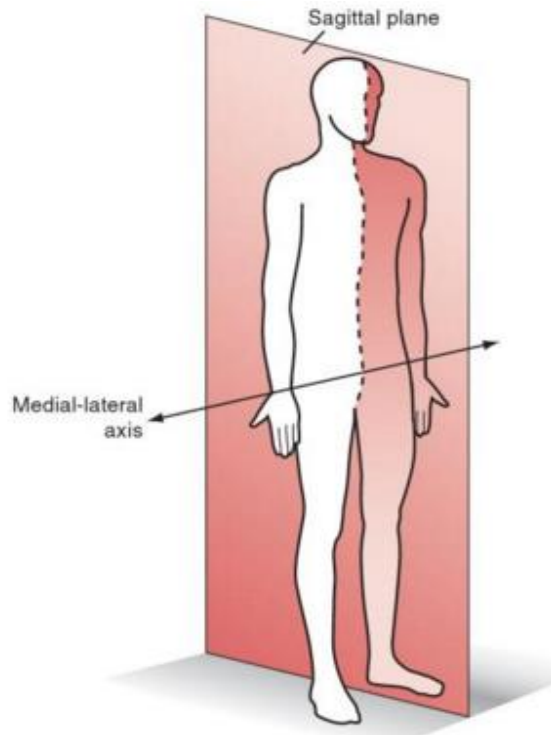
4.1 Roviny těla a základní terminologie kloubních pohybů

Při popisu a měření lidského těla se obecně vychází z anatomické polohy, nebo také anatomického postavení těla, které umožňuje jeho jednoznačný popis a snadnější orientaci v terminologii kloubních pohybů. Z tohoto postavení se vychází při každém popisu těla bez ohledu na aktuální polohu končetiny nebo trupu. Anatomické postavení je vzpřímený stoj spatný se vzpřímenou hlavou, přičemž končetiny jsou volně spuštěné podél těla s dlaněmi obrácenými dopředu a nataženými prsty (viz Obrázek 4-1, Obrázek 4-3, Obrázek 4-4). [46][18] Je důležité uvést, že tento postoj není totožný se základním postavením těla pro goniometrii, který bude uveden dále.

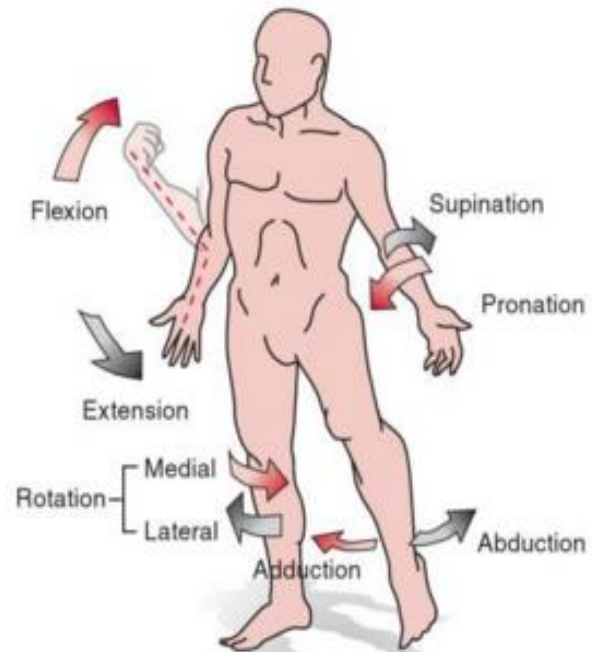
Tělem je možné vést pomyslně tři orientační osy a proložit jím čtyři (někdy se uvádějí jen tři) základní roviny. Tyto roviny se nazývají mediální, sagitální, transverzální a frontální a jsou důležité při studiu pohybů ve velkých kloubech (v anglické literatuře se nazývají „osteokinematic motions“, viz Obrázek 4-2). [39][46][18][12]

Mediální (střední) rovina je vertikální rovina, která souměrně dělí tělo na levou a pravou polovinu. Je vlastně speciálním případem sagitální roviny.

Sagitální (předozaďní) roviny jsou vertikální roviny rovnoběžné s mediální rovinou (viz Obrázek 4-1). Sagitální rovina rozděluje tělo na pravou a levou část. Mezi základní pohyby v této rovině patří flexe (pohyb, kde se úhel mezi dvěma kostmi snižuje, neboli když se dvě části těla k sobě přibližují) a extenze (pohyb, kdy se úhel mezi dvěma kostmi zvětšuje, neboli když se dvě části těla pohybují směrem od sebe).



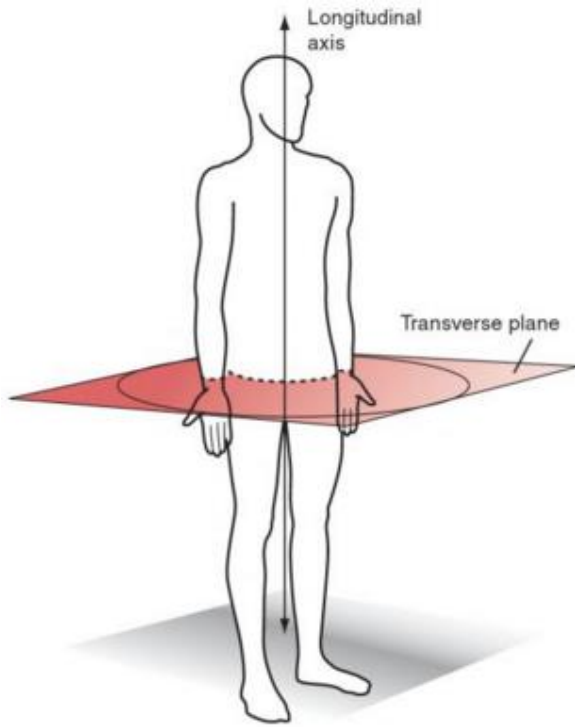
Obrázek 4-1: Sagitální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46]



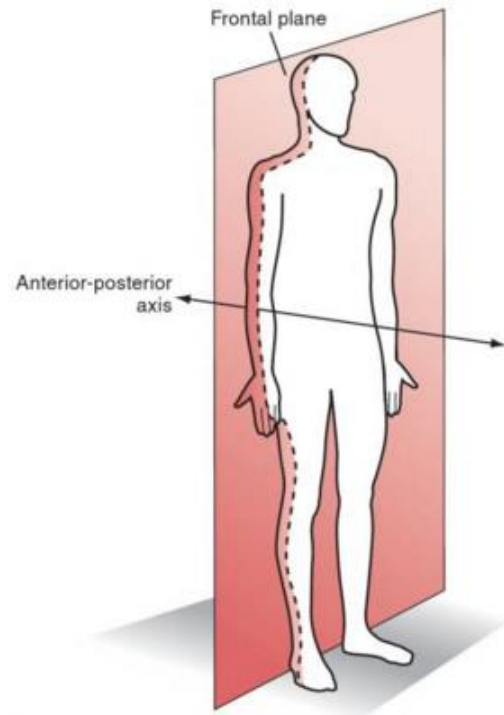
Obrázek 4-2: Základní "osteokinematické" pohyby [46]

Frontální (čelní) roviny jsou svislé roviny, které jsou rovnoběžné s čelem a kolmé na sagitální rovině (viz Obrázek 4-4). Frontální rovina rozděluje tělo na přední a zadní část. Je rovnoběžná s čelem a kolmá k sagitální rovině. Základní pohyby, které se vyskytují v této rovině, jsou abdukce, addukce a lateroflexe páteře.

Transverzální (příčné) roviny jsou horizontální roviny, které rozdělují tělo na horní a spodní část (viz Obrázek 4-3). Mezi základní pohyby v těchto rovinách patří zevní a vnitřní rotace, pronace a supinace.



Obrázek 4-3: Transverzální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46]



Obrázek 4-4: Frontální rovina (pozn.: postava je v základním anatomickém postavení) [46]

Díky znalosti anatomického postavení těla a čtyř základních rovin se dále definují pohyby ve velkých kloubech (viz Obrázek 4-2), pro které je výchozím postavením právě anatomická poloha a které se provádějí v základních rovinách nebo v rovinách k nim rovnoběžných, a je tak snadnější se v daných pohybech orientovat. Základní terminologie vybraných kloubních pohybů (se zaměřením na horní končetinu a páteř) je uvedena v Tabulce 4-1.

Tabulka 4-1: Terminologie základních kloubních pohybů horní končetiny a páteře podle rovin těla [18]

Roviny těla	Latinský název	Tělocvičné názvosloví	Popisné názvosloví
Sagitální	<i>Flexe</i> (v zápěstí <i>palmární flexe</i>)	Předklon, předpažení	Ohnutí, skrčení
	<i>Extenze</i> (v zápěstí <i>dorzální flexe</i>)	Záklon, zapažení	Natažení, napnutí
Frontální	<i>Abdukce</i> (v zápěstí <i>radiální dukce</i>)	Úklon, upažení, stoj rozkročný, sed a leh snožný	Odtažení
	<i>Addukce</i> (v zápěstí <i>ulnární dukce</i>)	Připažení, stoj spojný, sed a leh snožný	Přitažení
Transverzální	<i>Interní rotace</i> (u předloktí <i>pronace</i>)	Dovnitř, vnitřní	Vtočení
	<i>Externí rotace</i> (u předloktí <i>supinace</i>)	Ven, zevní	Vytočení

4.2 Kinematika vybraných kloubů

Jak již bylo uvedeno výše, v praktické části se bude provádět goniometrické měření vybraných kloubů horní končetiny a páteře. Z toho důvodu je dále uvedena kinematika v kloubech těchto částí těla. Názvy jednotlivých kloubních pohybů vycházejí ze základní terminologie (viz Tabulka 4-1).

4.2.1 Pohyblivost horní končetiny

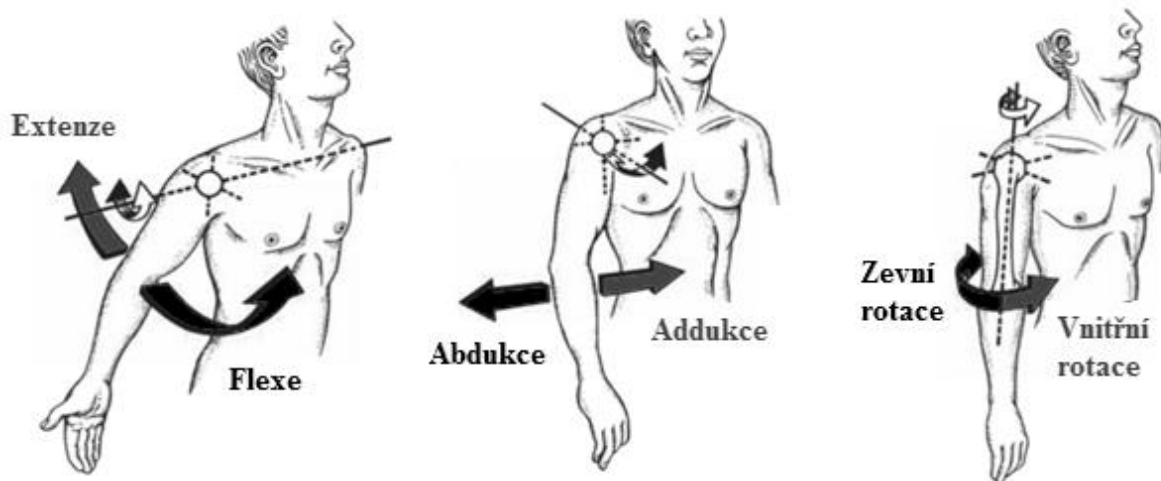
Měření ROM horní končetiny se bude provádět v kloubu ramenním, loketním a v zápěstí. Uvedené jsou všechny pohyby, které v daném kloubu mohou nastat, nicméně ne ve všech se dá rozsah pohybu měřit.

V *ramenním kloubu* je možné provádět následující pohyby:

- ventrální flexe (flexe),
- dorzální flexe (extenze),
- abdukce,
- addukce,
- vnitřní (interní) rotace,
- zevní (externí) rotace.

Dvojice pohybů flexe (předpažení) a extenze (zapažení) probíhá v sagitální rovině. Abdukce (upažení) a addukce (připažení) se provádí ve frontální rovině. Často se uvádí navíc měření ROM v horizontální abdukci a addukci, které se provádějí z upažení a jsou tedy pohybem v transverzální rovině. Nakonec je možné v ramenním kloubu provést vnitřní a zevní rotaci. Základní tři dvojice pohybů jsou znázorněny na Obrázku 4-5. [18][13]

Z uvedených kloubních pohybů se většinou neměří addukce, která je možná jen při současné flexi v ramenním kloubu. Nejde tedy o pohyb ve frontální rovině, ale o pohyb kombinovaný. [18][13] Data ROM ramenního kloubu v addukci neuvádí ani AAOS.



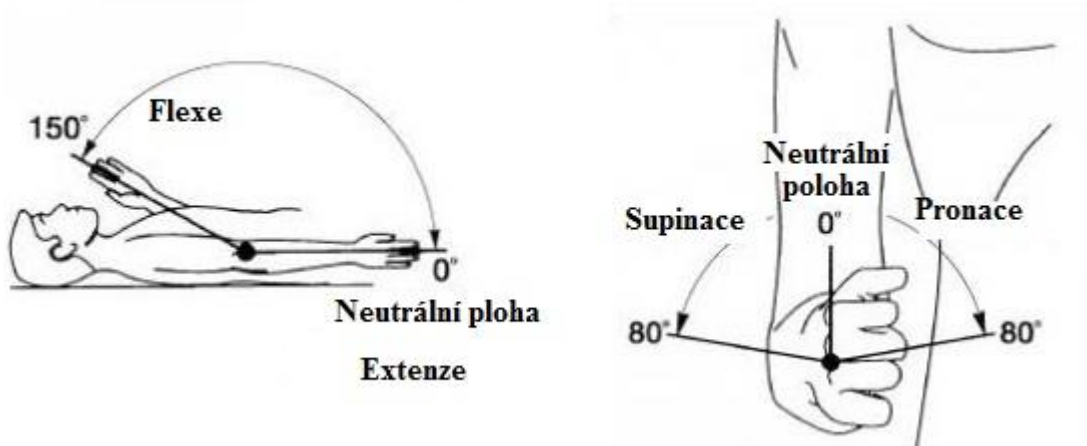
Obrázek 4-5: Kinematika ramenního kloubu [13] (pozn.: upraveno)

V *loketním kloubu* lze realizovat následující pohyby:

- flexe,
- extenze,
- pronace (vnitřní stočení ruky),
- supinace (zevní stočení ruky).

V loketním kloubu lze tedy opět provést flexi (ohnutí) a extenzi (natažení) v sagitální rovině. V transversální rovině probíhá vnitřní a zevní rotace, kterým se u pohybu v loketním kloubu říká pronace a supinace. [18][13] Tyto dvě dvojice pohybů jsou znázorněny na Obrázku 4-6.

Z těchto čtyř pohybů se opět jeden neměří, tentokrát extenze. Jde prakticky o nulové postavení natažené paže, u kterého se může maximálně vyskytnout fyziologická hyperextenze do 10° . [18]

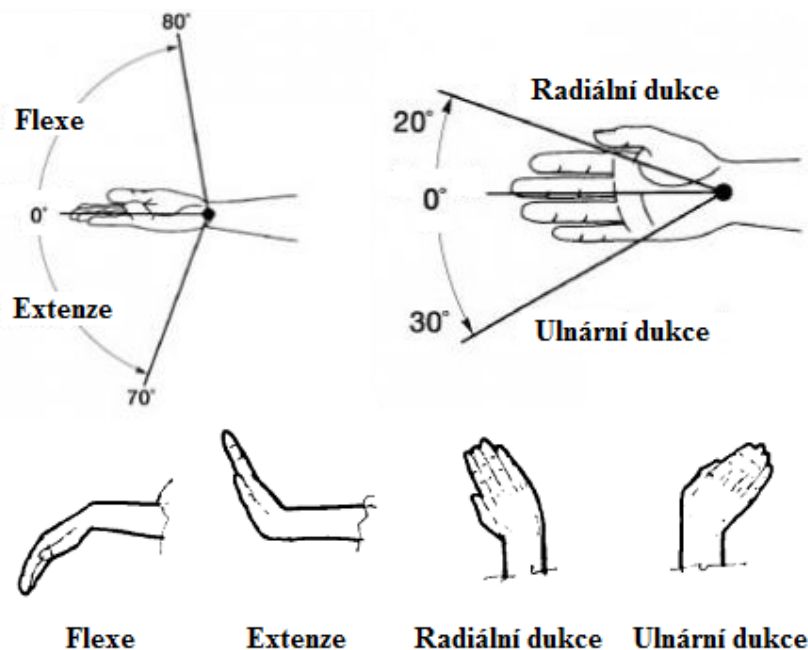


Obrázek 4-6: Kinematika loketního kloubu [23] (pozn.: upraveno)

Kloubní pohyb v zápěstí se dělí na čtyři základní pohyby:

- palmární flexe (flexe),
- dorzální flexe (extenze),
- ulnární (vnitřní) dukce (addukce),
- radiální (zevní) dukce (abdukce).

První dvojice pohybů je opět v sagitální rovině a jedná se o ohnutí a natažení, neboli o palmární a dorzální flexi (dále už jen flexe a extenze v zápěstí). Ve frontální rovině opět nastává addukce a abdukce, kterým se při pohybu v zápěstí říká ulnární (vnitřní) a radiální (zevní) dukce. [18][13] Základní pohyby v zápěstí jsou na Obrázku 4-7.



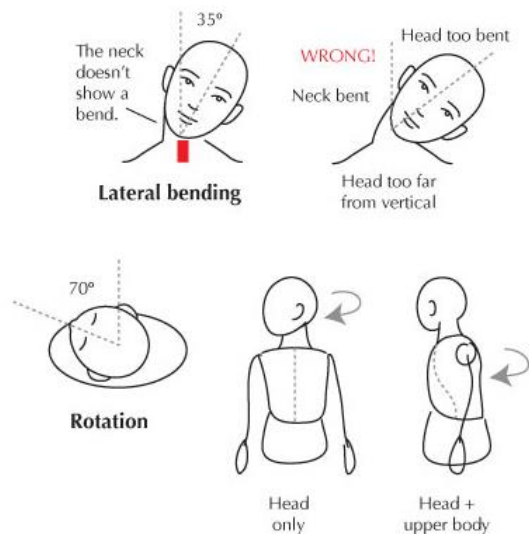
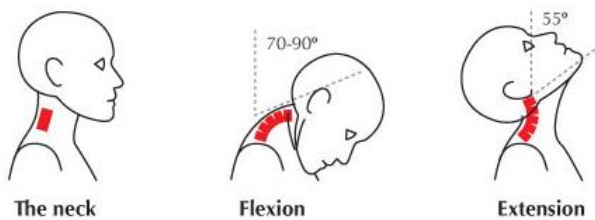
Obrázek 4-7: Kinematika zápěstí [47][23] (pozn.: upraveno)

4.2.2 Pohyblivost páteře

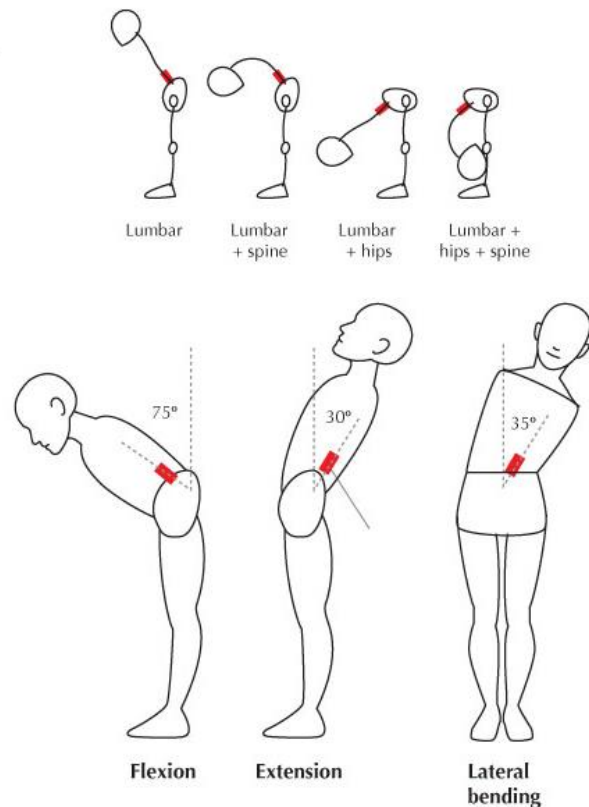
Měření ROM páteře se bude provádět pro krční a bederní páteř, proto je opět uvedena jen kinematika těchto konkrétních sektorů. Základní čtyři kloubové pohyby *krční a bederní páteře* jsou totožné a nazývají se:

- předklon (anteflexe),
- záklon (retroflexe),
- úklon (lateroflexe),
- otáčení (rotace).

V sagitální rovině se pohybu v krční (viz Obrázek 4-8) nebo bederní páteři (viz Obrázek 4-9) dopředu a dozadu říká nejčastěji jednoduše předklon a záklon. V případě předklonu trupu bude měřen hluboký předklon (zapojí se nejen bedra, ale i celá páteř a kyčle). Ve frontální rovině dochází opět k lateroflexi neboli k úklonu. Posledním pohybem je rotace, která se provádí v transverzální rovině. [18][13]



Obrázek 4-8: Kinematika krční páteře [38]



Obrázek 4-9: Kinematika bederní páteře [38]

4.3 Nástroje měření

Existují různé metody a nástroje, které se postupem času vyvíjely a kterými je možné měřit rozsahy pohybu v různých kloubech. Patří sem

- goniometr,
- pravítko,
- potenciometr,
- inclinometr,
- elektrogoniometr,

- vizuální metoda,
- fotografická metoda,
- RTG metoda,
- atd.

Mezi nejpoužívanější [39][46] měřicí nástroje patří goniometry (úhlooměry), které budou v rámci této práce používány. Goniometry mohou být různě velké, aby je bylo možno použít pro různé druhy kloubů, a jsou vyráběny z různých materiálů. Nejběžnějším materiálem je kov nebo průhledný plast. Standardní goniometr se skládá ze tří částí - z pevného ramene, pohyblivého ramene a středu goniometru s nýtem, který umožňuje pohyb obou ramen. Střední část má buď kruhový, nebo půlkruhový tvar a slouží k odečtení naměřených stupňů. Stupnice bývají odstupňovány po 1 °, ale je možné se setkat i s goniometry se stupnicí po 2,5 ° nebo 5 °. Na pohyblivém rameni je navíc pravítko v centimetrech nebo palcích, které se používá pouze v několika málo případech při měření kloubů ruky a při měření pohyblivosti páteře. Na pevném rameni je zase vyznačena čára, která vede ze středu goniometru prostředkem ramene až na konec a umožňuje snadněji udržet rameno goniometru v přesné poloze s určitou částí těla. [46]

Další metodou pro určení rozsahu pohybu kloubů je vizuální metoda, která se provádí velmi často v ergoterapii. Pacient předvede daný pohyb a ergoterapeut odhadem ohodnotí rozsah pohybu v procentech normálního rozsahu pohybu (tj. srovnáním s nepostíženou stranou). [27]

V některých studiích [22] je možno se setkat s fotografickou metodou, ke které je potřeba pouze fotoaparát. Nejprve jsou na obě části těla, která jsou spojena měřeným kloubem, umístěny dvě malé papírové značky, které na každé části těla tvoří přímku. Poté už se jen vyfotí snímek v počáteční a konečné pozici a spočítá se úhel mezi dvěma přímkami.

4.4 Metodika měření rozsahu pohybu v kloubech

Ačkoli univerzální goniometry byly popsány a dostupné již na začátku 20. století, nebyl stále popsán korektní postup pro goniometrické měření. Nejdříve se objevily některé standardní metody, které většinou vycházely z anatomického postavení těla, bohužel ale nebyly poskytnuty detailnější popisy pro polohování pacienta a goniometru.

Nejrozšířenějším postupem měření ROM v zahraničí se stala technika vydaná Americkou akademií ortopedů (AAOS – American Academy of Orthopedic Surgeons), která byla vyvinuta na začátku šedesátých let 20. století. Její nejnovější verze je vydání z roku 1994 Greenem a Heckmanem. Tato studie poskytuje pomocné ilustrace pro měření ROM, bohužel opět není určeno přesné polohování goniometru. Poskytnuté instrukce jsou většinou jen ve formě náčrtků probanda v dané „nulové počáteční poloze“, případně jsou někdy uvedena data určující normální ROM. Tyto normy jsou založeny zejména na studiích, které pracovaly s malým vzorkem probandů, a jejich reliabilita byla potvrzena jen z části některými studiemi. [46] Tato metoda přijatá AAOS se označuje jako neutrální nulová metoda (neutral zero method), protože se při jejím měření a záznamu vychází z neutrálního nulového postavení těla. [26] Anatomické postavení těla se považuje za 0, nebo pokud je výchozí poloha jiná než anatomické postavení těla, je tato výchozí poloha považována za 0. Měří se potom z přesně dané výchozí polohy do přesně dané konečné polohy. [45]

U nás se goniometrií zabýval Jaroš (1938), Hněvkovský a Poláková (1955), kteří položili základ planimetrické metodě a jejichž návrh se ujal pro svou jednoduchost. Vyšetřuje rozsah kloubní pohyblivosti vždy v jedné rovině. K měření se používá nejčastěji dvouramenný goniometr. Jedná se pouze o zjišťování fyzikálních hodnot, tedy hodnot ROM ve stupních. [18]

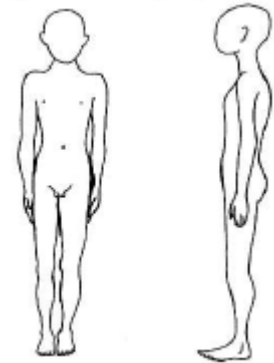
Další často používaná metoda se nazývá metoda SFTR, kterou vytvořil J. J. Gerhardt. Je odvozena od názvů tělních rovin (sagitální, frontální, transverzální a rovina rotace), ve kterých

se zapisují dvojice pohybů. Vychází se opět z neutrální nulové polohy a k měření se používá planimetrická metoda. Jde tedy vlastně o kombinaci neutrální nulové metody, planimetrické metody a navíc speciálního zaznamenávání naměřených hodnot ve třech rovinách. [26]

4.4.1 Základní postavení těla pro měření ROM

Podle [18] se při měření ROM vychází ze základního postavení těla (nulového postavení těla, viz Obrázek 4-10), pro které platí následující pravidla:

- hlava je držena tak, že pohled směřuje vodorovně do nekonečna,
- hrudník je ve středním postavení (mezi vdechem a výdechem),
- břišní svaly jsou napjaté,
- horní končetiny visí volně podél těla, prsty jsou natažené ve všech kloubech a palce míří dopředu, takže plochy dlaní jsou rovnoběžné se sagitální rovinou a dotýkají se stehen,
- kolena jsou natažená,
- stoj je spojný, takže paty a palce se dotýkají.



Obrázek 4-10: Nulové postavení těla [18]

Měření rozsahu pohybů se většinou neprovádí v tomto základním vzpřímeném postavení, ale je daná přesná výchozí poloha pro měření každého kloubu, od které se mohou odvíjet modifikace v případě, že proband není schopen zaujmout danou polohu. V tom případě je nutné tuto modifikaci uvést do záznamu. Výchozí polohou může být stoj, sed i leh.

4.4.2 Metody dokumentace

Pro zaznamenávání naměřených hodnot ROM se používají tři systémy záznamu, systém 0° až 180° , systém 180° až 0° a systém 360° . Nejvíce používaný je systém 0° až 180° , kterému se také říká neutrální nulová metoda, kdy výchozí poloha kloubu pro měření ROM je 0° a při pohybu pokračuje obloukem až do 180° . Tato metoda záznamu byla poprvé popsána v roce 1923 a byla přijata AAOS a dalšími asociacemi, jak již bylo uvedeno výše. Rozsah pohybu je vyjádřen jedním nebo dvěma čísly, pokud proběhla modifikace výchozí polohy. Pokud je proband schopen bez problémů zaujmout danou výchozí polohu, zaznamená se výsledek například 0° až 150° . Pokud není schopen výchozí polohu zaujmout, musí se to do záznamu výslovně uvést a výsledek je například 20° až 150° . [39][45]

Další metoda měření, respektive záznamu ROM, je již zmíněná metoda SFTR, ve které se zapisují pohyby podle toho, ve které se provádějí rovině. Výsledný zápis v jedné rovině je tvořen trojicí čísel oddělených pomlčkou, přičemž levá a pravá hodnota vyjadřují rozsah pohybu v kloubu od těla a k tělu a prostřední udává nulové výchozí postavení v kloubu (například v sagitální rovině je zápis: S 15 – 0 – 125). Takto se zapíší naměřené hodnoty ROM ve všech rovinách. [18]

4.4.3 Pravidla měření

Než bude popsán konkrétní postup měření, jsou uvedena základní pravidla goniometrického měření podle [18]:

- Určená výchozí poloha se musí zachovávat po celou dobu měření.
- Nejprve je vhodné provést několik pohybů v kloubu, aby byl určen orientační rozsah, osa pohybu a další orientační body pro přiložení goniometru (jeho osy a ramen).
- Střed goniometru je přiložen do osy pohybu kloubu.

- Jedno rameno goniometru je umístěno rovnoběžně s nepohyblivou částí těla, druhé je rovnoběžné s pohybující se částí těla.
- Goniometr se přímo nepřikládá na tělo, ale je s ním pouze v lehkém kontaktu.
- Goniometr se přikládá ze zevní strany kloubu, s výjimkou prstového úhlooměru.
- Měření by mělo být prováděno pokud možno na odhalené části těla.
- Měří se aktivní i pasivní ROM.
- Kontrolní měření provádí stejný pracovník, stejným způsobem a úhloměrem a pokud možno ve stejnou denní dobu.

Měření aktivního i pasivního ROM se týká zejména zdravotnické praxe. Ve výzkumných studiích se neuvádí současně aktivní i pasivní ROM, ale pouze jedna naměřená hodnota.

4.5 Postup měření rozsahu pohybu v kloubech

Před popisem měření ROM v konkrétních kloubech horní končetiny a páteře je vhodné uvést obecný postup, kterého je vhodné se držet při měření ROM ve všech kloubech. Následující body vycházejí z postupu uvedeného v publikaci Reese et al. [46]:

1. Určení druhu pohybu, který se bude měřit (aktivní/pasivní).
2. Vysvětlení účelu měření probandovi.
3. Uvedení probanda do dané výchozí polohy těla pro měření.
4. Stabilizace, resp. fixace kloubu nebo jeho okolí.
5. Vysvětlení konkrétního kloubního pohybu probandovi a provedení pasivního pohybu v kloubu.
6. Navrácení probanda do výchozí polohy.
7. Nalezení orientačních bodů na těle, které jsou nutné pro přiložení goniometru, prohmátáním, případně dalšími pohyby.
8. Přiložení goniometru k daným orientačním bodům a zaznamenání počáteční polohy.
9. Provedení aktivního nebo pasivního pohybu.
10. Znovunalezení orientačních bodů a přizpůsobení goniometru provedenému pohybu.
11. Přechtení naměřených hodnot ze stupnice a jejich zaznamenání včetně dalších informací.

4.5.1 Postup měření ROM v jednotlivých kloubech

Je zřejmé, že měřením ROM se zabývalo mnoho odborníků, a tak vzniklo více systémů měření. Konkrétní postup pro měření záleží na použité metodě, ačkoli jsou všechny velmi podobné.

V příručce AAOS, která přijala nulovou neutrální metodu, jsou informace o nulové počáteční poloze probanda, které jsou někdy doplněny náčrtky a daty určujícími normální ROM. Informace o přiložení goniometru bohužel nejsou uvedeny. Planimetrická metoda naproti tomu obsahuje informace jak o výchozí poloze probanda a fixaci kloubu nebo jeho okolí, tak o přiložení goniometru. Proto je tato metoda u nás velmi často používaná pro jednotné měření ROM. Umožňuje měření ROM pomocí goniometru v kloubech horní a dolní končetiny, ale pro vyšetření páteře se používají různé zkoušky, které hodnotí pohyblivost a rozvíjení páteře pomocí lineárního měřidla, takže naměřené hodnoty jsou v centimetrech. Výjimkou je rotace a lateroflexe v krční páteři, u které je popsán postup měření pomocí goniometru. V každém případě není možno srovnávat některé naměřené hodnoty, neboť u cizojazyčných článků jsou všechny hodnoty ROM (včetně pohyblivosti páteře) uvedeny ve stupních.

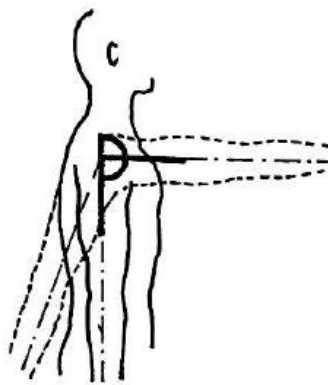
Postup měření uvedený níže tak vychází z Planimetrické metody (při měření se vychází z nulového postavení, odpovídá tedy neutrální nulové metodě) v publikaci Haladové a Nechvátalové [18]. U některých pohybů byly však informace o měření ROM neúplné nebo

byl uveden jen postup pro měření lineárním měřidlem, proto byly doplněny informacemi z dalších zdrojů [52][35][37].

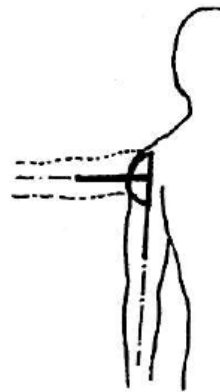
V následujících tabulkách jsou popsány všechny potřebné informace pro měření ROM v ramenním kloubu (viz Tabulka 4-2), loketním kloubu (viz Tabulka 4-3), zápěstí (viz Tabulka 4-4), krční páteře (viz Tabulka 4-5) a bederní páteře (viz Tabulka 4-6). Je vždy uveden daný kloubní pohyb, fixace, výchozí poloha těla a přiložení goniometru (jeho osy, pohyblivého a pevného ramene). Popsány jsou pouze kloubní pohyby, které se budou v praktické části měřit. Pokud se pohyb může provádět vleže i vsedě, je uveden postup pouze pro sed.

Tabulka 4-2: Postup měření ROM v ramenním kloubu

Ramenní kloub				
Pohyb	Výchozí poloha těla	Fixace	Osa goniometru	Ramena goniometru
Flexe	sed, připáženo, dlaň směřuje k tělu, loketní kloub v extenzi	pletenec horní končetiny (klíček a lopatka)	v ose pohybu ramenního kloubu (z vnější strany paže)	pevné rameno je rovnoběžné s osou trupu, pohyblivé jde středem paže (viz Obrázek 4-11)
Extenze				
Abdukce	sed, připáženo, dlaň směřuje dopředu	pletenec horní končetiny shora (klíček a lopatka)	goniometr přiložen zezadu, střed úhloměru míří na střed ramenního kloubu	pevné rameno směřuje podle trupu, pohyblivé sleduje pohyb středem paže (viz Obrázek 4-12)
Addukce	není možná; pokud je nutné ji zjišťovat, lze to jen při současně flexi v ramenním kloubu			
Zevní rotace	sed, trup opřený o opěradlo, paže abdukováná, loket flektován do 90 °, předloktí v pronaci	pletenec horní končetiny shora, aby nedocházelo k elevaci lopatky	goniometr přikládán ze strany k výběžku loketní kosti (ulny)	obě ramena středem předloktí, pohyblivé sleduje jeho pohyb
Vnitřní rotace				



Obrázek 4-11: Měření flexe a extenze ramenního kloubu [18]



Obrázek 4-12: Měření abdukce ramenního kloubu [18]

Tabulka 4-3: Postup měření ROM v loketním kloubu

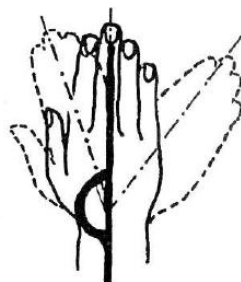
Loketní kloub				
Pohyb	Poloha těla	Fixace	Osa goniometru	Ramena goniometru
Flexe	sed, paže připažená, předloktí v supinaci (dlaň směřuje dopředu)	kloub ramenní shora	směřuje do osy loketního kloubu z vnější strany	pevné rameno jde vzhůru středem paže, pohyblivé sleduje pohyb předloktí (viz Obrázek 4-13)
Extenze	neměří se			
Supinace	sed, paže addukována, loket flektován do 90 °, předloktí ve středním postavení (viz Obrázek 4-6), pro snadnější měření se v ruce svírá propiska (ve středním postavení má svislou polohu)	epikondylů humeru, nesmí dojít k úklonu trupu a k abdukci v ramenním kloubu	přikládána k prostřednímu kloubu prostředníku	jedno rameno svisle ve směru svírané propisky, druhé se pohybuje s pohybuující se propiskou
Pronace				



Obrázek 4-13: Měření flexe v loketním kloubu [18]

Tabulka 4-4: Postup měření ROM v zápěstí

Zápěstí				
Pohyb	Poloha těla	Fixace	Osa goniometru	Ramena goniometru
Flexe	sed, předloktí v pronaci na podložce (dlaň směřuje dolů), ruka mimo podložku	obou processí styloideí	do osy pohybu (z malíkové strany)	jedno rameno sleduje střed ulny, druhé pátý metakarp (záprstní kost malíku)
Extenze				
Ulnární dukce	sed, předloktí i ruka na podložce v pronaci		na střed spojnice obou processí styloideí (viz Obrázek 4-14)	jedno rameno jde středem předloktí, druhé sleduje třetí metakarp (záprstní kost prostředníku)
Radiální dukce				



Obrázek 4-14: Měření radiální a ulnární dukce v zápěstí [18]

Tabulka 4-5: Postup měření ROM krční páteře

Krční páteř				
Pohyb	Poloha těla	Fixace	Osa goniometru	Ramena goniometru
Předklon	vzpřímený sed, hrudní a bederní páteř opřeny o opěradlo židle	tlak na pletenec horní končetiny (zabránění flexi hrudní a bederní páteře)	goniometr přikládán ze strany hlavy, osa směřuje do vnějšího zvukovodu	pevné rameno směřuje kolmo vzhůru, pohyblivé rameno sleduje spodní okraj nosních dírek
Záklon				
Úklon	vzpřímený sed, páteř může být opřena	na neměřené straně shora tlak na pletenec horní končetiny	na C7 (sedmý krční obratel, na hranici hrudní páteře)	pohyblivé rameno sleduje krční páteř, nepohyblivé je položeno na spojnici C7 a acromion (vybíhající část lopatky) nebo směřuje dolů podél páteře
Rotace	vzpřímený sed, páteř je opřena o opěradlo	není v zásadě nutná	na střed hlavy (je vhodné, aby si vyšetřovatel stoupl za probanda na stoličku)	obě ramena směřují nad kořen nosu, při pohybu pevné rameno zůstává v základní poloze, pohyblivé sleduje kořen nosu

Tabulka 4-6: Postup měření ROM bederní páteře

Bederní páteř				
Pohyb	Poloha těla	Fixace	Osa goniometru	Ramena goniometru
Předklon	vzpřímený stoj, nohy rozkročené na šíři ramen, bosé, ruce do předpažení	fixace pánve	na hřeben kyčle (z vnější strany)	obě ramena směřují do podpaží, pevné rameno zůstává, pohyblivé sleduje pohyb
Záklon	vzpřímený stoj, nohy rozkročené na šíři ramen, bosé, ruce spojené v týlu			
Úklon	vzpřímený stoj, nohy rozkročené na šíři ramen, bosé, ruce podél těla	fixace pánve, pozor na zvedání nebo ohýbání nohy nebo předklon	na S1 (obratel bederní páteře)	pevné rameno svisle k zemi, pohyblivé sleduje C7
Rotace	sed, páteř se neopírá, chodidla na zemi pro stabilizaci pánve, paže mohou být zkřížené přes hrudník	fixace pánve	na střed hlavy (je vhodné, aby si vyšetřovatel stoupl za probanda na stoličku)	obě ramena rovnoběžně s pomyslnou čarou spojující dva hřebeny kyčle (pro zjednodušení stejná čára, která spojuje dva acromiony), pohyblivé rameno s pohybem sleduje pomyslnou čarou spojující dva acromiony

4.5.2 Zázpis naměřených hodnot

Bez ohledu na použitou metodu zázpisu získaných hodnot se doporučuje zapsat následující informace [39]:

- jméno/identifikační číslo probanda,
- věk,
- pohlaví,
- lateralita,
- datum a čas měření,
- jméno vyšetřujícího,
- typ použitého goniometru,
- měřený kloub, pohyb a strana těla,
- naměřená hodnota ROM ve stupních,
- typ měřeného pohybu (pasivní/aktivní),
- popis případných odchylek od doporučené testovací polohy,
- další informace (bolest při pohybu, křeč svalu apod.).

Při čtení hodnot z goniometru je možné zaznamenat rovnou výslednou hodnotu ROM, nebo se mohou zaznamenat vždy dvě hodnoty – první číslo vyjadřující počáteční polohu ve stupních a druhé krajní hodnotu provedeného pohybu ve stupních. V praktické části se bude zaznamenávat rovnou výsledná hodnota ROM.

Měření ROM v kloubu se bude opakovat, dokud nebude rozdíl mezi dvěma měřeními maximálně 4 °. Výsledná hodnota potom bude průměr z těchto dvou hodnot. [49]

Tabulka pro zázpis výsledných hodnot ROM v kloubech paže a v krční a bederní páteři je součástí osobního dotazníku (viz Tabulka 5-4). V tabulce jsou pro představu uvedeny hodnoty ROM podle Stubbse [49], dále je poskytnut prostor pro zázpis dostatečného počtu pokusů, dokud nebude odchylka mezi dvěma měřeními maximálně 4 °, a poslední sloupec slouží pro zprůměrování těchto dvou hodnot.

4.6 Faktory ovlivňující rozsah pohybu v kloubech a přehled studií

ROM se u každého člověka liší a je ovlivněn různými faktory jako je věk, pohlaví nebo fakt, zda je pohyb vykonáván aktivně či pasivně. Nejvíce studií zkoumalo efekt věku a pohlaví na ROM, ať už při měření horních končetin, dolních končetin nebo páteře. Některé studie se věnovaly i dalším faktorům jako je BMI, zaměstnání a zájmové aktivity, ale nebyly tak obsáhle zkoumány jako věk a pohlaví. Navíc ROM samozřejmě ovlivňuje i samotný proces měření, ať už se jedná o testovací polohu, typ měřícího zařízení, zkušenosti vyšetřujícího nebo i denní doba. V neposlední řadě shledala většina studií malý rozdíl v ROM u pravé a levé končetiny. [39]

Jednou ze studií zabývajících se vlivem věku na změny v ROM je studie *Stubbse et al.* [49], ve které byl zkoumán vzorek 55 mužů (bělochů) ve věku 25 až 54 let rozdělený do tří věkových skupin, přičemž všichni měli dominantní pravou ruku. Měření proběhlo pomocí příručky AAOS a bylo provedeno bilaterálně, což není u všech studií pravidlem. Většina normativních dat dokonce nezohledňuje pravou a levou ruku a normativní data poskytnuta AAOS nejsou výjimkou.

Statisticky významný rozdíl ($p < 0,05$) mezi pravou a levou končetinou byl prokázán pro každou věkovou skupinu u několika kloubů. Ve věkové skupině 35 až 44 let byly shledány statisticky významné rozdíly u flexe v loketním kloubu, extenze v zápěstí a extenze v ramenním

kloubu. Flexe v loketním kloubu a extenze zápěstí měly větší ROM u levé (submisivní) paže. U pravé (dominantní) ruky byl nalezen větší ROM při extenzi ramenního kloubu. Ve třetí věkové skupině ve věku 45 až 54 let byl větší ROM při flexi v loketním kloubu u levé ruky. Ve všech třech věkových skupinách byl významný statistický rozdíl u zevní i vnitřní rotace ramenního kloubu, přičemž u pravé (dominantní) končetiny byl ROM větší při zevní rotaci a u levé (submisivní) končetiny byl větší při vnitřní rotaci v ramenním kloubu.

Z hlediska věku byl statisticky významný rozdíl nalezen mezi všemi třemi věkovými skupinami u několika kloubních pohybů. V každém případě byl u nejstarší skupiny nejmenší průměr v ROM. Data potvrdila obecný názor, že s rostoucím věkem klesá ROM ve většině kloubů. Navíc jmenuje Stubbs et al. řadu dalších studií, které došly ke stejnému poznání.

Zatímco Stubbs et al. se zabývali pouze vlivem věku a částečně i bilaterality na ROM, *Chung et al.* [24] zkoumali vliv věku i pohlaví. Zkoumaný vzorek zahrnoval 1134 pracovníků ve věku 16 až 64 let žijících na Taiwanu, přičemž 698 bylo mužů a 436 žen.

Výsledky opět ukázaly, že ROM klesá s rostoucím věkem, nicméně míra poklesu závisí jak na věku, tak na měřeném kloubu a typu pohybu. Nejvíce klesá s rostoucím věkem ROM u krční páteře a zápěstí. Statisticky významný pokles ($p < 0,01$) ROM byl zaznamenán u všech pohybů krční páteře kromě flexe, a největší pokles se vyskytl u pravé lateroflexe, která byla u nejstarší skupiny (46 až 64 let) o 23 % nižší než u nejmladší skupiny (16 až 30 let). U bederní páteře byl statisticky významný pokles ROM patrný při extenzi, pravé lateroflexi a levé rotaci, přičemž byl tento pokles mezi nejmladší a nejstarší skupinou o 18 %, 7 % a 15 %. U horní končetiny byl pokles v ROM méně patrný. Výjimkou bylo zápěstí, kde byl mezi nejmladší a nejstarší skupinou pokles při flexi o 16 % u mužů a o 15 % u žen a při extenzi o 26 % u mužů a o 20 % u žen.

Při porovnání výsledků ROM mezi muži a ženami se ukázalo, že významný statistický rozdíl existuje u 22 kloubních pohybů z 28 měřených, přičemž u žen byl prokázán větší ROM u krční páteře a u horních i dolních končetin. U páteře byl tento rozdíl patrný u všech kloubních pohybů kromě flexe a pravé rotace. ROM všech kloubních pohybů bederní páteře byl významně větší u mužů než u žen s výjimkou bederní extenze. U horní končetiny ukázaly ženy větší ROM u zápěstí a loketního kloubu (resp. předloktí) než muži, naopak tomu bylo jen u ramenního kloubu, kde měli statisticky významný nárůst ROM muži.

Vliv věku a pohlaví na ROM zkoumali i *Doriot a Wang* [11], kteří měřili ROM horní končetiny a krční a bederní páteře pomocí optoelektronického pohybového systému VICON. Zkoumaný vzorek se skládal z mladší skupiny mužů a žen ve věku 20 až 35 let (11 mužů, 11 žen) a starší skupiny mužů a žen ve věku 65 až 80 let (10 mužů, 9 žen).

Výsledky byly porovnány mezi dvěma věkovými skupinami a mezi muži a ženami. U starší skupiny probandů byl opět pozorován pokles ROM oproti mladší skupině. Největší rozdíly byly u ROM v ramenním kloubu a v krční a bederní páteři. U lateroflexe a extenze krční páteře byl pokles více než 40%, u lateroflexe a rotace bederní páteře byl až 33% a u zevní rotace v ramenním kloubu dokonce 42%. Naopak u loketního kloubu a zápěstí nebyl s rostoucím věkem zjištěn žádný významný pokles.

Při porovnávání naměřených hodnot mezi muži a ženami byl zjištěn statisticky významný rozdíl jen u pronace předloktí, ulnární dukce, extenze a pravé lateroflexe v bederní páteři. Ženy měly větší ROM při pronaci předloktí a ulnární dukci, muži zas při extenzi a lateroflexi trupu. Obecně jsou ale rozdíly mezi muži a ženami malé oproti rozdílům mezi mladší a starší skupinou probandů.

5 Příprava měření

V předchozích kapitolách bylo popsáno, jak se provádí měření vybraných fyziologických změn provázejících stárnutí. Byly popsány tři různé testy zručnosti, které slouží k měření motoriky rukou. Dále bylo uvedeno, jakým způsobem se provádí měření síly stisku pomocí dynamometru, a nakonec bylo zmíněno, jak se měří rozsah pohybu v kloubech pomocí goniometru.

Samotnému měření ještě předcházela jeho příprava. Byl vybrán vzorek probandů, dále byl připraven osobní dotazník pro zaznamenání naměřených hodnot a nakonec byla odhadnuta časová náročnost měření.

5.1 Vzorek probandů

Pro určení degenerativních změn provázejících stárnutí byly vybrány dvě věkové skupiny žen pro praktické měření. Mladší skupina byla ve věkovém rozmezí 25 až 29 let, starší skupina ve věku 60 až 74 let. Rozdělení žen podle věkových skupin a laterality je v Tabulce 5-1.

Celkem bylo měřeno 25 žen. V mladší skupině jich bylo 15 a všechny ženy byly zdravé, bez jakýchkoli poruch hybnosti, zdravotních problémů nebo prodělaných operací rukou a zad. Převážná většina byly vysokoškolské studentky, administrativní pracovnice nebo obecně pracovnice, které mají sedavé zaměstnání a většinu času tráví prací na počítači. Do starší skupiny spadalo 10 žen a vzhledem k pokročilému věku měly některé prodělané operace nebo určité zdravotní problémy, mezi které patřily bolesti zad (hlavně bederní páteře), vyhrželé meziobratlové ploténky, operace kyčlí, zánět šlach v zápěstí, zlomenina zápěstí a revmatismus. Pokud byl zdravotní problém závažnější a zřejmý při měření (zejména ROM), nebyly výsledky do statistického vyhodnocení zahrnuty.

Průměrné hodnoty věku, výšky, váhy a BMI jsou uvedeny pro mladší a starší skupinu v Tabulce 5-2 a 5-3.

Tabulka 5-1: Rozdělení probandů podle věkových skupin

Věková skupina	Praváci	Leváci	Celkem
25 – 29 let	13	2	15
65 – 75 let	10	0	10

Tabulka 5-2: Průměrné hodnoty věku, výšky, váhy a BMI skupiny žen ve věku 25 až 29 let

	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Věk	25,5	0,6	25,0	27,0
Výška [cm]	167,4	7,1	157,0	187,0
Váha [kg]	62,8	6,7	49,5	70,0
BMI [kg/m ²]	22,5	2,9	18,0	26,8

Tabulka 5-3: Průměrné hodnoty věku, výšky, váhy a BMI skupiny žen ve věku 60 až 75 let

	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Věk	65,8	3,0	62,0	73,0
Výška [cm]	165,5	4,2	156,0	170,0
Váha [kg]	74,5	9,2	59,0	90,0
BMI [kg/m ²]	27,3	3,9	22,1	34,1

5.2 Osobní dotazník

V kapitolách věnovaných testům zručnosti, měření síly stisku rukou a rozsahu pohybů v kloubech byl na základě literatury a odborných článků o řešené problematice vytvořen záznamový list nebo tabulka, která slouží k zaznamenání naměřených dat. Z těchto tabulek a záznamových listů byl vytvořen dvoustránkový osobní dotazník (viz Tabulka 5-4), který slouží k zaznamenání informací o daném probandovi včetně výsledků všech měření. V hlavičce dotazníku je prostor pro uvedení osobních informací o probandovi, které budou podstatné při vyhodnocování výsledků měření. Patří sem:

- jméno a identifikační číslo,
- věk,
- pohlaví,
- laterálnost,
- výška,
- váha,
- BMI,
- zdravotní stav,
- pracovní pozice,
- zda je proband kuřák nebo nekuřák.

Dalšími důležitými informacemi, které musí být vyplněny, jsou:

- jméno toho, kdo prováděl měření,
- datum a čas měření,
- poznámky.

Následně jsou uvedeny jednotlivé tabulky pro výsledky měření:

- Purdue pegboard testu (4 varianty),
- Grooved pegboard testu (2 varianty),
- Complete Minnesota dexterity testu (5 variant),
- maximální síly stisku (3 druhy stisku),
- rozsahu pohybu v kloubech (20 pohybů).

V tabulce pro PPT je poskytnut prostor pro zaznamenání tří pokusů u každé ze čtyř variant testu a pro výsledné skóre, kterým je průměr z těchto tří pokusů. U Grooved pegboard testu se obdobně zaznamenávají tři pokusy pro dominantní a submisivní ruku a výsledkem je opět průměr ze tří měření pro každou ruku zvlášť. U CMDT je možno zaznamenat pro pět variant testů výsledky dvou, tří nebo čtyř pokusů, zkušební kola a celkového skóre, které je součtem výsledků provedených pokusů. Body A a B jsou normované hodnoty získané přepočítáním celkového skóre.

Výsledky měření síly stisku se zaznamenávají pro každý druh stisku zvlášť a pro každou ruku zvlášť, přičemž se uvedou vždy tři pokusy a jejich průměr.

A nakonec tabulka pro měření ROM umožňuje zapsat data pro každý z dvaceti pohybů a pro každou ruku (stranu těla) zvlášť, přičemž se každý pohyb měří a naměřené výsledky zaznamenávají, dokud se dva neliší maximálně o 4 °. Do posledního sloupce se zapíše průměr z těchto dvou nejbližších měření.

Podrobný postup vyplnění výsledků měření je popsán v předchozích kapitolách.

Tabulka 5-4: Osobní dotazník

OSOBNÍ DOTAZNÍK							
Jméno a příjmení					Pohlaví		
Identifikátor					Věk		
Zdravotní stav					Výška		m
Sportovní aktivity					Váha		kg
Pracovní pozice					BMI		
Test provedl/a					Pravák/levák		
Datum a čas měření					Kuřák/nekuřák		
Poznámky							
Výsledky Purdue pegboard testu							
		1. pokus [s]	2. pokus [s]	3. pokus [s]	Průměr [s]		
Pravá ruka (PR)							
Levá ruka (LR)							
Obě ruce							
PR + LR + obě							
Sestava							
Výsledky Grooved pegboard testu							
Ruka	Pokus	Celkový čas [s]*	Počet upuštěných kolíků [ks]	Počet umístěných kolíků [ks]	Součet**	Průměr	
Dominantní	1.						
	2.						
	3.						
Submisivní	1.						
	2.						
	3.						
* pokud nebude test dokončen do 5 minut, je ukončen organizátorem testu a do kolonky pro skóre se zaznamená písmeno „A“							
** pokud si proband pomůže při manipulaci s kolíkem druhou rukou více než jednou, запиše se do kolonky pro skóre písmeno „D“							
Doplňující informace o průběhu testu (zakroužkujte jednu možnost, případně popište daný problém):							
1) Test byl dokončen do 5 minut.					ANO	NE	
Pokud ne, uveďte obtíže, se kterými se proband potýkal:							
2) Proband si jednou pomohl při manipulaci s kolíkem druhou rukou.					ANO	NE	
3) Uveďte faktory, které mohly ovlivnit výkon probanda (např. bolavý prst, obvaz, ...):							
Výsledky Complete Minnesota dexterity testu							
	Zkouška [s]	1. pokus [s]	2. pokus [s]	3. pokus [s]	Celkem [s]	Body A	Body B
Placing test							
Turning test							
Displacing test							
T&P test jedna ruka							
T&P test obě ruce							

Výsledky měření maximální síly stisku								
Úchop	Ruka			1. pokus	2. pokus	3. pokus	Průměr	
Dlaňový	P							
	L							
Pinzetový	P							
	L							
Klíčový	P							
	L							
Výsledky měření ROM [°]								
Oblast měření	Pohyb	Strana	Data	1. pokus	2. pokus	3. pokus	4. pokus	Průměr
Ramenní kloub	Flexe	P	179,6					
		L	178,5					
	Extenze	P	66,3					
		L	65,4					
	Abdukce	P	176,3					
		L	178,2					
	Zevní rotace	P	103,4					
		L	97,3					
Vnitřní rotace	P	70,8						
	L	82,4						
Loketní kloub	Flexe	P	147,3					
		L	148,5					
	Pronace	P	86,2					
		L	86,6					
	Supinace	P	101,1					
		L	101,4					
Zápěstí	Flexe	P	70,2					
		L	70,9					
	Extenze	P	76,5					
		L	80					
	Ulnární dukce	P	51,1					
		L	51,1					
	Radiální dukce	P	24,5					
		L	23,1					
Křční páteř	Flexe		50					
	Extenze		77,4					
	Úklon	P	40,4					
		L	40,1					
	Rotace	P	83					
		L	85,7					
Bederní páteř	Flexe		120,4					
	Extenze		39					
	Úklon	P	37,1					
		L	35,7					
	Rotace	P	34					
		L	41,4					

5.3 Průběh a časová náročnost měření

Měření každého z probandů probíhalo vždy ve stejném sledu. Nejdříve byly vyplněny osobní údaje a poté se přešlo k samotnému měření. Jako první se měřil ROM v kloubech, poté následovalo měření MVGF a nakonec testy zručnosti.

Při měření ROM v každém kloubu byl probandovi nejprve vysvětlen daný pohyb a zároveň byl tento pohyb proveden pasivně. Poté se měřil aktivní pohyb v každém kloubu pomocí Jamar goniometru z nerezové oceli (byly použity dva typy, jeden s 380° a druhý se 180° stupnicí), dokud nebyla odchylka mezi dvěma měřeními nejvíce 4 °. Začínalo se měřením ramenního kloubu, pokračovalo se loketním kloubem a zápěstím a nakonec se měřil ROM krční a bederní páteře.

Následovalo měření maximální síly stisku pomocí Jamar plus+ dynamometru, jehož držadlo bylo nastaveno na druhou pozici. Nejdříve se měřila MVGF dlaňového úchopu, následně klíčového a nakonec pinzetového. Byla dodržena standardní procedura a standardní testovací pozice doporučená ASHT. Před měřením MVGF dlaňového úchopu si proband zkusil vyvinout submaximální sílu stisku pravé i levé ruky, aby došlo k zahřátí svalu. Poté byla pro každý úchop a každou ruku provedena tři měření. Při každém měření se vždy vystřídala pravá a levá ruka a následně byla poskytnuta minutová pauza na odpočinek a zamezení únavy svalu.

Nakonec bylo provedeno měření motoriky rukou pomocí testů zručnosti. Prvním testem byl CMDT, dalším PPT a posledním GPT. Průběh a pořadí jednotlivých variant testů bylo provedeno na základě standardních instrukcí z příruček daných testů.

Na základě normativů byla zjištěna přibližná časová náročnost celého měření, která byla poté upřesněna na základě zkušeností z praktického měření (viz Tabulka 5-5). Časová náročnost měření by se tedy měla pohybovat okolo 1 hodiny a 45 minut v závislosti na probandovi i organizátorovi testu.

Tabulka 5-5: Časová náročnost měření

	Vyplnění hlavičky	Měření ROM	Měření MVGF	Měření testů zručnosti			Celkem
				CMDT	PPT	GPT	
Čas [min]	5	40	15	20	15	10	105

6 Výsledky měření mladší skupiny probandů

Výsledky měření mladší skupiny žen jsou rozděleny do tří podkapitol, a to na výsledky testů zručnosti, síly stisku a rozsahu pohybu v kloubech. Ve všech případech byly vypočítány základní statistické charakteristiky (aritmetický průměr, výběrová směrodatná odchylka, minimum a maximum). Protože je aritmetický průměr (a další charakteristiky) citlivý na odlehlá data, byla tato data vyloučena z výpočtu. Dále bylo provedeno rozhodování o normalitě dat, které je nutné pro další statistické zpracování. K tomu byl použit Anderson-Darling test normality dat, který byl vybrán s ohledem na velikost naměřených dat. Poté byla vypočtena korelační matice pro analýzu možných vztahů mezi měřenými veličinami MVGF využívající Pearsonův korelační koeficient. Ke zjištění statistické významnosti korelačních koeficientů byly vypočítány p-hodnoty pomocí regrese. Pro určení statistické významnosti rozdílů průměrů mezi pravou a levou rukou, resp. stranou těla, byl použit dvouvýběrový párový t-testu na střední hodnotu. Všechny výpočty byly provedeny pomocí nástroje Microsoft Excel™.

6.1 Výsledky testů zručnosti

V Tabulce 6-1, 6-2 a 6-3 jsou uvedeny základní statistické charakteristiky pro výsledky měření Purdue pegboard testu, Grooved pegboard testu a Complete Minnesota dexterity testu pro skupinu žen mezi 25 a 29 lety. V prvním sloupci jsou vždy uvedeny normativní hodnoty pro porovnání.

U PPT udávají čísla počet umístěných kolíků za daný časový interval, a tedy čím většího skóre bylo dosaženo, tím je proband zručnější. U GPT a CMDT je tomu naopak, neboť hodnoty v tabulkách udávají potřebný čas k dokončení testu. V téměř všech případech jsou průměry z naměřených dat lepší než uvedené normativy (a pokud nejsou, jsou velmi blízké), což je s velkou pravděpodobností tím, že měřená skupina byly mladé ženy a normativy jsou počítány z širšího věkového rozpětí. U PPT a GPT bohužel není u normativních hodnot uvedeno, z jakého konkrétního věkového rozpětí jsou určeny.

Tabulka 6-1: Vyhodnocení PPT [ks] pro mladší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Pravá ruka	17,34	18,38	1,29	14,33	20,33
Levá ruka	16,37	16,67	1,44	14,00	20,00
Obě ruce	13,83	13,93	0,85	12,00	15,33
Pravá + levá + obě	47,51	48,98	2,93	40,33	54,67
Sestava	40,14	46,07	5,22	35,00	53,33

* hodnoty byly vypočteny jako průměr ze všech normativních dat uvedených v příručce PPT

Tabulka 6-2: Vyhodnocení GPT [s] pro mladší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Dominantní ruka	88,39	74,16	5,30	65,33	82,00
Submisivní ruka	96,22	80,87	7,91	71,33	98,67

* průměr z normativních hodnot pro ženy mezi 15 a 50 lety dostupné v příručce GPT

Tabulka 6-3: Vyhodnocení CMDT [s] pro mladší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Placing test	183	174,20	13,34	149,00	196,00
Turning test	146	147,93	14,32	122,00	166,00
Displacing test	142	131,60	12,79	111,00	151,00
T&P test jedna ruka	227	224,33	18,18	111,00	248,00
T&P test obě ruce	129	132,27	15,41	113,00	162,00

* normativ průměrné populace pro tři opakování jednotlivých testů uvedený v příručce CMDT

V Tabulce 6-4 jsou uvedeny průměrné hodnoty PPT a GPT rozdělené podle laterality. Podle očekávání je v průměru dosahováno lepších výsledků při používání dominantní ruky, a to jak u leváků, tak u praváků. U PPT byl mezi pravou a levou rukou 9,3% rozdíl, u GPT byl mezi dominantní a submisivní rukou 9,1% rozdíl, přičemž v obou případech byla prokázána jeho velmi vysoká statická významnost (na hladině významnosti $\alpha = 0,001$). Navíc je ale u obou testů patrné, že rozdíl ve zručnosti pravé a levé ruky je u leváků menší než u praváků. Při testu obou rukou PPT byli leváci zručnější než praváci. Tento fenomén je způsoben pravděpodobně tím, že leváci jsou nuceni se v každodenním životě přizpůsobovat podmínkám, které jsou primárně nastavené pro praváky, a jsou tak nuceni používat svojí submisivní ruku častěji, než praváci.

Tabulka 6-4: Výsledky PPT [s] a GPT [s] mladší skupiny žen rozdělené podle laterality

	PPT		GPT	
	Praváci	Leváci	Praváci	Leváci
Pravá ruka (PR)	18,33	18,67	dominantní 74,72	70,50
Levá ruka (LR)	16,25	19,17	submisivní 82,31	71,50
Obě ruce	13,78	14,83		
PR + LR + obě	48,36	52,67		
Sestava	45,06	52,17		

Kromě vlivu laterality na motoriku rukou byl ještě zkoumán vliv toho, zda je žena kuřačka nebo nekuřačka. Ze získaných dat nebyly mezi těmito dvěma skupinami zjištěny žádné významné statistické rozdíly.

6.2 Výsledky měření síly stisku

Před samotným vyhodnocením naměřených dat MVGF byly, stejně jako u testů zručnosti, určeny odlehle hodnoty, aby nedocházelo k ovlivnění při dalším zpracování. Z naměřených dat MVGF žen mezi 25 a 29 lety byly opět zpracovány základní statistické charakteristiky. Ty jsou pro dlaňový, pinzetový a klíčový úchop uvedeny v Tabulce 6-5.

Tabulka 6-5: Vyhodnocení MVGF [kg] pro mladší skupinu žen

Úchop	Ruka	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Dlaňový	P	30,86	4,84	17,00	41,67
	L	28,62	4,46	13,33	38,17
Pinzetový	P	5,57	0,79	3,70	7,97
	L	5,34	0,94	2,73	7,47
Klíčový	P	7,27	0,74	5,80	8,27
	L	7,35	1,00	4,83	9,53

Statisticky významný rozdíl mezi pravou a levou rukou byl prokázán pouze u dlaňového úchopu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ činící 7,3 %.

V Tabulce 6-6 je porovnání aktuálních naměřených hodnot MVGF s hodnotami z dalších tří studií (uvedené hodnoty platí pro věkovou skupinu žen mezi 25 a 29 lety). Ve všech byla data naměřena pomocí Jamar dynamometru a rozdělena pro pravou a levou ruku zvlášť. Mathiowetz et al. [36] uvedli normativní data v roce 1985, která naměřili ve standardní testovací pozici probanda, a výsledná hodnota byla získána ze tří měření. Hanten et al. [19] nedodrželi podmínku měření vsedě a jako výsledná hodnota byla použita nejvyšší hodnota ze tří měření. A nakonec Bohannon et al. [6] uvedli data získaná zpracováním různých studií, které musely splňovat určité podmínky (standardní testovací pozice, průměr ze tří měření, atd.).

Tabulka 6-6: Porovnání průměrných hodnot MVGF [kg] žen mezi 25 a 29 lety s ostatními studiemi

	Ruka	Mathiowetz	Hanten	Bohannon	Aktuální
Dlaňový	P	33,8	33,11	33,80	30,86
	L	28,3	30,39	30,80	28,62
Pinzetový	P	5,4			5,57
	L	5,1			5,34
Klíčový	P	8,0			7,27
	L	7,5			7,35

Nakonec byl určen vztah mezi MVGF jednotlivých úchopů pravé a levé ruky a výšky, váhy a BMI. K tomu byla použita korelační matice využívající Pearsonův korelační koeficient, který měří lineární vztah mezi dvěma veličinami. Nutným předpokladem je přibližně lineární charakter dat a jejich normalita. Ta byla ověřena pomocí Anderson-Darling testu. Poté už mohl být stanoven vztah mezi jednotlivými veličinami pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Korelační matice je v Tabulce 6-7.

Tabulka 6-7: Korelační matice pro mladší skupinu žen – vztah MVGF různých druhů stisků pravé a levé ruky a tělesné váhy, výšky a BMI

	Dlaňový P	Dlaňový L	Pinzetový P	Pinzetový L	Klíčový P	Klíčový L
Dlaňový P	1,00					
Dlaňový L	0,77	1,00				
Pinzetový P	0,35	0,20	1,00			
Pinzetový L	0,73	0,73	0,73	1,00		
Klíčový P	0,47	0,34	0,59	0,41	1,00	
Klíčový L	0,42	0,66	0,53	0,67	0,68	1,00
Váha	0,58	0,47	0,18	0,41	0,13	0,24
Výška	0,28	-0,08	0,01	0,01	0,30	0,04
BMI	0,27	0,41	0,12	0,30	-0,07	0,17

V korelační matici jsou tmavě šedě znázorněny silné korelace a světle šedě středně silné korelace, ostatní hodnoty jsou slabě korelovány. Všechny vyznačené korelace jsou pozitivní, což nám značí přímo úměrný vztah. Silná korelace MVGF existuje u jednotlivých úchopů mezi pravou a levou rukou (0,77, 0,73 a 0,68) i mezi některými druhy úchopů. Mezi MVGF dlaňového stisku pravé i levé ruky a váhou je střední korelace (0,58 a 0,47), stejně tak tomu je u MVGF levé ruky při pinzetovém úchopu a tělesnou váhou (0,41) a MVGF levé ruky při dlaňovém úchopu a BMI (0,41).

Otázkou zůstává, jestli jsou tyto korelace statisticky významné a můžeme říci, že tyto závěry neplatí jen pro aktuální data, ale obecně. Z toho důvodu byly určeny p-hodnoty na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ pro všechny korelované veličiny, které jsou znázorněny v Tabulce 6-8. Barevně vyznačené hodnoty jsou ty, které nepřesahují hladinu významnosti, a můžeme tak říci, že jsou tyto korelace statisticky významné. Statisticky významná silná korelace existuje mezi MVGF pravé a levé ruky jednotlivých druhů úchopu a mezi MVGF některých druhů úchopů. Dále bylo zjištěno, že je statisticky významná i středně silná korelace mezi MVGF pravé ruky při dlaňovém úchopu a váhou. Zbývající korelace nejsou statisticky významné při dané hladině významnosti.

Byla tak potvrzena silná korelace mezi MVGF pravé a levé ruky a středně silná korelace mezi MVGF pravé ruky při dlaňovém úchopu a váhou, kterou uváděly některé studie (např. Hanten et al. [19] uvádí korelaci mezi MVGF pravé a levé ruky 0,93 a mezi MVGF dlaňového stisku a váhou 0,53). Naopak nebyla potvrzena korelace mezi silou stisku a tělesnou výškou.

Tabulka 6-8: P-hodnoty (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$) pro všechny korelované veličiny u mladší skupiny žen

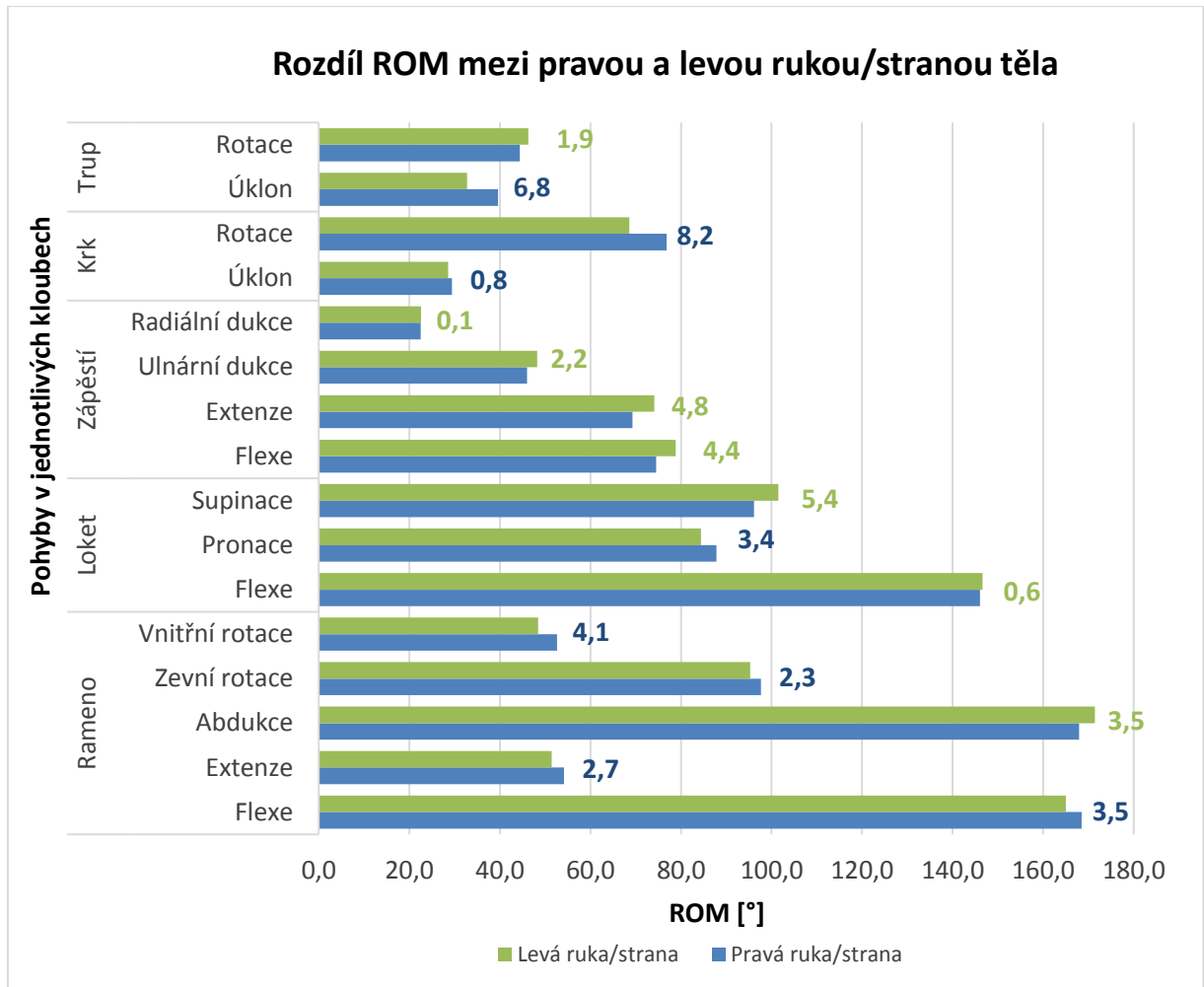
	Dlaňový P	Dlaňový L	Pinzetový P	Pinzetový L	Klíčový P	Klíčový L
Dlaňový P	1,00					
Dlaňový L	0,0012	1,00				
Pinzetový P			1,00			
Pinzetový L	0,0032	0,0030	0,0027	1,00		
Klíčový P	0,0925		0,0260	0,1415	1,00	
Klíčový L	0,1332	0,0103	0,0534	0,0090	0,0080	1,00
Váha	0,0285	0,0901		0,1443		
Výška						
BMI		0,1404				

6.3 Výsledky měření rozsahu pohybu v kloubech

Dále byly zpracovány základní statistické charakteristiky ROM mladší skupiny žen. Rozdíl v ROM mezi pravou a levou rukou, resp. stranou těla, je zobrazen na Obrázku 6-1.

Ve všech pohybech je rozdíl mezi pravou a levou rukou, resp. stranou těla, relativně malý. Flexe, extenze, zevní i vnitřní rotace v ramenním kloubu a pronace předloktí je v průměru větší u pravé horní končetiny. Naopak ROM abdukce v ramenním kloubu, supinace předloktí a všechny pohyby v zápěstí jsou průměrně větší u levé horní končetiny. Co se týče pohybu páteře, je ROM větší při pravé lateroflexi i rotaci v krční páteři. Pravá lateroflexe je větší i u bederní páteře, ale při rotaci je větší rozsah pohybu trupu na levou stranu.

Pro určení statistické významnosti rozdílů v ROM mezi pravou a levou rukou byl proveden dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu. Velmi vysoká statistická významnost (na hladině významnosti $\alpha = 0,001$) byla zjištěna u rotace krční páteře, kde byl ROM o $8,2^\circ$ ($7,35\%$) větší na pravou stranu, a u úklonu bederní páteře, kde byl ROM o $6,8^\circ$ ($5,63\%$) větší také na pravou stranu. Rozdíly v těchto pohybech byly procentuálně největší. Vysoká statistická významnost (na hladině významnosti $\alpha = 0,01$) byla zjištěna u supinace předloktí a flexe zápěstí, kde byl naopak větší ROM levé končetiny, konkrétně o $5,67\%$ a o $4,62\%$. Statisticky významný rozdíl na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ byl dále určen u flexe v rameni, kde byl ROM pravé končetiny větší o $3,43\%$.



Obrázek 6-1: Rozdíl ROM [°] mezi pravou a levou rukou/stranou těla u mladší skupiny žen

Průměrné hodnoty, výběrová směrodatná odchylka, minimum a maximum ROM jsou uvedeny v Tabulce 6-9.

Tabulka 6-9: Základní statistické charakteristiky ROM [°] mladší skupiny žen

Oblast měření	Pohyb	Strana	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum	
Ramenní kloub	Flexe	P	168,50	9,45	153,0	183,0	
		L	165,00	10,46	150,0	185,0	
	Extenze	P	54,13	6,10	43,5	67,5	
		L	51,47	9,43	37,0	72,0	
	Abdukce	Zevní rotace	P	167,93	8,26	158,0	184,0
			L	171,46	7,28	162,5	187,0
		Vnitřní rotace	P	97,67	8,89	86,0	117,0
			L	95,33	8,96	78,0	110,0
Loketní kloub	Flexe	P	146,03	4,97	137,5	153,0	
		L	146,63	3,55	141,5	154,5	
	Pronace	P	87,87	7,69	62,0	96,5	
		L	84,43	7,59	70,0	96,5	
	Supinace	P	96,17	6,43	85,0	105,5	
		L	101,53	9,36	93,5	129,0	
Zápěstí	Flexe	P	74,50	3,18	69,5	79,5	
		L	78,87	6,63	69,5	92,0	
	Extenze	P	69,27	5,64	59,0	80,5	
		L	74,10	5,73	67,0	87,5	
	Ulnární dukce	P	46,03	5,93	34,0	54,0	
		L	48,23	8,45	30,0	65,5	
Radiální dukce	P	22,53	3,60	16,5	30,5		
	L	22,60	2,39	19,0	27,0		
Křční páteř	Flexe		61,77	8,96	46,0	72,5	
			57,60	10,56	42,5	81,0	
	Úklon	P	29,40	6,39	20,0	40,5	
		L	28,60	6,60	18,5	43,0	
	Rotace	P	76,80	5,65	67,5	86,5	
		L	68,57	7,54	48,0	80,5	
Bederní páteř	Flexe		116,83	13,18	91,5	136,5	
			33,03	8,49	20,5	46,0	
	Úklon	P	39,57	5,52	26,5	48,5	
		L	32,77	6,10	20,0	40,0	
	Rotace	P	44,40	7,51	36,0	61,0	
		L	46,30	8,40	33,5	60,5	

Na závěr je opět uvedeno porovnání s ostatními studii (viz Tabulka 6-10). V prvním sloupci jsou normativní hodnoty vydány AAOS [1], na které je nejčastěji odkazováno, ale jejich reliabilita byla potvrzena jen z části některými studii. V dalších dvou sloupcích jsou hodnoty ROM mužů a žen, které ve svém článku uvedl Chung et al. [24] Měřeným vzorkem bylo 1134 pracovníků (698 mužů a 436 žen) ve věku 16 až 64 let žijících na Taiwanu. Ve třetím sloupci

jsou pro představu uvedené hodnoty ROM 55 mužů (bělochů) ve věku 25 až 54 let, které uvedl Stubbs et al. [49]

Tabulka 6-10: Porovnání průměrných hodnot ROM [°] různých studií s výsledky mladší skupiny žen

Oblast měření	Pohyb	Strana	AAOS	Chung		Stubbs	Aktuální
			Neuvedeno	Muži 16 až 64 let	Ženy 16 až 64 let	Muži 25 až 34 let	Ženy 25 až 29 let
Ramenní kloub	Flexe	P	180	169,1	163,7	179,6	168,5
		L				178,5	165,0
	Extenze	P	60	56,0	58,0	66,3	54,1
		L				65,4	51,5
	Abdukce	P	180	176,3	172,6	176,3	167,9
		L				178,2	171,5
	Zevní rotace	P	90			103,4	97,7
		L				97,3	95,3
Vnitřní rotace	P	70			70,8	52,6	
	L				82,4	48,5	
Loketní kloub	Flexe	P	150	141,5	143,6	147,3	146,0
		L				148,5	146,6
	Pronace	P	80	76,9	84,3	86,2	87,9
		L				86,6	84,4
	Supinace	P	80	101,2	105,5	101,1	96,2
		L				101,4	101,5
Zápěstí	Flexe	P	80	63,7	67,4	70,2	74,5
		L				70,9	78,9
	Extenze	P	70	55,2	58,0	76,5	69,3
		L				80,0	74,1
	Ulnární dukce	P	30			51,1	46,0
		L				51,1	48,2
	Radiální dukce	P	20			24,5	22,5
		L				23,1	22,6
Křční páteř	Flexe		45	54,2	52,9	50,0	61,8
			45	68,1	69,8	77,4	57,6
	Úklon	P	45	42,3	47,1	40,4	29,4
		L		41,0	43,2	40,1	28,6
	Rotace	P	60	70,8	70,7	83,0	76,8
		L		72,3	74,1	85,7	68,6
Bederní páteř	Flexe		80	120,4	114,9		116,8
			25	39,0	37,3		33,0
	Úklon	P	35	33,5	29,0	37,1	39,6
		L		32,9	28,2	35,7	32,8
	Rotace	P	45	34,0	29,4		44,4
		L		41,4	33,6		46,3

7 Výsledky měření starší skupiny probandů

Data získaná měřením starší skupiny žen byla zpracována obdobně jako u mladší skupiny žen. Ve třech podkapitolách jsou vždy zpracovány základní statistické charakteristiky, přičemž byla nejdříve opět vyloučena odlehlá data. Pro rozhodování o normalitě dat byl znovu použit Anderson-Darling test, dále byla určena korelační matice udávající vztah mezi měřenými veličinami MVGF, statistická významnost jednotlivých korelačních koeficientů a rozdílů průměrů mezi pravou a levou rukou, resp. stranou těla.

7.1 Výsledky testů zručnosti

V Tabulce 7-1, 7-2 a 7-3 jsou uvedeny základní statistické charakteristiky pro výsledky měření Purdue pegboard testu, Grooved pegboard testu a Complete Minnesota dexterity testu pro skupinu žen mezi 60 a 74 lety.

Ve všech třech tabulkách jsou v prvních sloupcích uvedeny normativní hodnoty pro porovnání, které byly určeny z širokého věkového rozpětí (nikoliv pro danou věkovou skupinu). Průměrné hodnoty výsledků všech variant testů PPT a CMDT jsou znatelně horší než normativní data. U GPT se průměrné hodnoty z naměřených dat pohybují okolo normy. Výsledky z hlediska laterality nejsou uvedeny, protože všechny měřené ženy měly dominantní ruku pravou. Opět se u všech testů potvrdilo, že je v průměru dominantní (pravá) ruka zručnější než submisivní. Stejně jako u mladší skupiny byl rozdíl mezi pravou a levou rukou u PPT a dominantní a submisivní rukou u GPT statisticky významný na hladině významnosti $\alpha = 0,001$. U PPT se jednalo o 8,9% rozdíl, u GPT o 13% rozdíl.

Tabulka 7-1: Vyhodnocení PPT [ks] pro starší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Pravá ruka (PR)	17,34	14,60	1,17	13,67	16,67
Levá ruka (LR)	16,37	13,30	1,73	11,00	16,00
Obě ruce	13,83	11,23	1,60	8,67	13,67
PR + LR + obě	47,51	39,13	4,10	33,33	45,67
Sestava	40,14	32,10	6,13	24,33	42,00

* hodnoty byly vypočteny jako průměr ze všech normativních dat uvedených v příručce PPT

Tabulka 7-2: Vyhodnocení GPT [s] pro starší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Dominantní ruka	88,39	87,17	9,33	73,33	105,33
Submisivní ruka	96,22	98,53	14,20	78,00	122,67

* průměr z normativních hodnot pro ženy mezi 15 a 50 lety dostupných v příručce GPT

Tabulka 7-3: Vyhodnocení CMDT [s] pro starší skupinu žen

	<i>Norma*</i>	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Placing test	183	207,00	12,17	183,00	224,00
Turning test	146	172,80	18,31	150,00	212,00
Displacing test	142	158,70	15,14	130,00	187,00
T&P test jedna ruka	227	245,80	20,33	211,00	284,00
T&P test obě ruce	129	164,50	26,76	137,00	226,00

* normativ průměrné populace pro tři opakování jednotlivých testů uvedených v příručce CMDT

7.2 Výsledky měření síly stisku

Pro naměřená data maximální síly stisku ruky u starší skupiny žen byl opět určen průměr, výběrová směrodatná odchylka, minimum a maximum. Tyto hodnoty jsou pro pravou a levou ruku uvedeny v Tabulce 7-4.

Tabulka 7-4: Vyhodnocení MVGF [kg] pro starší skupinu žen

Úchop	Ruka	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Dlaňový	P	25,93	4,35	18,80	33,93
	L	23,65	3,82	19,47	30,80
Pinzetový	P	5,01	1,25	3,23	6,97
	L	4,51	0,64	3,69	22,57
Klíčový	P	6,14	1,16	4,50	7,63
	L	5,86	1,29	3,27	7,10

Stejně jako u mladší skupiny žen byl statisticky významný rozdíl mezi pravou a levou rukou prokázán pouze u dlaňového úchopu, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ a činí 8,8 %.

Průměrné hodnoty byly porovnány s výsledky již zmíněných tří studií (viz Tabulka 7-5). Ty platí pro konkrétní věkovou skupinu žen mezi 60 a 74 lety. Při srovnání naměřených dat s normativními daty ze studií Mathiowetze, Hantena i Bohannon je zřejmé, že mezi nimi existují opět jen malé odchylky v síle stisku u všech druhů úchopů.

Tabulka 7-5: Porovnání průměrných hodnot MVGF [kg] žen mezi 60 a 74 lety s ostatními studiemi

Úchop	Ruka	Mathiowetz	Hanten	Bohannon	Aktuální
Dlaňový	P	23,3	25,40	25,23	25,93
	L	19,4	23,13	22,80	23,65
Pinzetový	P	4,7			5,01
	L	4,6			4,51
Klíčový	P	6,8			6,14
	L	6,4			5,86

Dále byla použita korelační matice pro určení vztahů mezi MVGF jednotlivých druhů úchopů pravé a levé ruky a výšky, váhy a BMI. Z toho důvodu byla data nejdříve testována na normalitu. K tomuto účelu byl opět použit Anderson-Darling test, který potvrdil, že data mají charakter normálního rozdělení. Korelační matice je znázorněna Tabulkou 7-6.

Tabulka 7-6: Korelační matice pro starší skupinu žen – vztah MVGF různých druhů stisků pravé a levé ruky a tělesné váhy, výšky a BMI

	Dlaňový P	Dlaňový L	Pinzetový P	Pinzetový L	Klíčový P	Klíčový L
Dlaňový P	1,00					
Dlaňový L	0,75	1,00				
Pinzetový P	0,31	0,04	1,00			
Pinzetový L	0,29	0,26	0,77	1,00		
Klíčový P	0,46	0,01	0,00	-0,35	1,00	
Klíčový L	0,06	-0,09	-0,31	-0,55	0,70	1,00
Váha	-0,36	-0,42	0,27	-0,26	0,24	0,24
Výška	0,43	0,23	-0,35	-0,40	0,67	0,72
BMI	-0,47	-0,46	0,38	-0,06	-0,04	-0,08

V korelační matici jsou opět tmavě šedě znázorněny silné korelace a světle šedě středně silné korelace, ostatní hodnoty jsou slabě korelovány. Stejně jako ve výsledcích mladší skupiny žen existuje i zde silná korelace mezi pravou a levou rukou u jednotlivých úchopů (0,75, 0,77 a 0,7). Dále je silně korelována výška se silou stisku při klíčovém úchopu pravé i levé ruky (0,62 a 0,72). Ostatní vyznačené korelace jsou středně silné.

Důležité je ověřit, zda jsou tyto korelace statisticky významné či nikoliv. To bylo provedeno pomocí p-hodnot na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, které jsou znázorněny v Tabulce 7-7. Barevně vyznačené jsou hodnoty přesahující hladinu významnosti a můžeme tak říci, že tyto korelace jsou statisticky významné. Patří mezi ně všechny silné korelace, které byly zjištěny v korelační matici pomocí Pearsonova korelačního koeficientu. Silné korelace mezi MVGF pravé a levé ruky u jednotlivých druhů úchopů a mezi výškou a MVGF při klíčovém úchopu pravé i levé ruky jsou tedy statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

Tabulka 7-7: P-hodnoty (na hladině významnosti $\alpha=0,05$) pro všechny korelované veličiny u starší skupiny žen

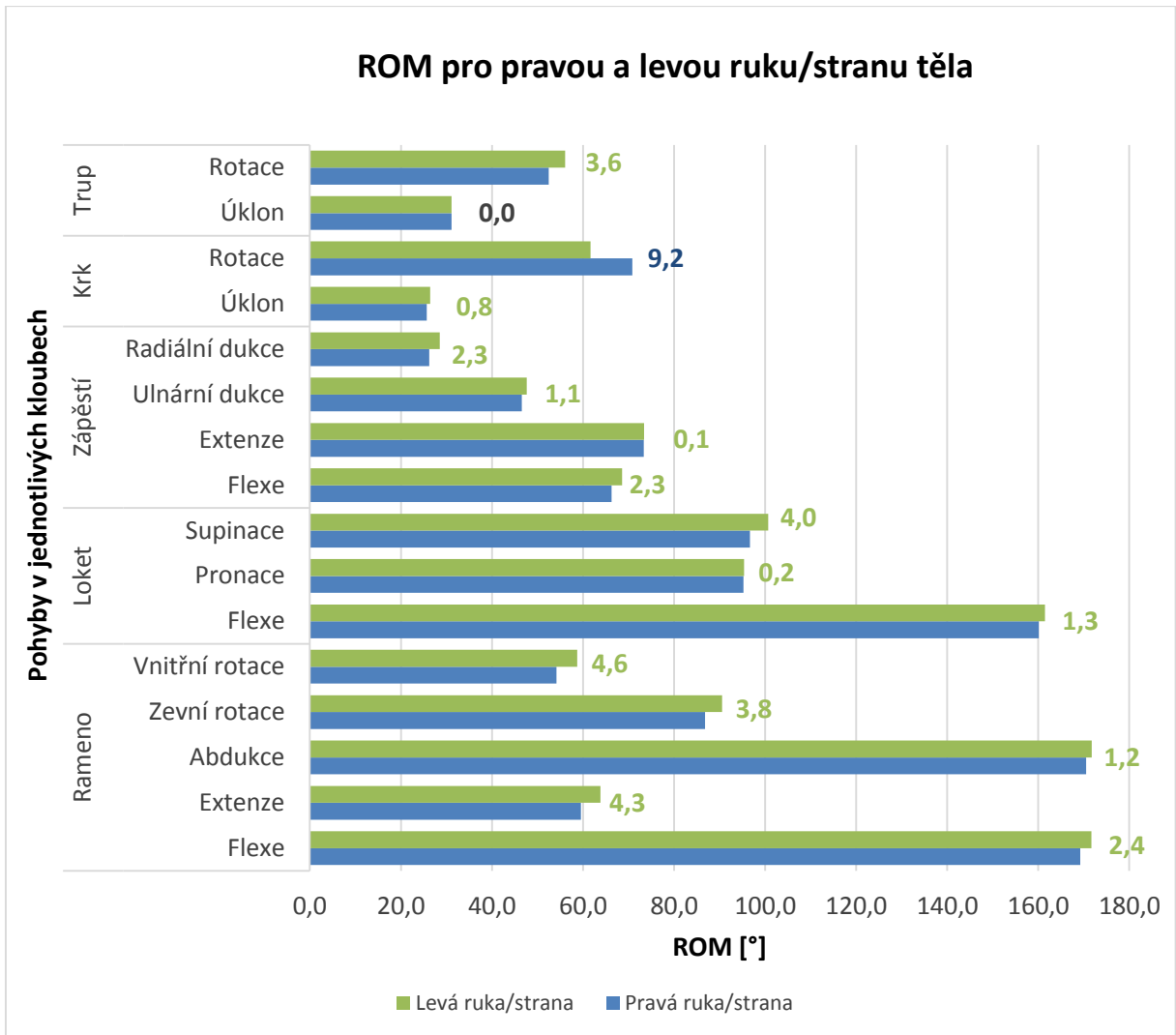
	Dlaňový P	Dlaňový L	Pinzetový P	Pinzetový L	Klíčový P	Klíčový L
Dlaňový P	1,00					
Dlaňový L	0,75	1,00				
Pinzetový P			1,00			
Pinzetový L			0,77	1,00		
Klíčový P	0,46				1,00	
Klíčový L				-0,55	0,70	1,00
Váha		-0,42				
Výška	0,43				0,67	0,72
BMI	-0,47	-0,46				

7.3 Výsledky měření rozsahu pohybu v kloubech

Data ROM naměřená na starší skupině žen byla opět statisticky zpracována. Nejdříve byla vyloučena odlehlá data a poté byly spočítány základní statistické charakteristiky. Dále byly určeny rozdíly mezi ROM pravé a levé ruky a jejich statistická významnost u jednotlivých pohybů a nakonec byly průměrné hodnoty naměřených dat porovnány s daty několika studií.

Rozdíl průměrných hodnot ROM mezi pravou a levou rukou, resp. stranou těla, je zobrazen na Obrázku 7-1. Ve většině případů jsou tyto rozdíly opět velmi malé. Na rozdíl od výsledků mladší skupiny žen je zde více pohybů, u kterých je ROM u levé strany těla větší. Kromě rotace krční páteře, ve které je při otáčení na pravou stranu větší rozsah pohybu než na levou, a lateroflexe v bederní páteři, ve které není průměrně žádný rozdíl mezi pravou a levou stranou, je ve všech pohybech větší rozsah v levé horní končetině a při pohybu těla na levou stranu.

Stejně jako u vyhodnocení mladší skupiny byl proveden dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu pro stanovení statistické významnosti určených rozdílů mezi pravou a levou stranou těla. Velmi vysoká statistická významnost (na hladině významnosti $\alpha = 0,001$) byla opět zjištěna u rotace v krční páteři, která prokázala, stejně jako tomu bylo u mladší skupiny, největší procentuální rozdíl. Rozsah pohybu při rotaci v krční páteři byl v průměru o 9,2 ° větší na pravou stranu než na levou, což je téměř 13% rozdíl.



Obrázek 7-1: Rozdíl ROM [°] mezi pravou a levou rukou/stranou těla u starší skupiny žen

V Tabulce 7-8 jsou uvedeny průměrné hodnoty, výběrová směrodatná odchylka, minimum a maximum ROM ve vybraných 20 kloubech.

Tabulka 7-8: Základní statistické charakteristiky ROM [°] starší skupiny žen

Oblast měření	Pohyb	Strana	Průměr	Směrodatná odchylka	Minimum	Maximum
Ramenní kloub	Flexe	P	169,25	9,77	159,00	190,00
		L	171,65	8,24	161,00	187,00
	Extenze	P	59,55	13,34	43,50	80,00
		L	63,80	7,70	50,00	74,50
	Abdukce	P	170,55	8,29	159,50	181,00
		L	171,75	9,80	162,00	191,50
	Zevní rotace	P	86,80	10,25	75,50	111,00
		L	90,55	11,49	77,50	109,00
Vnitřní rotace	P	54,20	11,85	38,00	72,50	
	L	58,75	10,28	44,00	75,00	
Loketní kloub	Flexe	P	160,15	7,87	149,00	172,00
		L	161,45	7,45	151,00	172,50
	Pronace	P	95,25	11,07	78,00	116,50
		L	95,40	12,23	68,00	110,50
	Supinace	P	96,70	7,90	82,00	109,00
		L	100,70	9,32	86,00	114,00
Zápěstí	Flexe	P	66,28	10,43	54,00	89,50
		L	68,60	14,55	43,00	90,00
	Extenze	P	73,33	8,54	55,50	83,50
		L	73,40	10,79	57,00	91,00
	Ulnární dukce	P	46,56	5,13	39,00	54,50
		L	47,65	8,11	37,00	61,50
	Radiální dukce	P	26,22	7,28	20,00	42,50
		L	28,55	5,81	17,00	35,50
Křční páteř	Flexe		44,60	8,14	31,00	59,50
			60,50	12,48	31,50	80,00
	Úklon	P	25,65	5,07	15,50	32,00
		L	26,45	6,76	11,00	34,00
	Rotace	P	70,85	8,54	58,50	85,50
		L	61,65	11,11	43,00	81,00
Bederní páteř	Flexe		105,25	18,32	73,00	128,00
			25,40	13,50	5,50	53,00
	Úklon	P	31,10	11,60	13,00	45,50
		L	31,10	12,37	9,00	46,00
	Rotace	P	52,45	17,66	29,00	75,00
		L	56,05	20,35	28,00	90,00

Nakonec jsou průměrné hodnoty ROM porovnány s ostatními studii (viz Tabulka 7-9). V prvním sloupci jsou normativní hodnoty vydány AAOS [1], ve druhých dvou sloupcích jsou data, která ve svém článku uvedl Chung et al. [24], a ve třetím sloupci jsou pro představu uvedeny průměrné hodnoty, které představil Stubbs et al. [49]. V posledním sloupci jsou průměrné hodnoty ROM starší skupiny žen, které byly naměřeny v rámci této práce.

Tabulka 7-9: Porovnání průměrných hodnot ROM [°] různých studií s výsledky starší skupiny žen

Oblast měření	Pohyb	Strana	AAOS		Chung		Stubbs	Aktuální
			Neuvedeno	Muži 16 až 64 let	Ženy 16 až 64 let	Muži 25 až 34 let	Ženy 60 až 75 let	
Ramenní kloub	Flexe	P	180	169,1	163,7	179,6	169,3	
		L			178,5	171,7		
	Extenze	P	60	56,0	58,0	66,3	59,6	
		L				65,4	63,8	
	Abdukce	P	180	176,3	172,6	176,3	170,6	
		L				178,2	171,8	
	Zevní rotace	P	90			103,4	86,8	
		L				97,3	90,6	
Vnitřní rotace	P	70			70,8	54,2		
	L				82,4	58,8		
Loketní kloub	Flexe	P	150	141,5	143,6	147,3	160,2	
		L				148,5	161,5	
	Pronace	P	80	76,9	84,3	86,2	95,3	
		L				86,6	95,4	
	Supinace	P	80	101,2	105,5	101,1	96,7	
		L				101,4	100,7	
Zápěstí	Flexe	P	80	63,7	67,4	70,2	66,3	
		L				70,9	68,6	
	Extenze	P	70	55,2	58,0	76,5	73,3	
		L				80,0	73,4	
	Ulnární dukce	P	30			51,1	46,6	
		L				51,1	47,7	
	Radiální dukce	P	20			24,5	26,2	
		L				23,1	28,6	
Křční páteř	Flexe		45	54,2	52,9	50,0	44,6	
			45	68,1	69,8	77,4	60,5	
	Úklon	P	45	42,3	47,1	40,4	25,7	
		L		41,0	43,2	40,1	26,5	
	Rotace	P	60	70,8	70,7	83,0	70,9	
		L		72,3	74,1	85,7	61,7	
Bederní páteř	Flexe		80	120,4	114,9		105,3	
			25	39,0	37,3		25,4	
	Úklon	P	35	33,5	29,0	37,1	31,1	
		L		32,9	28,2	35,7	31,1	
	Rotace	P	45	34,0	29,4		52,5	
		L		41,4	33,6		56,1	

8 Porovnání výsledků mladší a starší skupiny žen

Poslední kapitola je věnována vlivu věku na zkoumané fyziologické změny. Porovnává výsledky jednotlivých testů zručnosti, síly stisku a rozsahu pohybu v kloubech mezi mladší a starší skupinou žen. Pro každou variantu testu, druh úchopu a pohyb v daném kloubu byl spočítán rozdíl průměrů výsledků mladší a starší skupiny v odpovídajících jednotkách a procentuální rozdíl těchto průměrů. Dále bylo určeno, zda je tento rozdíl statisticky významný na vybraných hladinách významnosti. K tomu byl použit Welchův t-test, který je adaptací Studentova t-testu a který je více spolehlivý pro výběry, které mají různou velikost a různé rozptyly. Rozptyly rozdělení těchto výběrů tak mohou být obecně navzájem různé, stejně tak jejich rozdělení nemusí být normální. Tomuto testu se také někdy říká dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů nebo také t-test pro dva libovolné nezávislé výběry (v angličtině často independent samples t-test).

K výpočtu rozdílů, potřebných statistických charakteristik, testovacích statistik a stupňů volnosti, které byly potřeba pro provedení Welchova t-testu, byl použit opět nástroj Microsoft Excel™. Pokud bylo na některé z hladin významnosti potvrzeno, že je rozdíl statisticky významný, byla daná hodnota procentuálního rozdílu označena jednou, dvěma nebo třemi hvězdičkami podle toho, zda je rozdíl statisticky významný na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, $\alpha = 0,01$ nebo $\alpha = 0,001$.

8.1 Porovnání výsledků testů zručnosti

Díky testům zručnosti bylo zjištěno, že věk má u žen významný efekt na motoriku rukou, neboť u všech variant testů byl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Jako první je uvedeno porovnání výsledků PPT (viz Tabulka 8-1 a Obrázek 8-1). Rozdíly u všech variant testu jsou statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$ (hovoříme tedy o velmi vysoké statistické významnosti). Největší pokles ve zručnosti byl zjištěn při sestavě, kdy stihla starší skupina umístit v průměru o 14 dílů méně než mladší skupina, což je přibližně 30% rozdíl. Ve všech ostatních variantách PPT vyšla zručnost starší skupiny přibližně o 20 % horší než u mladší skupiny.

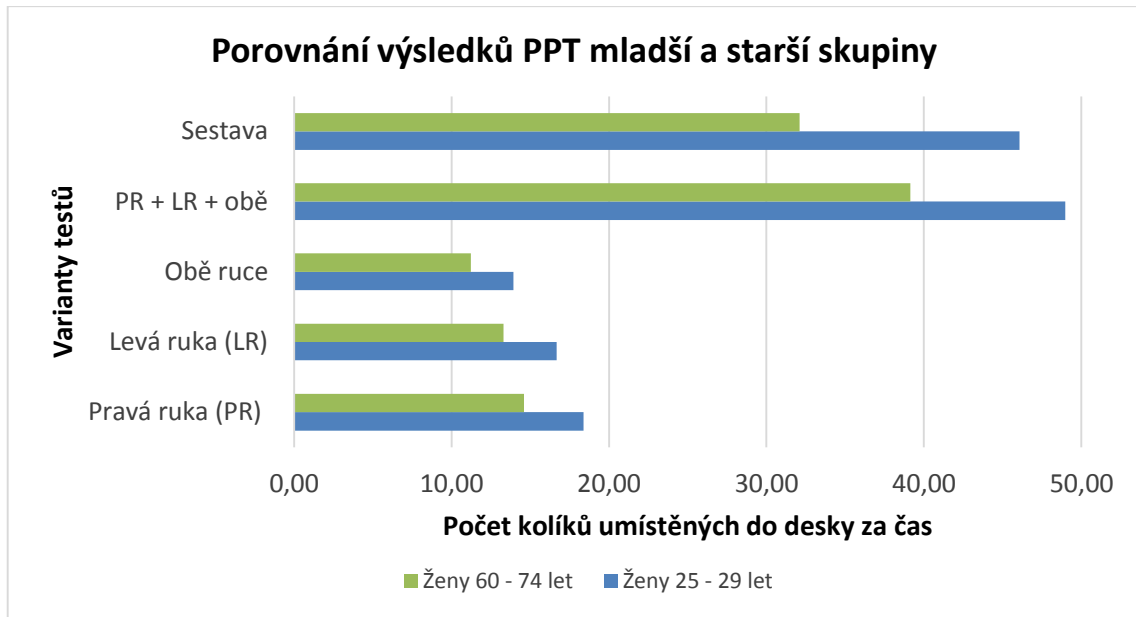
Tabulka 8-1: Rozdíl ve výsledcích PPT mladší a starší skupiny žen

	Věková skupina				Rozdíl [ks]	Rozdíl [%]
	25 - 29 let		60 - 74 let			
	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka		
Pravá ruka (PR)	18,38	1,29	14,60	1,17	3,78	20,57***
Levá ruka (LR)	16,67	1,44	13,30	1,73	3,37	20,20***
Obě ruce	13,93	0,85	11,23	1,60	2,70	19,35***
PR + LR + obě	48,98	2,93	39,13	4,10	9,84	20,10***
Sestava	46,07	5,22	32,10	6,13	13,97	30,33***

*statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

**statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

***statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$



Obrázek 8-1: Porovnání výsledků PPT mladší a starší skupiny žen

Po výsledcích PPT následuje porovnání výsledků GPT (viz Tabulka 8-2 a Obrázek 8-2). Ten má dvě varianty testu a u obou byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi mladší a starší skupinou na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ (jedná se tedy o vysokou statistickou významnost). Při manipulaci svojí dominantní rukou trvalo starší skupině zaplnit desku kolíky v průměru o 13 sekund déle než mladší skupině, při používání submisivní ruky dokonce o cca 18 sekund déle. Vliv věku na motoriku rukou byl tedy zjištěn i při testování pomocí GPT, přičemž procentuální rozdíl se opět pohyboval kolem 20 % (u dominantní ruky byl zjištěn přibližně 18% rozdíl, u submisivní přibližně 22% rozdíl).

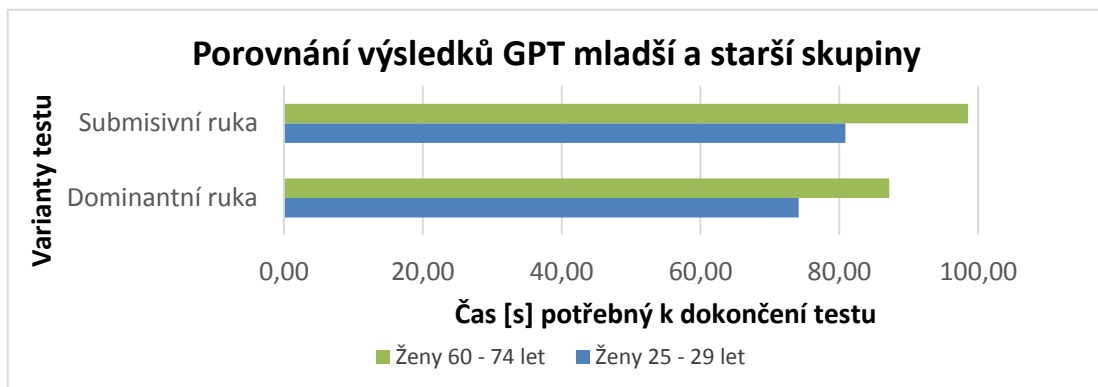
Tabulka 8-2: Rozdíl ve výsledcích GPT mladší a starší skupiny žen

	Věková skupina				Rozdíl [s]	Rozdíl [%]
	25 - 29 let		60 - 74 let			
	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka		
dominantní ruka	74,16	5,30	87,17	9,33	13,01	17,55**
submisivní ruka	80,87	7,91	98,53	14,20	17,67	21,85**

*statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

**statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

***statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$



Obrázek 8-2: Porovnání výsledků GPT mladší a starší skupiny žen

Nakonec jsou uvedeny rozdíly mezi mladší a starší skupinou ve výsledcích CMDT (viz Tabulka 8-3 a Obrázek 8-3). Velmi vysoká statistická významnost ($\alpha = 0,001$) byla zjištěna u placing

a displacing testu, vysoká statistická významnost ($\alpha = 0,01$) u turning testu a two-hand turning and placing testu a statistická významnost na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ u one-hand turning and placing testu. Podle CMTD má tedy věk opět významný vliv na motoriku rukou. Největší pokles byl zjištěn u two-hand turning and placing testu, kde potřebovala starší skupina v průměru o 32 sekund více k dokončení této varianty testu než mladší skupina, což činí přibližně 24% rozdíl. Druhý největší pokles se projevil u displacing testu (o 20,59 %), dále u placing testu (o 18,83 %), druhý nejmenší u turning testu (o 16,81 %) a nejmenší pokles byl u one-hand turning and placing testu (o 9,57 %).

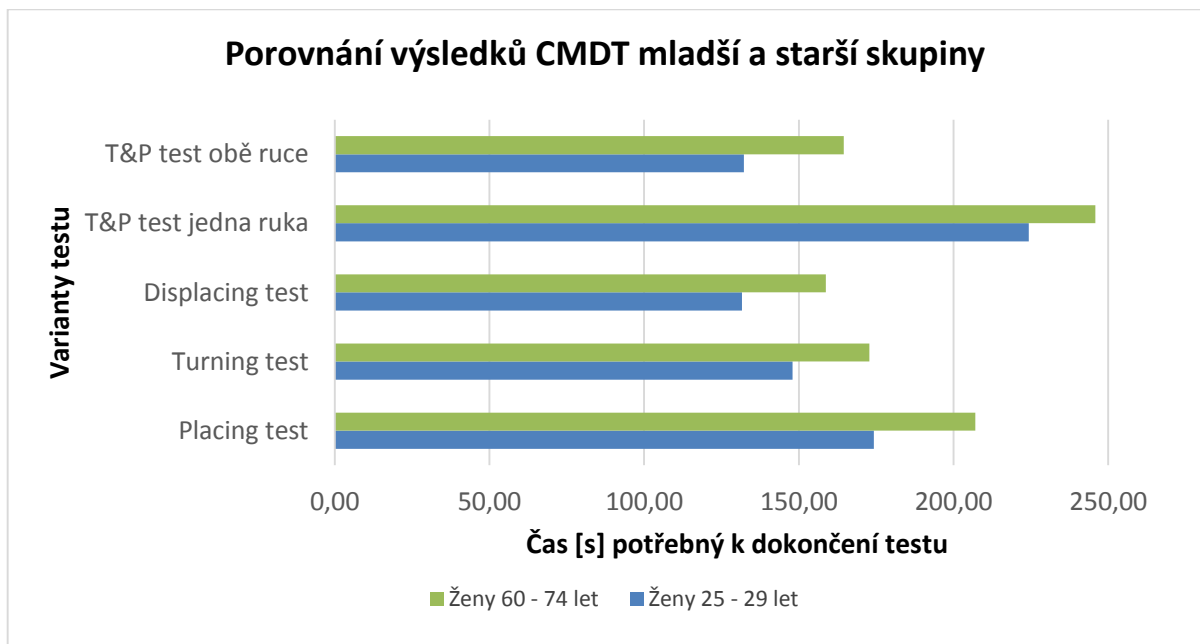
Tabulka 8-3: Rozdíl ve výsledcích CMTD mladší a starší skupiny žen

	Věková skupina				Rozdíl [s]	Rozdíl [%]
	25 - 29 let		60 - 74 let			
	Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka		
Placing test	174,20	13,34	207,00	12,17	32,80	18,83***
Turning test	147,93	14,32	172,80	18,31	24,87	16,81**
Displacing test	131,60	12,79	158,70	15,14	27,10	20,59***
T&P test jedna ruka	224,33	18,18	245,80	20,33	21,47	9,57*
T&P test obě ruce	132,27	15,41	164,50	26,76	32,23	24,37**

*statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

**statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

***statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$



Obrázek 8-3: Porovnání výsledků CMTD mladší a starší skupiny žen

8.2 Porovnání výsledků síly stisku

Rozdíly mezi mladší a starší skupinou žen a jejich statistická významnost byly dále určeny pro výsledky MVGF (viz Tabulka 8-4 a Obrázek 8-4). Kromě rozdílu MVGF při pinzetovém úchopu pravou rukou byla u všech druhů úchopů prokázána statistická významnost. Rozdíl v maximální síle stisku byl vysoce statisticky významný při dlaňovém úchopu levé ruky a při klíčovém úchopu levé ruky. Při dlaňovém úchopu pravé ruky, klíčovém úchopu pravé ruky a pinzetovém úchopu levé ruky byl statisticky významný na hladině významnosti $\alpha = 0,05$.

K největšímu poklesu MVGF u starší skupiny došlo při klíčovém úchopu levé ruky, kde síla poklesla o 20,27 % oproti mladší skupině. Další největší poklesy MVGF byly zaznamenány při dlaňovém úchopu u pravé (o 15,97 %) i levé ruky (o 17,36 %). Nejmenší pokles MVGF se projevil při klíčovém úchopu pravé ruky (o 15,50 %) a při pinzetovém úchopu.

Vliv věku na maximální sílu stisku ruky u žen byl tak prokázán u valné většiny měřených úchopů, přičemž pokles u starší skupiny mezi 60 a 74 lety věku se pohyboval přibližně mezi 15 % a 20 % oproti mladší.

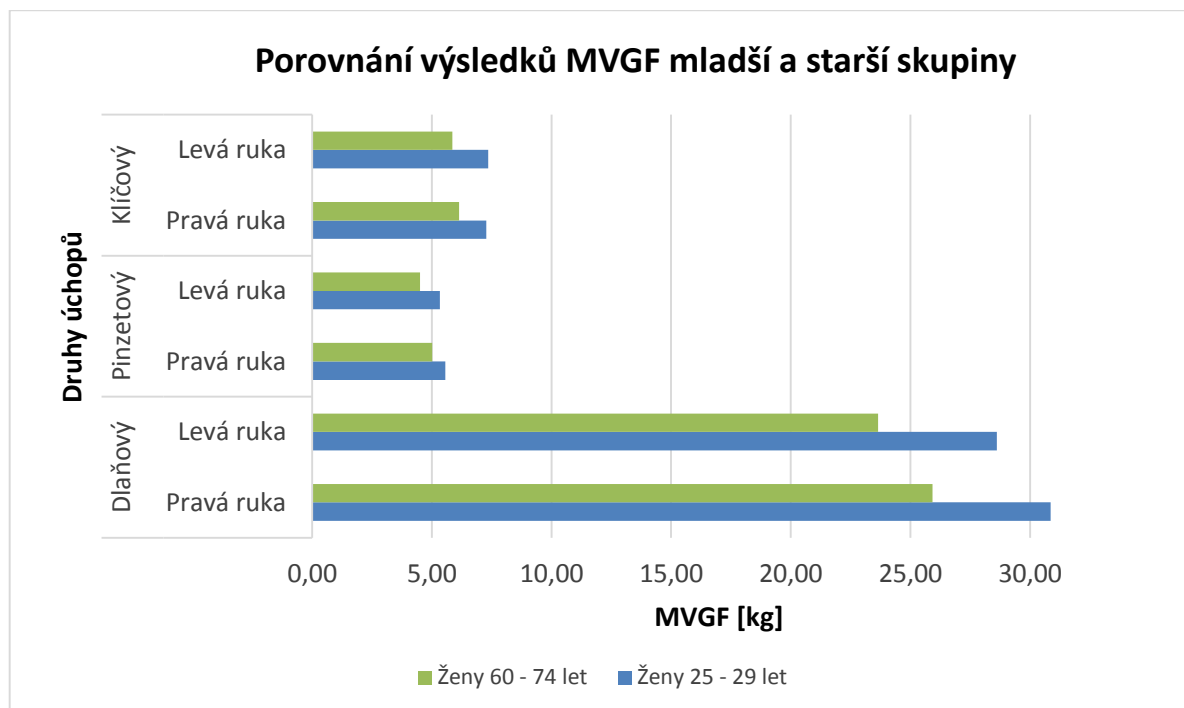
Tabulka 8-4: Porovnání výsledků MVGF mladší a starší skupiny žen

Úchop	Ruka	Věková skupina				Rozdíl [kg]	Rozdíl [%]
		25 - 29 let		60 - 74 let			
		Průměr	Směrodatná odchylka	Průměr	Směrodatná odchylka		
Dlaňový	P	30,86	4,84	25,93	4,35	4,93	15,97*
	L	28,62	4,46	23,65	3,82	4,97	17,36**
Pinzetový	P	5,57	0,79	5,01	1,25	0,56	10,00
	L	5,34	0,94	4,51	0,64	0,83	15,53*
Klíčový	P	7,27	0,74	6,14	1,16	1,13	15,50*
	L	7,35	1,00	5,86	1,29	1,49	20,27**

*statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

**statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

***statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$



Obrázek 8-4: Porovnání výsledků MVGF mladší a starší skupiny žen

8.3 Porovnání výsledků měření rozsahu pohybu v kloubech

Poslední měřenou fyziologickou změnou provázející stárnutí byl rozsah pohybu v kloubech horní končetiny a páteře. Rozdíl ROM různých pohybů mnohem více fluktoval oproti testům zručnosti a síly stisku, stejně tak byla statistická významnost prokázána jen při několika málo pohybech. Rozdíl ROM při některých pohybech byl dokonce záporný, což naznačuje nárůst

ROM v kloubech starší skupiny oproti mladší. Podle různých studií to však není příliš pravděpodobné, a tak bude příčinou spíše fakt, že měření ROM goniometry není tak přesné, vyžaduje hlubší znalost problematiky a existuje větší pravděpodobnost vzniku chyb a nepřesností měření (zejména v porovnání s měřením testů zručnosti pomocí stopek a síly stisku pomocí dynamometru). Určitě by bylo vhodné, aby byl výběr probandů pro toto měření větší. Dalším možným důvodem těchto výsledků může být to, že mladší a starší skupina byla měřena různými vyšetřujícími.

Rozdíly ROM mezi mladší a starší skupinou a jejich statistická významnost je v Tabulce 8-5. Největší pokles rozsahu pohybu byl zjištěn při flexi krční páteře (na hladině významnosti $\alpha = 0,001$), při flexi zápěstí (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$) a při zevní rotaci v ramenním kloubu (na hladině významnosti $\alpha = 0,05$). ROM při flexi krční páteře byl u starší skupiny žen v průměru o 17° menší, což je asi 28% rozdíl. Při flexi zápěstí byl u starší skupiny menší rozsah pohybu v průměru o 8° (11% rozdíl) a při zevní rotaci v rameni o přibližně 11° (11% rozdíl).

Pro naměřená data se největší pokles ROM u starší skupiny žen vyskytuje při většině pohybů v krční páteři (až 28% pokles), bederní páteři (až 23% pokles) a zápěstí (až 13% pokles), avšak Welchovým t-testem nebyla u všech prokázána statistická významnost. I přes zjevné nepřesnosti odpovídají výsledky předchozím studiím, které udávaly největší pokles ROM v důsledku věku v krční a bederní páteři [11] a v krční páteři a zápěstí [24].

Tabulka 8-5: Porovnání výsledků ROM mladší a starší skupiny žen

Oblast měření	Pohyb	Strana	Věková skupina				Rozdíl [°]	Rozdíl [%]
			25 - 29 let		60 - 74 let			
			Průměr	Směr. odchylka	Průměr	Směr. odchylka		
Ramenní kloub	Flexe	P	168,50	9,45	169,25	9,77	-0,75	-0,45
		L	165,00	10,46	171,65	8,24	-6,65	-4,03
	Extenze	P	54,13	6,10	59,55	13,34	-5,42	-10,01
		L	51,47	9,43	63,80	7,70	-12,33	-23,96**
	Abdukce	P	167,93	8,26	170,55	8,29	-2,62	-1,56
		L	171,46	7,28	171,75	9,80	-0,29	-0,17
	Zevní rotace	P	97,67	8,89	86,80	10,25	10,87	11,13*
		L	95,33	8,96	90,55	11,49	4,78	5,02
Vnitřní rotace	P	52,60	14,90	54,20	11,85	-1,60	-3,04	
	L	48,47	13,18	58,75	10,28	-10,28	-21,22*	
Loketní kloub	Flexe	P	146,03	4,97	160,15	7,87	-14,12	-9,67***
		L	146,63	3,55	161,45	7,45	-14,82	-10,10***
	Pronace	P	87,87	7,69	95,25	11,07	-7,38	-8,40
		L	84,43	7,59	95,40	12,23	-10,97	-12,99*
	Supinace	P	96,17	6,43	96,70	7,90	-0,53	-0,55
		L	101,53	9,36	100,70	9,32	0,83	0,82
Zápěstí	Flexe	P	74,50	3,18	66,28	10,43	8,22	11,04*
		L	78,87	6,63	68,60	14,55	10,27	13,02
	Extenze	P	69,27	5,64	73,33	8,54	-4,07	-5,87
		L	74,10	5,73	73,40	10,79	0,70	0,94
	Ulnární dukce	P	46,03	5,93	46,56	5,13	-0,52	-1,13
		L	48,23	8,45	47,65	8,11	0,58	1,21
	Radiální dukce	P	22,53	3,60	26,22	7,28	-3,69	-16,37
		L	22,60	2,39	28,55	5,81	-5,95	-26,33*
Krční páteř	Flexe		61,77	8,96	44,60	8,14	17,17	27,79***
			57,60	10,56	60,50	12,48	-2,90	-5,03
	Úklon	P	29,40	6,39	25,65	5,07	3,75	12,76
		L	28,60	6,60	26,45	6,76	2,15	7,52
	Rotace	P	76,80	5,65	70,85	8,54	5,95	7,75
		L	68,57	7,54	61,65	11,11	6,92	10,09
Bederní páteř	Flexe		116,83	13,18	105,25	18,32	11,58	9,91
			33,03	8,49	25,40	13,50	7,63	23,11
	Úklon	P	39,57	5,52	31,10	11,60	8,47	21,40
		L	32,77	6,10	31,10	12,37	1,67	5,09
	Rotace	P	44,40	7,51	52,45	17,66	-8,05	-18,13
		L	46,30	8,40	56,05	20,35	-9,75	-21,06

*statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,05$

**statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,01$

***statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0,001$

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo zpracovat metodiku měření vybraných fyziologických změn provázejících stárnutí, ověřit její správnost provedením praktického měření a porovnat výsledky mezi mladší a starší skupinou žen za účelem zjištění vlivu věku na měřené veličiny. Dalším předmětem zkoumání byl vliv dalších faktorů na měřené fyziologické změny.

Jako první byla prozkoumána daná problematika, zejména současná situace starší populace v České republice i ve světě a její celkový podíl v obyvatelstvu. To bylo provedeno zvláště za pomoci statistických výsledků z minulých let a projekcí do budoucna. Dále byly zjištěny fyziologické změny provázející stárnutí a různá přizpůsobení pracovních podmínek pro starší osoby, která již byla zavedena v zahraničí. Další tři kapitoly teoretické části práce představují podrobné zpracování metodiky měření vybraných fyziologických změn, jmenovitě manuální zručnosti, síly stisku ruky a rozsahu pohybu v kloubech. Důraz byl kladen na uvedení nástrojů měření, vymezení standardních postupů a pravidel měření, vyhodnocení a zápisu naměřených dat. Dále byla ve všech případech uvedena normativní data nebo data získaná z odborných článků.

Na základě teoretické části byl sestaven osobní dotazník k zaznamenání informací o daném probandovi včetně výsledků všech měření. Poté bylo provedeno samotné měření na mladší a starší skupině žen a statistické zpracování naměřených dat.

Výsledky byly uvedeny nejdříve v rámci jednotlivých skupin. Průměrné hodnoty naměřených dat přibližně odpovídaly normativním hodnotám, respektive pokud nebyly normativní hodnoty rozděleny podle věkových skupin, byly výsledky mladší skupiny lepší než normativní a naopak u starší skupiny horší než normativní. Největší odchylky byly patrné při porovnání výsledků ROM s výsledky z různých článků, což bylo zřejmě způsobeno větší nepřesností měření při použití goniometrů. Při porovnání pravé a levé ruky byla u testů zručnosti (PPT a GPT) zjištěna velmi vysoká statistická významnost rozdílu středních hodnot jak u mladší, tak u starší skupiny. Podobně tomu bylo u výsledků MVGF, kde byl rozdíl mezi pravou a levou rukou statisticky významný v rámci mladší i starší skupiny. Dále byl zkoumán vliv kuřáctví na výsledky testů zručnosti. Kuřačky se vyskytovaly jen v mladší skupině žen a nebyl mezi nimi a nekuřačkami zjištěn významný statistický rozdíl. Poté byl vyšetřen vztah síly stisku při různých úchopech a váhy, výšky a BMI pomocí korelace. U obou skupin byla zjištěna silná korelace mezi MVGF pravé a levé ruky u všech třech druhů úchopů. Navíc byla u mladší skupiny středně silná korelace mezi MVGF pravé ruky při dlaňovém úchopu a váhou. Korelace mezi MVGF při dlaňovém úchopu a výškou (ani BMI) nebyla prokázána. Jako poslední byly zkoumány rozdíly ROM pravé a levé paže, respektive úklonu a rotace v krční a bederní páteři na pravou a levou stranu. Největší rozdíl byl zaznamenán při rotaci krční páteře u mladší i starší skupiny, přičemž byl v obou případech ROM větší na pravou stranu a jeho statistická významnost byla prokázána na hladině významnosti $\alpha = 0,001$. U mladší skupiny byl navíc vysoce statisticky významný rozdíl mezi pravou a levou paží u supinace předloktí a flexe zápěstí, kde byl ROM naopak větší u levé končetiny.

Nakonec byly výsledky dvou věkových skupin navzájem porovnány. Byly stanoveny rozdíly mezi mladší a starší skupinou a určena jejich statistická významnost pomocí Welchova t-testu. Největší vliv věku byl zjištěn u testů zručnosti, kde byly rozdíly každé varianty všech testů statisticky významné. U PPT byl největší pokles v průměrné zručnosti starší skupiny u sestavy a činil přibližně 30 %, u ostatních variant byl pokles přibližně 20 %. GPT ukázal pokles zručnosti dominantní ruky o 18 % a submisivní ruky o 22 %. Podle CMDT byl největší pokles ve zručnosti při two-hand turning and placing testu (o 24 %). U ostatních variant se pohyboval opět kolem 20 % kromě one-hand turning and placing testu, kde došlo ke zhoršení u starší skupiny pouze o 10 %. Vliv věku byl prokázán i na maximální sílu stisku ruky. Statistická

významnost byla prokázána u MVGF obou rukou a všech druhů stisků, kromě jednoho (MVGF pravé ruky při pinzetovém úchopu). V průměru došlo u starších žen k největšímu poklesu síly stisku levé ruky při pinzetovém úchopu (o 20 %) a dále při dlaňovém úchopu pravé i levé ruky (o 16 % a o 17 %). MVGF při ostatních úchopech se zhoršila přibližně o 15 %. Nakonec byly stanoveny rozdíly rozsahu pohybu v kloubech mladší a starší skupiny. Tyto rozdíly poukazovaly u některých pohybů na nárůst ROM u starší skupiny žen oproti mladší. Navíc byla jen u několika pohybů prokázána statistická významnost rozdílu. S přihlédnutím na výsledky předchozích studií a na statistickou významnost je nejvíce pravděpodobné, že byl nárůst ROM u starší skupiny způsoben nepřesností měření. Tomu by se dalo v budoucnu vyhnout, pokud by měření prováděl pouze jeden vyšetřující. Přesto byl u některých pohybů zjištěn statisticky významný pokles ROM u starší skupiny žen. K největšímu snížení rozsahu pohybu došlo při flexi krční páteře, při flexi zápěstí a při zevní rotaci v ramenním kloubu. U krční páteře došlo k 28% poklesu, zatímco průměrný ROM při flexi zápěstí a zevní rotaci v ramenním kloubu klesl v obou případech o 11 %.

Přínosy této práce jsou jednak teoretické a jednak praktické. Mezi teoretický přínos práce můžeme zařadit zpracování metodiky a samotné měření tří různých degenerativních tělesných změn a porovnání výsledků s dalšími daty z odborných článků. V praxi mohou být získané hodnoty použity jako východisko při návrhu nebo úpravě pracovního prostředí ve výrobě pro starší pracovnice (například na základě procentuálního poklesu síly stisku je možno upravit hmotnostní limity pro manipulaci s břemeny apod.). Je ale nutné brát v úvahu, že měřený vzorek probandů tvořilo pouze dvacet pět žen určitého věku. Z toho důvodu by bylo vhodné navázat na tuto práci rozšířením vzorku probandů z hlediska množství, věku, pohlaví i laterality a zvětšit tak nejen možnost uplatnění pro různé pracovníky, ale i zpřesnit získané výsledky.

Literatura

- [1] AAOS Normative ROM Values. *Quizlet* [online]. San Francisco, 2015 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <https://quizlet.com/86622949/aaos-normative-rom-values-flash-cards/>
- [2] BENEŠ, J., JIRÁK, D., VÍTEK, F. *Základy lékařské fyziky*. 4. vydání. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum, 2015, 325 s. ISBN 978-80-246-2645-1.
- [3] BLACKWELL, J. R., KORNATZ, K. W., HEATH, E. M. Effect of grip span on maximal grip force and fatigue of flexor digitorum superficialis. *Applied Ergonomics* [online]. 1999, 30(5): 401-405 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870\(98\)00055-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0003-6870(98)00055-6)
- [4] BOHANNON, R. W. Dynamometer measurements of hand-grip strength predict multiple outcomes. *Perceptual and Motor Skills* [online]. 2001, 93(2), 323-328 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.amsciepub.com/doi/abs/10.2466/pms.2001.93.2.323>
- [5] BOHANNON, R. W. Hand-grip dynamometry provides a valid indication of upper extremity strength impairment in home care patients. *Journal of Hand Therapy* [online]. 1998, 11(4), 258-260 [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0894113098800215>
- [6] BOHANNON, R. W., PEOLSSON, A., MASSY-WESTROPP, N., DESROSIERS, J., BEAR-LEHMAN, J. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy* [online]. 2006, 92(1), 11-15 [cit. 2016-04-07]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0031940605000878>
- [7] CROSBY, C. A., WEHBÉ, M. A. Hand strength: Normative values. *The Journal of Hand Surgery* [online]. 1994, 19(4): 665-670 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/0363-5023\(94\)90280-1](http://dx.doi.org/10.1016/0363-5023(94)90280-1)
- [8] CZSO.CZ: *Čechů ubyde a zestárnou* [online]. 2013, poslední aktualizace 23. 7. 2013 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/cechu_ubyde_a_zestarnou_20130723
- [9] CZSO.CZ: *Stárnutí se nevyhneme* [online]. 2014, poslední aktualizace 20. 12. 2014 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/ea002b5947>
- [10] CZSO.CZ: *Vybrané demografické údaje v České republice (1989-2014)* [online]. 2015, poslední aktualizace 28. 8. 2015 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: https://www.czso.cz/documents/10180/33786359/32018115_0101.pdf/22674bba-d272-43c3-b228-6f6af29550cb?version=1.1
- [11] DORIOT, N., WANG, X. Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics* [online]. 2006, 49(3), 269-281 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140130500489873>
- [12] DYLEVSKÝ, I. *Funkční anatomie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-3240-4.
- [13] DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-1648-0.
- [14] EUROPEAN COMMISSION. The 2015 Ageing report: *Economic and budgetary projections for the 28 EU Member States (2013-2060)*. Luxembourg: Publications Office of the European Union [online]. 2015 [cit. 2015-11-14]. ISBN 978-92-79-44746-4. Dostupné z: <http://www.aal-europe.eu/wp-content/uploads/2015/08/Ageing-Report-2015.pdf>
- [15] FIRRELL, J. C., CRAIN, G. M. Which setting of the dynamometer provides maximal grip strength? *The Journal of Hand Surgery* [online]. 1996, 21(3): 397-401 [cit. 2015-11-14]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023\(96\)80351-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0363-5023(96)80351-0)

- [16] GALLUS, J., MATHIOWETZ, V., Test-Retest Reliability of the Purdue Pegboard for Persons With Multiple Sclerosis. *American Journal of Occupational Therapy* [online]. 2003, 57(1): 108-111 [cit. 2015-11-04]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.5014/ajot.57.1.108>
- [17] GORDON D., GORDON, S. L. *Human physiology with Vernier*. Beaverton, OR: Vernier Software & Technology, 2000. ISBN 9781929075393.
- [18] HALADOVÁ, E., NECHVÁTALOVÁ, L. *Vyšetřovací metody hybného systému*. Vyd. 2. nezm. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2005. ISBN 80-7013-393-7.
- [19] HANTEN, V. P., CHEN, W.-Y., AUSTIN, A. A. et al. Maximum grip strength in normal subjects from 20 to 64 years of age. *Journal of Hand Therapy* [online]. 1999, 12(3), 193-200 [cit. 2015-11-03]. Dostupné z: [http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130\(99\)80046-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0894-1130(99)80046-5)
- [20] HAVEL, Z., HNÍZDIL, J. *Cvičení z Antropomotoriky* [elektronická skripta]. 2015 [cit. 2015-11-27]. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Fakulta pedagogická. Dostupné z: http://pf.ujep.cz/~hnizdil/Antropo/Antropomotorika_skripta_opravy2015.pdf
- [21] HLÁVKOVÁ, J. *Fyziologie stárnutí* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav, 2014 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci_akce/CHPPL/Workshop_100914/3_fyziologie_s_tarnuti.pdf
- [22] HU, H., LI, Z., YAN, J., WANG, X., XIAO, H., DUAN, J., ZHENG, L. Measurements of voluntary joint range of motion of the Chinese elderly living in Beijing area by a photographic method. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2006, 36(10), 861-867 [cit. 2016-02-19]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814106001284>
- [23] Humac Norm: Patterns Gallery. *CSMi* [online]. Stoughton [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://www.csmisolutions.com/products/isokinetic-extremity-systems/humac-norm/patterns-gallery>
- [24] CHUNG, M., WANG, J. M. The effect of age and gender on joint range of motion of worker population in Taiwan. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 2009, 39(4), 596-600 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016981410700220X>
- [25] INNES, E. Handgrip strength testing: A review of the literature. *Australian Occupational Therapy Journal* [online]. 1999, 46(3): 120-140 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1440-1630.1999.00182.x>
- [26] KRHUTOVÁ, Z., KRISTINÍKOVÁ, J. *Rehabilitační propedeutika 1*. Ostrava, 2013. Ostravská univerzita v Ostravě. ISBN 978-80-7464-439-9.
- [27] KRIVOŠÍKOVÁ, M. *Úvod do ergoterapie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 364 s. ISBN 978-80-247-2699-1.
- [28] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *Complete Minnesota Dexterity Test: Examiner's Manual*. 2012.
- [29] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *Grooved Pegboard: User's Manual*. 2007.
- [30] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *Jamar Hydrolic Hand Dynamometer User Instructions* [online]. 2004, [cit. 2015-11-04]. Dostupné z: <https://www.chponline.com/store/pdfs/j-20.pdf>
- [31] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *Manual Dexterity* [online]. 2012, [cit. 2015-10-30]. Dostupné z: <http://www.limef.com/downloads/dexterity.pdf>
- [32] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *Purdue Pegboard Test: User Instructions*. 2012.

- [33] LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY. *The Minnesota Dexterity Test: Examiner's Manual* [online]. 1998, [cit. 2015-11-04]. Dostupné z: http://www.meetinstrumentenzorg.nl/Portals/0/bestanden/141_2_N.pdf
- [34] LINDSTROM-HAZEL, D. K., VANDERVLIES VEENSTRA, N., Examining the Purdue Pegboard Test for Occupational Therapy Practice. *The Open Journal of Occupational Therapy* [online]. 2015, 3(3) [cit. 2015-10-27]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.15453/2168-6408.1178>
- [35] LONE STAR COLLEGE-KINGWOOD MEDIA SERVICES. Goniometry for the Upper Extremity, Part 1. *Youtube* [online]. Zveřejněno 30. 4. 2009 [vid. 2016-03-03]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=D5uywZB79HY>
- [36] MATHIOWETZ, V., KASHMAN, N. et al. Grip and Pinch Strength: Normative Data for Adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1985, 66(2): 69-74 [cit. 2015-11-11]. Dostupné z: http://www.researchgate.net/publication/19190602_Grip_and_Pinch_Strength_Normative_data_for_adults
- [37] MCCCPTAP. Trunk sidebending and rotation ROM using a goniometer and tape measure. *Youtube* [online]. Zveřejněno 15. 7. 2014 [vid. 2016-03-03]. Dostupné z: https://www.youtube.com/watch?v=P4xeyw_6P1c
- [38] MEDLEJ, Joumana. Human Anatomy Fundamentals: Flexibility nad Joint Limitations. In: *EnvatoTuts+* [online]. London, 2014 [cit. 2016-03-06]. Dostupné z: <http://design.tutsplus.com/articles/human-anatomy-fundamentals-flexibility-and-joint-limitations--vector-25401>
- [39] NORRIN, C. C., WHITE, D. J. *Measurement of joint motion: a guide to goniometry*. 4th ed. Philadelphia: F.A. Davis, 2009. ISBN 978-0-8036-2066-7.
- [40] OECD.ORG: *Ageing Populations: High Time for Action* [online]. 2005 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/els/emp/34600619.pdf>
- [41] OECD.ORG: *Anticipating population ageing – challenges and responses* [online]. [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <http://www.oecd.org/social/soc/31639461.pdf>
- [42] OSHA.EUROPA.EU: *Podpora aktivního stárnutí na pracovišti* [online]. 2012 [cit. 2015-11-27]. Dostupné z: <https://osha.europa.eu/cs/tools-and-publications/publications/articles/promoting-active-ageing-in-the-workplace/view>
- [43] PATTERSON MEDICAL. *Jamar plus + hand dynamometer: user's guide* [online]. [cit. 2015-11-21]. Dostupné z: <https://content.pattersonmedical.com/PDF/spr/Product/286252.pdf>
- [44] PTÁČKOVÁ, V. *Síla stisku ruky – vztah mezi antropometrickými rozměry horních končetin a vzdáleností stiskávaných ploch*. Olomouc, 2011. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury, Katedra biomechaniky.
- [45] RADOMSKI, M. V., LATHAM, C. A. *Occupational therapy for physical dysfunction*. 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, c2008. ISBN 0781763126.
- [46] REESE, N. B., BANDY, W. D., YATES, Ch. *Joint range of motion and muscle length testing*. 2nd ed. St. Louis, Mo.: Saunders/Elsevier, 2010. ISBN 1416058842.
- [47] SCHOENMARKLIN, R. W., MARRAS, W. S. Dynamic capabilities of the wrist joint in industrial workers. *International Journal of Industrial Ergonomics* [online]. 1993, 11(3), 207-224 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/016981419390109Q>
- [48] SOKAČOVÁ, L. *Stárnutí populace jako výzva: age management a postavení lidí 50+ ve společnosti a na trhu práce*. 1. vyd. Praha: Alternativa 50+, 2014, 109 s. ISBN 978-80-905711-0-5.
- [49] STUBBS, N. B., FERNANDEZ, J. E., GLENN, W. M. Normative data on joint ranges of motion of 25- to 54-year-old males. *International Journal of Industrial*

- Ergonomics* [online]. 1993, 12(4), 265-272 [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/016981419390096V>
- [50] SURREY, L. R., NELSON, K. et al. A comparison of performance outcomes between the Minnesota Rate of Manipulation Test and the Minnesota Manual Dexterity Test. *Work* [online]. 2003, 20(2), 97-102 [CIT. 2015-11-04]. Dostupné z: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12671203>
- [51] TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. Vyd. 4., přeprac. a dopl. Praha: Grada, 2003, 771 s. ISBN 80-247-0512-5.
- [52] UWA.EDU. Goniometry of the Cervical Spine. *The University of West Alabama: Athletic Training & Sports Medicine Center* [online]. Livingston (Alabama), 2015 [cit. 2016-03-03]. Dostupné z: <http://at.uwa.edu/gon/cspine.htm>
- [53] VYSKOTOVÁ J., MACHÁČKOVÁ K. *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 176 s. ISBN 978-80-247-4698-2.
- [54] YANCOSEK, K. E., HOWELL, D. A Narrative Review of Dexterity Assessments. *Journal of Hand Therapy* [online]. 2009, 22(3): 258-270 [cit. 2015-10-27]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2008.11.004>

Seznam příloh

- Příloha č. 1:** Záznamový list pro Purdue pegboard test
- Příloha č. 2:** Záznamový list pro Grooved pegboard test
- Příloha č. 3:** Záznamový list pro vyhodnocení CMDT
- Příloha č. 4:** CMDT - normativní tabulky pro určení bodů A

Přílohy

Příloha č. 1: Záznamový list pro Purdue pegboard test [32] (pozn.: upraveno)

Vyhodnocení Purdue Pegboard Testu

MODEL 32107

Průměrné hodnoty pro rychlé porovnání (normativ průměrné populace)

Zvolená kategorie	Pravá ruka	Levá ruka	Obě ruce	Pravá + levá + obě ruce	Sestava
Uchazeči o práci montážního pracovníka - muži i ženy	17,86	16,60	14,38	48,81	43,58
Uchazeči o běžnou práci ve fabrice - muži i ženy	17,15	16,01	13,79	46,76	39,30
Uchazeči o práci pracovníka u stroje - muži i ženy	17,94	16,81	14,10	48,85	40,67
Uchazečky o práci v elektro průmyslu - ženy	18,47	16,77	14,53	49,84	43,76
Uchazečky jako hodinové pracovnice - ženy	18,02	16,81	14,34	49,14	38,08
Uchazeči jako hodinoví pracovníci - muži	16,45	16,31	13,37	46,11	36,89
Uchazeči o práci údržbářů a servisních techniků - muži	15,49	15,25	12,31	43,04	38,71
Uchazečky o práci švadleny - ženy (součet tří měření)	55,20	51,78	44,03	151,09	133,41

Záznam o měření

Jméno a příjmení: _____ Pravák/Levák

Důvod měření: _____

Test provedl: _____ Datum testu: _____

Tabulka výsledků

	První pokus	Druhý pokus	Třetí pokus	Průměr
Pravá ruka				
Levá ruka				
Obě ruce				
Pravá + levá + obě				
Sestava				

Příloha č. 2: Záznamový list pro Grooved pegboard test

Vyhodnocení Grooved Pegboard Testu

MODEL 32025

Záznam o měření

Jméno a příjmení: _____ Pravák/Levák

Důvod měření: _____

Test provedl: _____ Datum testu: _____

Tabulka výsledků

Ruka	Pokus	Celkový čas [s]*	Počet upuštěných kolíků [ks]	Počet umístěných kolíků [ks]	Součet**	Průměr
Dominantní	1.					
	2.					
	3.					
Submisivní	1.					
	2.					
	3.					

* pokud nebude test dokončen do 5 minut, je ukončen organizátorem testu a do kolonky pro skóre se zaznamená písmeno „A“

** pokud si proband pomůže při manipulaci s kolíkem druhou rukou více než jednou, zapíše se do kolonky pro skóre písmeno „D“

Doplňující informace o průběhu testu (zakroužkujte jednu možnost, případně popište daný problém):

1. Test byl dokončen do 5 minut: **ANO** **NE**

Pokud ne, uveďte obtíže, se kterými se proband potýkal:

2. Proband si jednou pomohl při manipulaci s kolíkem druhou rukou: **ANO** **NE**

3. Uveďte faktory, které mohly ovlivnit výkon probanda (např. bolavý prst, obvaz, ...):

Příloha č. 3: Záznamový list pro vyhodnocení CMDT [28] (pozn.: upraveno)

Vyhodnocení Minnesota Dexterity Testu

MODEL #32023A

Průměrné hodnoty v sekundách pro rychlé porovnání založené na počtu opakování jednotlivých testů

	Placing test	Turning test	Displacing test	Turning a Placing test jednou rukou	Turning a Placing test oběma rukama
Dvě opakování	123	99	95	153	87
Tři opakování	183	146	142	227	129
Čtyři opakování	242	192	189	301	171

Záznam o měření

Jméno a příjmení: _____ Pravák/Levák

Důvod měření: _____

Test provedl: _____ Datum testu: _____

Tabulka výsledků na základě počtu sekund trvání testu

	Zkouška	1. Pokus	2. Pokus	3. Pokus	4. Pokus	Sekund celkem	Body A	Body B
Placing test								
Turning test								
Displacing test								
Turning a Placing test jednou rukou								
Turning a Placing test oběma rukama								

Příloha č. 4: CMDT - normativní tabulky pro určení bodů A [28]

COMPLETE MINNESOTA DEXTERITY TEST - INTERPRETATION CHART

SCALES				GROUP TESTING 4 trials (seconds)		INDIVIDUAL TESTING (Total seconds by test)														AVERAGE (Percentile)		
VERBAL	STANINE	STANDARD	PERCENTILE	Four trials				Three trials				Two trials										
				Placing	Turning	Placing	Turning	Displacing	1-Hand Turning and Placing	2-Hand Turning and Placing	Placing	Turning	Displacing	1-Hand Turning and Placing	2-Hand Turning and Placing	Placing	Turning	Displacing	1-Hand Turning and Placing		2-Hand Turning and Placing	
Very high	9	70	99 -	193	150	199	154	153	230	126	149	116	115	173	96	100	77	79	116	65	99	
			98 -	197	156	204	158	157	239	132	153	119	118	189	100	102	80	81	120	68	98	
			97 -	201	158	207	161	160	244	135	156	121	120	184	102	104	81	82	123	69	97	
	8	65	95 -	205	164	212	165	164	251	140	169	125	123	189	106	107	84	84	127	71	95	
			90 -	211	170	218	171	168	262	146	164	129	126	197	111	110	87	86	133	75	90	
			85 -	215	175	223	175	172	269	151	168	132	129	203	114	113	89	88	136	77	85	
	High	7	60	80 -	219	178	227	178	175	276	155	171	135	131	208	117	115	91	89	139	79	80
				75 -	222	181	230	181	178	281	158	173	137	133	212	119	116	93	90	142	81	75
				69 -	225	184	233	184	180	286	161	176	139	135	216	122	117	94	90	145	82	69
Average	6	55	60 -	230	189	238	188	184	293	166	179	143	138	221	125	121	97	93	149	85	60	
			50 -	236	195	242	192	189	301	171	183	146	142	227	129	123	99	95	153	87	50	
			40 -	241	201	246	197	195	309	175	187	149	146	233	132	126	101	96	157	89	40	
Low	4	45	31 -	246	207	252	201	199	316	180	190	152	149	239	136	128	104	98	160	92	31	
			25 -	251	212	255	203	203	321	183	193	155	152	243	138	130	105	99	163	93	25	
			20 -	256	217	258	206	207	327	187	195	157	155	246	141	132	107	100	166	95	20	
Very low	3	40	15 -	261	223	262	210	211	333	190	198	160	158	251	144	134	109	101	169	97	15	
			10 -	267	230	266	214	216	340	195	202	163	162	257	147	136	111	103	173	99	10	
			5 -	279	243	273	220	229	351	202	207	167	172	265	152	140	114	106	179	102	5	
1	30	3 -	286	253	276	224	239	358	206	210	170	179	270	156	142	116	107	182	105	3		
		2 -	293	260	281	226	244	364	210	213	173	183	274	158	144	118	108	185	106	2		
		1 -	302	265	286	231	260	372	215	217	176	195	281	162	147	121	110	189	109	1		

