

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury

**HODNOCENÍ VIZUOMOTORICKÉ KOORDINACE A JEMNÉ MOTORIKY  
U STUDENTŮ A STUDENTEK UNIVERZITY PALACKÉHO V OLOMOUCI  
PROSTŘEDNICTVÍM VIENNA TEST SYSTEM**

Diplomová práce  
(magisterská)

Autor: Bc. Lucie Veselá  
Fyzioterapie  
Vedoucí práce: doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.  
Olomouc 2017

**Jméno a příjmení autora:** Bc. Lucie Veselá

**Název magisterské práce:** Hodnocení vizuomotorické koordinace a jemné motoriky u studentů a studentek Univerzity Palackého v Olomouci prostřednictvím Vienna test system

**Pracoviště:** Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

**Vedoucí magisterské práce:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

**Rok obhajoby magisterské práce:** 2017

**Abstrakt:** Tato diplomová práce se zaměřila na testování vizuomotorické koordinace a jemné motoriky u studentů a studentek, kteří studují obor fyzioterapie, zubního lékařství a tělovýchovné obory. Měření těchto schopností bylo provedeno pomocí Vienna test system, v případě vizuomotorické koordinace byl aplikován 2HAND test a pro zhodnocení jemné motoriky byl vybrán Motor Performance Series, který obsahuje čtyři subtesty (třes rukou, sledování dráhy, aiming a tapping). Byl zkoumán vliv studovaného oboru a vliv exogenních faktorů na výsledky provedených testů. Signifikantní závislost studovaného oboru byla potvrzena pro schopnost koordinace u 2HAND testu. Pozitivní vliv oboru byl u subtestu MLS tapping pro levou ruku. Pozitivní závislost u 2HAND testu se ukázala u jedinců provozující manuální práci, u MLS testu byl u úkolů sledování dráhy a aiming prokázán vliv ruční práce a pohybové aktivity.

**Klíčová slova:** funkce ruky, jemná motorika, úchop, vizuomotorická koordinace, Vienna Test system, 2HAND test, MLS test, rehabilitace ruky

Souhlasím s půjčováním své diplomové práce v rámci knihovních služeb.

**Autor's first name and surname:** Bc. Lucie Veselá

**Title of the master thesis:** An evaluation of visuomotor coordination and fine motor skills in male and female students of Palacký University Olomouc using Vienna Test System

**Department:** Department of Natural Sciences in Kinanthropology Faculty of Physical Culture, Palacký University, Olomouc

**Supervisor:** doc. RNDr. Miroslava Přidalová, Ph.D.

**The year of presentation:** 2017

**Abstract:** The master's thesis is focused on the testing of visuomotor coordination and fine motor skills in students who study physiotherapy, dentistry and physical education. The measurement of these abilities was done using the Vienna test system, the 2HAND test was used for visuomotor coordination and the Motor Performance Series was used for evaluation of fine motor skills. The test consists of four subtests (steadiness, line tracking, aiming and tapping). The influence of studied specialisation and the influence of exogenous factors on tests results were examined. Significant dependence of specialisation was confirmed for coordination ability in the 2HAND test. Positive influence of specialisation was recorded in subtest tapping (MLS) for the left hand. Positive effect in individuals with manual work was shown in the 2HAND test and in the MLS test the influence of handicraft and exercise was proved in line tracking and aiming.

**Keywords:** hand function, fine motor skills, grasp, visuomotor coordination, Vienna Test system, 2HAND test, MLS test, hand rehabilitation

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením doc. RNDr. Miroslavy Přidalové, Ph.D., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a řídila se zásadami vědecké etiky.

V Olomouci dne 20. června 2017

.....

Děkuji doc. RNDr. Miroslavě Přidalové, Ph.D. za pomoc a cenné rady, které mi poskytla při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Milanu Elfmarkovi za zpracování statistiky. Poděkování patří i všem zúčastněným studentům – probandům, kteří se podíleli na výzkumu. Dále bych chtěla poděkovat svým nejbližším za trpělivost a podporu při psaní mé diplomové práce.

# OBSAH

1	ÚVOD .....	9
2	SYNTÉZA POZNATKŮ .....	10
2.1	Kineziologické a biomechanické souvislosti .....	10
2.1.1	Funkce ruky .....	10
2.1.2	Klouby zápěstí a ruky .....	10
2.1.3	Klenby ruky .....	11
2.1.4	Kinetika a kinematika ruky .....	11
2.1.5	Svalové synergie zápěstí a ruky .....	13
2.1.6	Koordinační systém prstů .....	13
2.2	Motorika člověka .....	14
2.2.1	Hrubá motorika .....	14
2.2.2	Jemná motorika .....	15
2.2.3	Úchop .....	18
2.2.4	Vizuomotorická koordinace .....	21
2.2.5	Lateralita .....	21
2.2.6	Poruchy jemné motoriky .....	22
2.3	Rehabilitace ruky .....	23
2.4	Testování jemné motoriky a vizuomotorické koordinace .....	24
2.4.1	Kolíčkové testy .....	24
2.4.2	Úkolové testy .....	26
2.4.3	Další typy testů .....	27
2.4.4	Testy hodnotící vizuomotoriku .....	28
2.4.5	Vienna Test System .....	29
3	CÍLE .....	34
4	METODIKA .....	35
4.1	Charakteristika výzkumného souboru .....	35
4.2	Průběh testování .....	35
4.2.1	Anamnéza .....	36
4.2.2	Orientační vyšetření .....	36
4.2.3	Síla stisku .....	36
4.2.4	Vienna test system .....	37
4.3	Statistické zpracování dat .....	37
4.4	Limity studie .....	38
5	VÝSLEDKY .....	39
5.1	Anamnestická data .....	39
5.2	2HAND test .....	40

5.2.1	Popisné charakteristiky 2HAND test.....	40
5.2.2	Porovnání s normativními daty.....	45
5.2.3	Vliv exogenních faktorů na výsledky 2HAND testu .....	46
5.3	Motor Performance Series.....	48
5.3.1	Popisné charakteristiky Motor Performance Series.....	49
5.3.2	Porovnání s normativními daty.....	59
5.3.3	Vliv exogenních faktorů .....	62
5.4	Síla stisku .....	67
6	DISKUZE .....	69
6.1	Diskuze k výsledkům 2HAND test.....	69
6.2	Diskuze k výsledkům MLS.....	71
6.3	Diskuze k síle stisku.....	74
6.4	Diskuze k limitům studie .....	75
7	ZÁVĚRY .....	77
8	SOUHRN.....	78
9	SUMMARY.....	80
10	REFERENČNÍ SEZNAM .....	82
11	PŘÍLOHY .....	94
	Příloha 1 Anamnéza.....	94
	Příloha 2 Percentilové tabulky 2HAND testu.....	95
	Příloha 3 Percentilová tabulka MLS testu (pravá ruka).....	96
	Příloha 4 Percentilová tabulka MLS testu (levá ruka).....	97
	Příloha 4 Informovaný souhlas .....	98
	Příloha 5 Vyjádření Etické komise FTK UP .....	99
	Příloha 6 Potvrzení překladatele .....	100

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATD	Aiming (s) – pravá ruka
ATDU	Aiming (s) – levá ruka
LTE	Sledování dráhy (chyby) – pravá ruka
LTED	Sledování dráhy, trvání chyby (s) – pravá ruka
LTER	Sledování dráhy (chyby) – levá ruka
LTEU	Sledování dráhy, trvání chyby (s) – levá ruka
LTTD	Sledování dráhy (s) – pravá ruka
LTTU	Sledování dráhy (s) – levá ruka
m.	musculus
M	průměr
Max.	maximum
Med.	medián
Min.	minimum
mm.	musculi
MLS	(=Motorische Leistungsserie) Motor Performance Series
MS Excel	Microsoft Excel
n.	nervus
N	počet
OMD	celková doba trvání
OMED	celková doba trvání chyby
OPED	celkové procento trvání chyby
PA	pohybová aktivita
PR	percentilové pořadí
SD	směrodatná odchylka
SE	třes rukou (chyby) - pravá ruka
SED	třes rukou, trvání chyby (s) – pravá ruka
SEDU	Třes rukou, trvání chyby (s) – levá ruka
STE	Třes rukou (chyby) – levá ruka
skupina F	obor fyzioterapie
skupina T	tělovýchovné obory
skupina Z	obor zubního lékařství
TAH	Tapping (zásahy) – levá ruka



TH	Tapping (zásahy) – pravá ruka
tr.	tractus
VTS	Vienna test system

# 1 ÚVOD

„Člověk je ze všech živočichů nejrozumnější, ježto má ruce“. Tento citát pronesený řeckým předsokratovským filozofem Anaxogorásem vystihuje výjimečnost lidské ruky jako takové, pomocí které lidstvo už od pradávna komunikuje a díky opozici palce se odlišuje od ostatních živočichů.

Funkce ruky člověka odráží úroveň jemné motoriky, pro kvalitní funkci je nutný neporušený kostně-klobovní a nervosvalový aparát. Důležité je připomenout i psychický stav jedince.

Cílem této diplomové práce bylo zhodnocení jemné motoriky a vizuomotorické koordinace u studentů různých oborů vysoké školy za použití ve fyzioterapii méně známého Vienna test system, konkrétně zhodnocení dvou výše zmíněných oblastí pomocí 2HAND testu a MLS testu. Pro testování byl vybrán obor fyzioterapie, obor zubního lékařství a tělovýchovné obory, testování byli v době výzkumu ve třetím, čtvrtém nebo pátém ročníku svého studia, aby byla zajištěna větší vyhraněnost v daném oboru.

Hodnocení jemné motoriky a vizuomotoriky je využíváno převážně pro seniorskou populaci, nebo u dětí. Dospělým ve věku 20 až 25 let se většinou nedostává takové pozornosti pro měření, proto má tato studie ukázat možnosti i pro testování zdravých mladých lidí.

Jedná se o studii, která by mohla vnést nejen do fyzioterapeutické praxe relativně nový druh testování jemné motoriky a vizuomotorické koordinace nejen u vysokoškolských studentů, ale i u celého spektra populace. Může se jednat o zhodnocení aktuálního stavu jemné motoriky a vizuomotoriky jedince, stanovení jeho terapeutického plánu a porovnání vývoje v rámci rehabilitace. Výhodou je i okamžitá zpětná vazba pro testovaného a dobře pochopitelné provádění jednotlivých úkolů.

## 2 SYNTÉZA POZNATKŮ

### 2.1 Kineziologické a biomechanické souvislosti

#### 2.1.1 Funkce ruky

Ruka člověka je komplex biomechanické a neurální architektury, spolu s předloktím a zápěstím tvoří neoddělitelný celek (Schieber & Santello, 2004). Akrum je využíváno nejen ke komunikaci, ale slouží současně i jako smyslový orgán, pomocí úchopu je ruka v interakci s vnějším prostředím (Hertling & Kessler, 2006; Věle, 2006). Proces uchopování lze popsat i u zvířat, ale pouze člověk dokáže mít palec v opozici a repozici. Ruka jakožto důležitý sensorický a senzitivní receptor mechanicky podporuje horní končetinu při výkonu. Poškození akra vede k porušení jemné motoriky i vizuomotorické koordinace (Kapandji, 1982; Singole & Levin, 2008).

#### 2.1.2 Klouby zápěstí a ruky

Zápěstí je spojovací článek mezi paží a rukou, jsou zde tři skloubení. Distální radioulnární skloubení mezi caput ulnae a incisura ulnaris na radiu je kolovým typem kloubu a umožňuje otočný pohyb radia okolo ulny (Bartoníček & Heřt, 2004). Radiokarpální kloub je tvořen radiem a proximálními karpálními kostmi – os triquetrum, os lunatum a os scaphoideum. Do skloubení je vložen discus, jenž odděluje ulnu (Dylevský, 2009). Kloub mediokarpální vzniká mezi proximální a distální řadou karpálních kostí. Laterální část je pak tvořena hlavicí os scaphoideum a jamkou z os trapezium a os trapezoideum. Mediální část kloubu představují os hamatum a os capitatum, které zapadají do jamky tvořené proximální řadou karpálních kostí vyjma os pisiforme (Mackin et al., 2002; Kolář, 2012).

Karpometakarpální skloubení je spojení mezi karpálními kostmi a metakarpy. Tyto klouby však nejsou natolik významné ani pohyblivé s výjimkou skloubení mezi os trapezium a prvním metakarpem (Kendall, 2005). Jedná se o sedlový kloub se silným, ale dostatečně volným kloubním pouzdem. Díky tomu se palec stává nejvíce mobilním prstem ruky (Dathe et al., 2016; Dylevský, 2009). Současně však bývá jedním z nejčastěji postižených kloubů artritidou, převážně u žen kolem 40 až 50 let (Pegoli, Prashanth, Calcagni, Pivato, & Pajardi, 2005).

Další skloubení ruky je metakarpofalangeální, které se nachází mezi hlavicí každého metakarpu a bází proximálního článku prstu. Interfalangeální klouby mezi

články prstů jsou kladkové, vzhledem k množství článků se na palci vyskytuje jen jedno takové skloubení, na ostatních prstech je proximální a distální (Freivalds, 2011; Mackin et al., 2002).

### 2.1.3 Klenby ruky

Při procesu uchopování je pro ruku typická změna jejího tvaru, což je umožněno pomocí kleneb ruky. V klidovém postavení je ruka téměř plochá, zatímco při akci se zvyšuje její zakřivení (Hertling & Kessler, 2006). Klenby ruky zabezpečují nejen mobilitu, ale i stabilitu, při procesu uchopování jsou zodpovědné za uvolnění dlaně při pouštění dané věci z ruky. Tyto oblouky lze zaznamenat již při narození, ovšem až u dvouletých dětí se stanou funkčními (Krivošíková, 2011).

Longitudinální klenba je tvořena paprsky, které probíhají od zápěstí po špičku každého prstu, přičemž paprsky zakončující se na druhém a třetím prstu se popisují jako nejdůležitější. Tato klenba se oplošťuje během extenze prstů a naopak při flexi dochází k jejímu prohloubení. Klenba transverzální koresponduje se zápěstní konkavitou a někteří autoři ji dělí na proximální a distální. Proximální část zajišťující převážně stabilitu má vrchol v os capitatum, naopak distální část se svým vrcholem v oblasti druhého a třetího metakarpu zajišťuje mobilitu. Šikmou klenbu tvoří čtyři paprsky mezi palcem a ostatními prsty během opozice. Jemné úchopy zprostředkovává paprsek mezi druhým prstem a palcem, naopak spojení mezi malíkem a palcem uzavírá ulnární část dlaně, a tím je dosaženo silového úchopu (Kapandji, 1982; Krivošíková, 2011).

### 2.1.4 Kinetika a kinematika ruky

Vzhledem k uspořádání kostí a kloubů je ruka velmi pohyblivá. Funkčně se dá ruka rozdělit na dva paprsky, které odpovídají zatížení ruky při pohybu. Laterální paprsek tvoří čtvrtý a pátý prst, mediální paprsek se skládá z prvních dvou prstů (Dylevský, 2009). Klidová poloha ruky se vyznačuje lehkou flexí a mírnou ulnární dukcí zápěstí, semiflexí v metakarpofalangeálních a interfalangeálních kloubech prstů ruky (Kapandji, 1982).

Palmární flexe zápěstí je možná především díky musculus (m.) palmaris longus a m. flexor carpi ulnaris et radialis (Freivalds, 2011). Všechny tři svaly přecházejí

karpální kosti a upínají se až na metakarpy. Pohyb zápěstí se tak děje přes transferovaný pohyb karpometakarpálních kloubů na distální řadu karpů, které se pak pasivně podřídí i proximální řada. Během tohoto pohybu dochází k rotaci os capitatum a os lunatum, které se současně posouvá dorsálním směrem (Dylevský, 2009; Kapandji, 1982). Při extenzi zápěstí jdou kůstky naopak. Její aktivitu zajišťují m. extensor carpi ulnaris a m. extensor carpi radialis longus et brevis. Rozsah obou pohybů činí 85° (Dylevský, 2009; Freivalds, 2011). Pohyby v sagitální rovině lze rozdělit na čtyři pohybové sektory. Úsek maximálního využití se nachází v rozsahu 0-20°, ve kterém se dějí běžné pohyby ruky. Tento rozsah musí být vždy po operacích či úrazech obnoven. Sektor volné hybnosti charakterizuje zvýšení napětí ligament a tlaku uvnitř kloubu, rozsah činí 20-40°. Sektor zvětšujícího se fyziologického omezení nastává ve chvíli, kdy jsou vazy maximálně napnuty, odpovídá úhlu 80°. Poslední sektor je již patologický a dochází při něm k frakturám či dislokacím (Kapandji, 1982).

Další pohyby dějící se ve frontální rovině jsou radiální a ulnární dukce. Během radiální dukce, kterou zprostředkovávají m. flexor carpi radialis a m. extensor carpi radialis longus et brevis, dochází nejprve k rotaci karpálních kostí kolem os capitatum, kdy se proximální řada posouvá směrem ulnárním, distální řada směrem k radiu. Os lunatum se tak posouvá pod ulnu a os triquetrum jde směrem distálním. Při ulnární dukci se posouvá proximální řada karpu směrem distálním a radiálním, os lunatum se zasouvá pod radius a os trapezium uvolňuje prostor pro os scaphoideum. Tento pohyb zajišťují m. flexor carpi ulnaris a m. extensor carpi ulnaris. Rozsahy dukcí jsou 20° u radiální, 45° u ulnární (Dylevský, 2009; Kapandji, 1982).

Supinace a pronace jsou možné jen za spoluúčasti proximálního radioulnárního kloubu. Při supinaci dochází k despiralizaci vláken membranae interossea, jelikož jsou ulna i radius paralelně. Vzhledem k tomu, že supinace probíhá proti gravitaci, je tak provedena mnohem větší silou než při pronaci. Během pronace se pak ulna s radiem překřížují a dochází ke spiralizaci vláken membrány. Tento pohyb zajišťuje optimální pracovní pozici ruky pro další pohyb (Dylevský, 2009).

Komplex kloubů palce umožňuje flexi až 70°. M. abductor pollicis longus et brevis umožňují abdukci 50°, m. adductor pollicis addukci 10°. Pouze u palce pak lze provést opozici a repozici v rozsahu 60°, tyto pohyby zajišťují m. opponens pollicis a m. abductor pollicis longus et brevis (Dylevský, 2009). Opozice se skládá z antepozice, při které se palec posouvá před dlaň, dále se děje flexe a addukce palce. Mediální rotací se palec dostává do kontaktu s prsty a je ukončen proces opozice (Kapandji, 1982).

U metakarpofalangeálních kloubů je popisován pohyb do flexe 90°, zvyšující se směrem k malíku (Kapandji, 1982). Extenze je umožněna jen do 10°, ale lze při ní provést pohyb ve frontální rovině, a to abdukce a addukce s rozsahem 30°. V interfalangeálních kloubech je umožněn pohyb jen v jedné rovině, tedy flexe a extenze (Dylevský, 2009; Kapandji, 2002; Kendall, 2005). Ovšem rovina pohybu se mírně mění pro každý prst, a proto se při pohybu do flexe osy prstů sbíhají v jeden bod (Kapandji, 1982).

#### 2.1.5 Svalové synergie zápěstí a ruky

V oblasti zápěstí a ruky se popisují svalové synergie, které dávají vznik určitým pohybům. Synergie extenzorů zápěstí a flexorů prstů zajišťuje během extenze zápěstí automatickou flexi prstů. V této pozici mají flexory prstů nejlepší pozici pro vykonání pohybu a mají větší svalovou sílu oproti tomu, když je zápěstí ve flexi. Je to dáno zkrácením šlach flexorů. Opačná situace nastává u synergie flexorů zápěstí a extenzorů prstů. Flektované zápěstí zapříčiní extenzi proximálních článků prstů, jejich flexi je možné provést jen při úmyslném pohybu (Kapandji, 1982).

#### 2.1.6 Koordinační systém prstů

Musculi (mm.) lumbricales se označují jako transmisní komplex vzhledem ke svému začátku na šlaše m. flexor digitorum profundus a úponu na hřbetech prstů. Díky velkému množství proprioceptorů zajišťují souhru extenze a flexe.

Jedním z hlavních předpokladů pro úchop je schopnost flexe prstů. Tu zahajují mm. lumbricales, které flektují metakarpofalangeální klouby. Poté dochází k flexi v prvních interfalangeálních kloubech pomocí m. flexor digitorum superficialis a nakonec za aktivace m. flexor digitorum profundus se flektují distální interfalangeální klouby.

Mm. lumbricales se spolu s mm. interossei podílejí i na extenzi interfalangeálních kloubů. Hlavním aktérem však je m. extensor digitorum, malé svaly ruky však zabraňují hyperextenzi při jeho zvýšené aktivitě (Dylevský, 2009).

## 2.2 Motorika člověka

Motorické schopnosti člověka jsou základním předpokladem k tomu, aby byl jedinec schopen pohybovou činností provést. Schopnost pohybu se rozvíjí již v intrauterinním období. U lidských plodů je prokázáno, že pohyb, respektive zatížení jednotlivých článků těla plodu pohybem, má vliv na orientaci svazků kolagenních vláken prvotní vláknité kosti, diferenciaci svalových úponů, spiralizaci šlach a utváření kožního krytu, především ohybových řas a rýh. Jsou i některé přímé doklady o vlivu prenatálního pohybu na modelaci určitých detailů kloubních povrchů (Dylevský, 2007). Již ve druhém měsíci gestačního věku lze pozorovat první svalové kontrakce (Pavlík, Sebera, Stochl, Vespalec, & Zvonař, 2010; Trojan, Votava, Druga, & Pfeiffer, 2005).

V novorozeneckém období lze z hlediska motorických funkcí pozorovat nepodmíněné reflexy dítěte. Ty jsou nahrazeny reflexy podmíněnými v období kojeneckém, kdy dochází k rychlému rozvoji hrubé motoriky. Počátek rozvoje jemné motoriky je typický pro batolecí období, stejně tak pro předškolní věk, kdy se navíc zlepšuje udržování rovnováhy. V mladším školním věku pak dochází k nárůstu svalové síly a koordinace pohybů. Ta přetrvává ještě v období dospívání, ve kterém lze také pozorovat rychlejší tělesný růst. Od 21 do 25 let, v období časně dospělosti, se dokončuje započatý vývoj. Od střední dospělosti pak dochází k postupnému poklesu svalové síly, přičemž ve stáří se mohou objevovat poruchy motoriky (Trojan et al., 2005).

### 2.2.1 Hrubá motorika

Ačkoliv nelze jemnou a hrubou motoriku od sebe oddělit, jsou pro obě složky dané definice (Gallahue & Donnelly, 2003). Hrubou motoriku lze pozorovat během pohybů, které jsou prostorově rozsáhlé. Uskutečňují ji velké svaly nebo větší svalové skupiny, například stehenní svaly (Gallahue & Donnelly, 2003; Měkota & Cuberek, 2007; Payne & Isaacs, 2008). Hrubá motorika zajišťuje jak v klidu, tak v pohybu stabilitu daných segmentů, aby byl pohyb bezpečný a rovnoměrně zatěžoval kloubní plochy (Véle, 2006).

Mnoho sportovních dovedností je klasifikováno jako hrubá motorika, s výjimkou střelby či lukostřelby (Gallahue & Donnelly, 2003). Řadí se sem tedy běh, chůze, skákání, kopání nebo házení (Gallahue & Donnelly, 2003; Payne & Isaacs, 2008).

Hrubá motorika má reflexní základ již u novorozence, pohyby jsou zatím nekoordinované. Rozvoj lezení je typický pro kojenecké období, zatímco v období batolecím již dítě rozvíjí svoji chůzi. V předškolním věku dochází ke zlepšení koordinace pohybů, stejně tak přesnosti a plynulosti, dítě ovládá jízdu na koloběžce či na kole, učí se lyžovat a bruslit. Období mladšího školního věku se popisuje jako relativní vývojový klid, jedinec se naučí provádět pohyby přesněji a účelněji. Období dospívání vede k nerovnoměrnému růstu a vývoji (Přidalová, 2013; Zelinková, 2007). Přibližně ve 20 letech má jedinec nejlepší podmínky pro rozvoj maximální rychlosti, o tři roky později se popisuje nejlepší rozvoj pohyblivosti a zhruba ve 30 pak rozvoj vytrvalosti (Pavlík, Sebera, Stochl, Vespalec, & Zvonař, 2010; Přidalová, 2013).

### 2.2.2 Jemná motorika

Jemnou motoriku lze definovat jako kontrolovanou schopnost manipulovat s drobnými objekty v menším prostoru (Berger, Krul, & Daanen, 2009). Výkonným orgánem jsou drobné svaly na distálních částech horních končetin. Pomocí této motoriky je člověk schopen realizovat přesné pohyby při hře na hudební nástroje, při ovládání různých pracovních nástrojů či při výtvarné tvorbě (Véle, 2006). Hlavním děním jsou pohyby prstů a ruky (Baslerová, 2012). V souhrnu je jemná motorika součástí všech kreativních aktivit, které člověk provozuje (Vyskotová & Macháčková, 2013). Seashore (1942) popisuje jemnou motoriku jako neuromuskulární koordinaci, která zahrnuje menší segmenty těla.

Jemná motorika má několik podsložek, a to manipulační aktivity, vizuomotoriku, grafomotoriku, motoriku artikulačních orgánů, a s ní související logomotoriku a mimiku (Huau, Velay, & Jover, 2015; Opatřilová, 2014; Zelinková, 2007).

Z fylogenetického vývojového hlediska je vyšším stupněm motoriky, avšak koreluje s hrubou motorikou. Veškeré dovednosti požadují vytvoření základních podmínek pomocí hrubé motoriky, a současně zakončení pohybového cíle pomocí jemné motoriky. Ta také požaduje větší rozsah aktivity mozkové kůry oproti hrubé motorice (Véle, 2006).

Kvalitní jemná motorika se objevuje u pracovních zaměření typu kovotepec či hodinář (Véle, 2006).

Propojenost jemné a hrubé motoriky ukazuje fakt, že dítě začíná mluvit ve chvíli, kdy začíná chodit (Kutálková, 2005). Vzájemný vztah jemné a hrubé motoriky



je pro člověka velmi podstatný. Mnoho aktivit, které patří do skupiny hrubé motoriky, v sobě skrývá i složku motoriky jemné. To ovšem nutně neznamená, že jedinec s výbornou jemnou motorikou má na takové úrovni i hrubou motoriku (Seashore, 1942).

#### 2.2.2.1 Vývoj jemné motoriky

Vývoj jemné motoriky má základ v hrubé motorice (Zelinková, 2007). U dítěte po narození lze pozorovat typické sevření rukou v pěsti s palcem v dlani a reflexní úchop, který je popsán dále. Celkově pohyby horními končetinami u novorozence jsou rychlé, spontánní a nekoordinované. Postupně dochází k uvolňování sevření rukou, dotýká se předmětů, které již dokáže zrakem zafixovat. Do prvních třech měsíců u dítěte pozorujeme uchopení předmětů z laterální strany, při kterém má dítě zápěstí v ulnární dukci. Kolem pátého měsíce zvládne uchopit předmět přes střední linii a na konci šestého měsíce má úchop radiální. Koordinace rukou a nohou se u dítěte vyvíjí kolem pátého až šestého měsíce, kdy si dokáže sáhnout rukama až na nohy. Se schopností provedení šikmého sedu se následně vyvíjí pinzetový úchop (Kolář, 2009; Vyskotová & Macháčková, 2013). Do jednoho roku se dítě již naučí předměty z rukou pouštět (Opařilová, 2014).

Přibližně v 1,5 roce dochází k vytržení nervosvalové koordinace (Zelinková, 2007). Zlepšuje se koordinace pohybů jemné motoriky, pohyby jsou přesnější (Opařilová, 2014). Vývoj jemné motoriky Zelinková (2007) popisuje na příkladu stavění kostek, kdy v roce a třech měsících zvládne postavit na sebe dvě kostky, v roce a půl umí dát na sebe až pět kostek a ve dvou letech již zvládne dát kostky do řady za sebou.

Zhruba ve dvou letech dítě zkouší první pokusy o kresbu, jedná se o velké tahy, které vycházejí z pohybů celého těla. Ve třech letech již dokáže kreslit podle předlohy a má zájem o kvalitu, dítě by mělo zvládat špetkový úchop, kdy jsou prsty uvolněné bez křečovitého sevření (Bednářová & Šmardová, 2008; Mlčáková, 2009; Opařilová, 2014). Kreslení a malování je základním krokem pro vývoj psaní jedince (Wray, 2004).

V období předškolního věku je vývoj plynulý a dochází k jeho zpomalení. Současně se v této době formuje lateralita a vizuomotorická koordinace, dítě se učí zacházet s nůžkami, umí nakreslit geometrické tvary (Opařilová, 2014; Vyskotová & Macháčková, 2013).

Zhruba v období nástupu do školy dítě umí správně uchopit tužku, učí se psát, od osmi let se písmo zmenšuje a nadále individuálně rozvíjí (Looseová, Piekertová, & Dienerová, 2001). Lateralita je již vyhraněná, dítě dokáže modelovat nebo stavět náročnější modely z kostek (Kolář, 2009). McHale a Cermak (1992) zmiňují, že dítě během školního dne stráví 30-60 % úkony podporující jemnou motoriku, přičemž převažuje psaní nad ostatními manipulačními aktivitami.

Kolem devátého roku života je dítě naplno schopno bimanuální manipulace, což je spolupráce obou rukou v aktivitách typu zavazování tkaniček u bot nebo zapínání knoflíků (Vyskotová & Macháčková, 2013).

V období staršího školního věku dochází u jedince k celkovému zlepšení motoriky, ovšem má problémy s delším soustředěním. V období puberty dochází k mírnému zhoršení obratnosti, kolem dvacátého roku života je popisován vrchol jemné i hrubé motoriky. V dospělosti se udržuje jemná motorika na stejné hladině, se zvyšujícím se věkem dochází ke zhoršování motoriky, chybí plynulost a harmonie pohybů (Pavlík, Sebera, Stochl, Vespalec, & Zvonař, 2010).

#### 2.2.2.2 Řízení jemné motoriky

Schopnost kontroly pohybu a síly konečků prstů během daného úkolu je základem pro zručnost a obratnost ruky člověka (Kuhtz-Buschbeck, Ehrsson, & Forssberg, 2001; Schieber & Santello, 2004). Ruka člověka je ve své funkci velmi kortikalizovaná, obsahuje totiž složku zrakově-prostorovou, rozpoznávací a uvědomovanou (Mayer & Hlušík, 2004).

Neporušená spolupráce obou mozkových hemisfér je základním předpokladem pro koordinovanou činnost, díky které jsou analyzovány a dále zpracovány informace z periferie (Trojan, Votava, Druga, & Pfeiffer, 2005). Levá hemisféra, která bývá většinou dominantní, je o něco větší než hemisféra nedominantní, je centrem jazykových funkcí, zaměřuje se více na analytické zpracování smyslových podnětů, dochází zde ke zpracování všech manuálních dovedností. Pravá mozková hemisféra zpracovává informace vizuální a prostorové bez slovního popisu (Lewis, 2006; Vyskotová & Macháčková, 2013). Spolupráci hemisfér zajišťují komisurální vlákna, jejichž zdrojem je především 2. a 3. vrstva kůry mozkové (Trojan et al., 2005).

Laterální motorický systém neboli neomotorika, která je evolučně nejmladší z motorických systémů, řídí malé motorické jednotky, tedy zajišťuje jemnou motoriku.

Do tohoto systému spadají dráhy probíhající laterálními míšními provazci, které po zkřížení probíhají na přední míšní rohy, z nichž vystupují motorická vlákna v podobě periferní neuronů svalů rukou a obličeje. Jedná se o tractus (tr.) corticospinalis, tractus corticorubralis, tr. corticobulbaris a tr. corticonuclearis (Dylevský, 2009; Petrovický, 2008).

Jednoneuronová motorická dráha tr. corticospinalis z primární a sekundární motorické a senzitivní kůry zajišťuje diferenciovanou, manipulační a jemnou motoriku, kterou zajišťují drobné svaly aker. Tyto dráhy jsou segmentově zakončeny na předních rozích míchy, v VII. Rexedově zóně a v IX. zóně (Dylevský, 2009).

Tr. corticorubralis přivádí vzruchy z motorické kůry do míchy, jejich zakončení je na nucleus ruber, jenž ovlivňuje jak motorická kůra, tak část mozečku. Pomocí této dráhy dochází k inhibici motoneuronů extenzorů, naopak motoneurony flexorů excituje (Dylevský, 2009; Petrovický, 2008).

Tr. corticobulbaris a tr. corticonuclearis jsou dráhy hlavových nervů. Za zmínku zde stojí především nervy motorické, a to nervus (n.) abducens, n. trochlearis a n. oculomotorius, které inervují okohybné svaly (Dylevský, 2009).

Pohyby týkající se jemné motoriky vyžadují ve většině účast vědomí, ale jsou určité pohyby, které se zautomatizují a kontrola vědomí je zde minimální. Příkladem může být pletení nebo psaní na klávesnici. Současně některé pohyby jemné motoriky je možno zvýraznit učením, jestliže k nim má jedinec určité vlohy. Vyžaduje se také velká operační paměť, pohyby je nutné opakovat a cvičit, aby nedocházelo k zániku paměťových stop (Véle, 2006).

### 2.2.3 Úchop

Úchop pomocí ruky člověka je dán anatomickou a fyziologickou organizací akra (Kapandji, 1982). Jedná se o aktivní dotyk, kdy s pomocí hmatu dochází fixování a případně manipulaci předmětu. Ruka je schopna provádět nejen izolované pohyby jednotlivými prsty, ale i uskutečnit multidigitální úchop (Hadraba, 2002a; Schieber & Santello, 2004).

Ačkoliv je proces uchopování postupně naučeným stereotypem, je potřeba mít k tomu určité předpoklady. Ty základní jsou stav morfologických struktur, stupně kloubní volnosti, pohybové řetězce a stereotypy a zvláště pak povrchové a hluboké cití. Všechny

složky spolupracují a v případě narušení jedné z nich se mění schopnost úchopu a dochází ke kompenzaci (Hadraba, 2002a).

V literatuře se popisují tři základní fáze. Během prepozice dochází k seznámení se s vlastnostmi předmětu a ke zhodnocení podmínek, za kterých se bude věc uchopovat. Následuje přesun celkového i parciálního těžiště těla a nastavení tělních segmentů k objektu tak, aby byla vytvořena ideální pozice pro uchopení. Další fáze je úchop a manipulace, jež zcela závisí na výsledku prepozice. Dochází k uchopení předmětu a jeho fixaci, poté následuje vlastní manipulace. Zde je důležité střídání svalového tonu, které vychází nejen z úchopu a fixace objektu, ale i z pohybů, které po celou dobu aktivity zajišťují rovnováhu člověka. Poslední fáze je uvolnění, charakterizuje ji odložení předmětu a uvolnění a oddálení ruky (Hadraba, 2002b; Vyskotová & Macháčková, 2013).

Prsty během úchopu nevyvíjejí stejnou sílu. Maximální statická síla při flexi se u jednotlivých prstů liší. Freivalds (2011) popisuje následující hodnoty. S výjimkou palce, který je schopen flekční síly o 73 N, je nejsilnějším prstem třetí prst, který je centrem ruky a je nejdelší, vykoná sílu o 64 N. Druhý a čtvrtý prst jsou podobně daleko od centra, proto mají i podobné hodnoty, 59 N a 50 N. Pátý je pak nejvzdálenější a je schopen vytvořit flekční sílu o 32 N.

### **Typy úchopů**

U člověka lze pozorovat dva typy úchopů, první z nich je Robinsonův reflex. Ten se objevuje u dětí do druhého měsíce života, kdy lze podrážděním dlaně vyvolat její reflexní sevření. Tento uchopovací reflex je pak nahrazen volním úchopem, který je řízený a chtěný (Hadraba, 2002b).

Kapandji (1982) dělí úchopy do tří skupin, a to na statické, závislé na gravitaci a na dynamické.

Pomocí statických úchopů člověk udrží předmět v dané pozici a prostoru, současně nevyžadují podporu gravitace. Dělí se na další tři kategorie: digitální, palmární a centralizované. Digitální lze rozlišit také na bidigitální, u kterého je v interakci palec a ukazovák, tyto úchopy jsou základem pro jemnou motoriku. Úchop s terminální opozicí představuje kontakt mezi konečky prstů či nehtů, jedná se o nejpreciznější typ při práci s malými drobnými předměty (např. špendlík). Funkci zajišťují m. (musculus) flexor digitorum profundus II a III společně s m. opponens pollicis a m. flexor pollicis longus.

Pro úchop propisky se využívá subterminální opozice palce, dotýkají se bříška palce a ukazováku, výkonnými svaly jsou opět *m. flexor digitorum profundus II a III*, *m. flexor pollicis brevis*, *m. abductor pollicis brevis*, *m. adductor pollicis* a *m. interosseus palmaris I*. U úchopu se subterminálně-laterální opozicí, v české literatuře popisovaný podle své funkce jako klíčový, se dotýká bříško palce a radiální část ukazováku. Výkonnými svaly jsou *m. flexor pollicis brevis*, *m. adductor pollicis* a *m. interosseus dorsalis I*. Cigaretový typ neboli interdigitální latero-laterální úchop se vyznačuje kontaktem laterální stran prstů a koaktivace *m. interosseus palmaris et dorsalis* aktivních prstů. Kromě bidigitálních úchopů se popisují pluridigitální, které jsou silnější díky kontaktu s dalšími prsty. Příkladem je tridigitální (známější jako špetkový), využívající se při psaní, dále tetradigitální nebo pentadigitální. Špetkový úchop je takový, kdy psací nástroj leží na distálním článku třetího prstu, shora je fixován bříšky palce a druhého prstu bez hyperextenze v distálním interfalangeálním kloubu. Třetí a čtvrtý prst jsou flektovány v dlani (Bednářová & Šmardová, 2008; Kapandji, 1982). Druhou větší skupinou statických úchopů jsou palmární, které zahrnují aktivitu prstů i dlaně. V případě aktivního palce se jedná o plný dlaňový úchop, jehož funkci zajišťují *m. flexor digitorum superficialis et profundus*, *m. adductor pollicis*, *m. flexor pollicis longus* a *mm. interossei*, současně dochází k ulnární dukci zápěstí. Využívá se při držení těžších a větších objektů. Digitopalmární úchop je bez spoluúčasti palce, jedná se o přídatný typ, ačkoliv je běžně využíván například při držení volantů. Třetí skupinou statických úchopů jsou centralizované, které jsou symetrické okolo longitudinální osy, vznikají při flexi třetího až pátého prstu, při extenzi ukazováku a lehké opozici palce. Příkladem je držení taktovky dirigentem nebo práce se šroubovákem (Kapandji, 1982; Klusoňová, 2011).

U úchopů závislých na gravitaci ruce plní funkci podpůrné plošiny. Proces se děje v gravitačním poli, ve vakuu nelze provést. Příkladem je nabírání vody do obou rukou.

Třetí skupinou jsou dynamické úchopy, které dovolují manipulovat s předmětem, jenž ruka právě drží. Část ruky je statická a drží daný předmět, další část ruky nebo některé prsty s předmětem manipulují. Příkladem jednoduššího dynamického úchopu je roztočení káči, složitější aktivity jsou zapalování zapalovače, manipulace s čínskými hůlkami či stříhání nůžkami (Kapandji, 1982).

Další dělení je dle schopnosti využití končetiny. Primární úchop je takový, při kterém se využívá samotná horní končetina. Uchopování patologicky změněnou končetinou či jinou částí těla se vyznačuje sekundární typ úchopu. Poslední, terciální,

pak využívá různé technické pomůcky, od ortéz a adjuvatik, až po protézy, které zcela nahradí horní končetinu (Hadraba, 2002b; Klusoňová, 2011).

#### 2.2.4 Vizuomotorická koordinace

Během vizuomotoriky dochází ke koordinaci pohybů horních končetin a pohybů očima (Johansson, Westling, Bäckström, & Flanagan, 2001). Jedná se o jednu ze základních podmínek vedoucích ke kvalitnímu rozvoji grafomotoriky u dětí. Dítě se při psaní učí zapamatovat si písmeno, které vidělo, a následně tuto paměťovou stopu propojit s pohyby prstů a ruky (Baslerová, 2012; Bednářová & Šmardová, 2008).

Touto koordinací se funkčně propojuje činnost očí a rukou, dochází ke koordinaci pohybů a současně prostorového vnímání při lokomoci (Vítková, 1999).

Reflexní pohyby hlavy a očí jsou základem pro rozvoj vizuomotoriky. Tato motorika je již při narození, ale zdokonaluje se až v prvních měsících života (Vítková, 1999). Nejvíce se rozvíjí za začátku období školního věku (Zelinková, 2007).

Pokud je jedinec vystaven vizuálním podnětům, dochází ke správnému rozvoji očních pohybů. Tyto pohyby, horizontální a vertikální, zajišťuje dvanáct okohybných svalů. Díky vizuomotorické koordinaci dochází k interakci jedince s okolím, ale současně se formuje i jeho inteligence (Langmeier, 2009; Vítková, 1999).

Během aktivit jako je psaní a čtení se oči člověka pohybují zleva doprava, což je jeden z ukazatelů zralosti jedince. Pokud je tato schopnost narušena, dochází ke zhoršené fixaci textu a neplynulým pohybům očí (Zelinková, 2007). Zhoršená kvalita vizuomotoriky se tedy může objevit nejen u dětí, ale v celém spektru populace, schopnost koordinace mezi rukama a očima je využívána nejen v běžných denních aktivitách, ale například i při volnočasových aktivitách.

#### 2.2.5 Lateralita

Upřednostňování jedné horní končetiny před druhou se nazývá lateralita, lze ji pozorovat pouze u vyšších živočichů. Lateralita se dá podle intenzity rozdělit na dva stupně, a to na preferenci, která je mírnější formou, a na výraznější stupeň – dominanci (Pavlík, Sebera, Stochl, Vespalec, & Zvonař, 2010; Zelinková, 2007). Ta horní končetina, která je více upřednostňována, dokáže pracovat rychleji a kvalitněji, provádí činnosti složitější a koordinačně náročné (Zelinková, 2007). Lateralitu

lze pozorovat už ve třetím roce života, ovlivněna je ale genotypem i fenotypem (Pavlík, Sebera, Stochl, Vespalec, & Zvonař, 2010).

Lateralita rozlišuje praváctví, leváctví a ambidextrií neboli nevyhraněnost. Dále se rozlišuje souhlasná nebo zkřížená. Souhlasná lateralita se vyznačuje upřednostňováním nejen jedné horní končetiny, ale i stejnostranných smyslových orgánů, příkladem je pravá horní končetina a pravé oko. Zkřížená lateralita je popisována jako dominantní např. pravá ruka a levé oko, více se však vyskytuje lateralita souhlasná (Opatřilová, 2014; Zelinková, 2007).

#### 2.2.6 Poruchy jemné motoriky

Funkce ruky je odrazem jemné motoriky, proto v případě, že se funkce naruší, dochází současně k problémům s jemnou motorikou. Nesprávná funkce ruky se objevuje v celém spektru onemocnění či zranění (Bačová & Bačová, 2016).

Časté posttraumatické stavy zastupují parézy n. ulnaris, n. radialis či n. medianus, dále to jsou nesprávně doléčené fraktury, například Collesova či Smithova, popáleniny tepelného, elektrického nebo chemického původu a amputace. Tyto diagnózy často provází bolest a otoky (Bačová E. & Bačová L., 2016; Hadraba, 2002a; Klusoňová, 2011). Karpální nestability jsou také častou příčinou, snižuje se totiž síla stisku, je omezena pohyblivost, a především pro bolest jedinci nezvládnou ani jednodušší pohyby (Calabová, Pilný, Dráč, & Stančíková, 2014; Pilný, Čižmář, Višna, & Pikula, 2007). Častou komplikací léčby posttraumatických stavů je komplexní regionální bolestivý syndrom, jenž postihuje převážně akrum (Klusoňová, 2011).

U cévní mozkové příhody dochází k poruše citlivosti a koordinace prstů a ztrátě opozice palce (Coupar, Pollock, Rowe, Christopher, & Langhorne, 2012; McCombe & Whitall, 2004). Zvláště pak postižení v místě arteria cerebri media postihuje nejvíce horní končetiny, je zde totiž centrum kontroly ruky (Jost, 2003; Mayer & Hlušík, 2004). U revmatoidní artritidy je narušena jemná motorika z důvodu deformit na rukách – flexe proximálních interfalangeálních a hyperextenze distálních interfalangeálních kloubů prstů (Bačová E. & Bačová L., 2016).

Parkinsonova nemoc je jedna z dalších onemocnění, u kterých se nachází poruchy jemné motoriky. Konkrétně se jedná o motorické příznaky – tremor, rigidita, hypokineze, mikrografie či problémy s krájením (Jankovic, 2008).

Jemnou motoriku mohou také narušit různé vrozené deformity prstů nebo nedovyvinuté některé části akra, příkladem je syndaktylie nebo polydaktylie (Kufa, 2014; Malik, 2013).

Horní končetiny člověka jsou dokonalým párovým orgánem a jejich poškození vede k problémům se sebeobsluhou či narušením vztahů sociálních a společenských (Klusoňová, 2011).

### 2.3 Rehabilitace ruky

Nejen v minulosti, ale částečně i nyní jsou chirurgické obory hlavními aktéry, kteří podněcují vývoj kvalitní rehabilitace ruky (Mayer & Hluštík, 2004).

V terapii poškozené funkce ruky, ale i celé končetiny mají význam jak fyzioterapeuti, tak ergoterapeuti. Dochází k obnovení motorických funkcí, rozvoji jemné motoriky, zlepšení koordinačních pohybů, vytrvalosti a dynamiky (Klusoňová, 2011).

K obnovení kvalitní funkce postiženého akra je zapotřebí nejen motorického, ale i senzoryckého tréninku, který musí být intenzivní a především úkolově zaměřený (Mayer & Hluštík, 2004).

Častou komplikací v rehabilitaci jemné motoriky ruky bývají otoky, proto nesmíme vynechávat různé metody a postupy s antiedematózním účinkem. Patří mezi ně ošetření jizvy, masáž nebo míčkování, měkké a mobilizační techniky drobných kloubů ruky a zápěstí a jemné protahování zkrácených struktur (Klusoňová, 2011).

Další terapie vede k nacvičování a znovunaučení úchopů, tréninku běžných denních aktivit a cvičení náročnější na manipulaci. Důležité je udržet v aktivitě postiženou horní končetinu, aby nedocházelo k útlumu její aktivity (Klusoňová, 2011).

V oblasti rehabilitace se setkáváme s velkým množstvím terapeutických metod a konceptů. Jednou z metod je zrcadlová terapie neboli mirror therapy, které byla původně vytvořena profesorem Ramachandranem. Jejím principem je vizuální zpětná vazba a motorická stimulace. Před pacienta je umístěno zrcadlo, které zakrývá postiženou horní končetinu, zdravou pak odráží zrcadlo tak, aby měl pacient pocit pohybu postiženou horní končetinou (Ramachandran & Altschuler, 2009; Rosén & Lundborg, 2005).

Metoda vynuceného užívání neboli Constraint Induced Movement Therapy využívá principu, při kterém je nepostižená horní končetina imobilizována rukavicí či dlahou, a postižená končetina tak musí intenzivně vykonávat veškeré činnosti (Mickevičienė,



Butkutė, Skurvydas, Karanauskienė, & Mickevičius, 2015; Taub et al., 1994). Tato terapie se vyskytuje i jako modifikovaná verze (Naylor & Bower, 2005).

Jednou ze složek porušené jemné motoriky jsou grafomotorické obtíže, u kterých se využívají grafomotorické kompenzační pomůcky. Jedná se o ergonomicky tvarované psací potřeby, držáky a nástavce (Opatřilová, 2014). Další možností jsou psací cvičení na zlepšení kvality psaného projevu, a to jak u dětí, tak u dospělých jedinců. Existuje velké množství písanek a pracovních sešitů a listů s uvolňovacími cviky, například vlnovky, obloučky, kolečka či šikmé a křivé čáry (Křivánek, Wildová, 1998; Mlčochová, 2005).

Zelinková (2007) doporučuje pro zlepšení vizuomotorické koordinace aktivity typu navlékání korálek na šňůrku, vybarvování omalováněk či vystřihování podle dané předlohy.

Důležitou součástí terapie je respektovat únavu a sledovat pozornost pacienta, která může v průběhu terapie klesat a být ovlivněna řadou podnětů (Mayer & Hluštík, 2004).

## 2.4 Testování jemné motoriky a vizuomotorické koordinace

Při hodnocení funkce ruky vyšetřovaného se zaměřujeme na to, jak je jedinec schopen svou horní končetinu využívat v běžných denních činnostech, jako jsou oblékání, česání, psaní či manipulace s malými předměty, a současně zjišťujeme, zdali má nějaké omezení (Gross, Fetto, & Rosen, 2005).

Vyšetření exterocepce a propiocepce horních končetin je nedílnou součástí vyšetření. Pro zjištění kvality exterocepce se vyšetřuje taktilní a termické čítí, dvoubodová diskriminace, diferenciací ostrých a tupých podnětů a grafestézie. Proprioceptivní vnímání hodnotíme statestézií, kinestézií, vnímáním vibrací a stereognozií (Kolář, 2009; Opavský, 2003).

Existuje široká škála hodnocení jemné motoriky, a proto je důležité vybrat, za jakým účelem se testování provádí. Stejně tak při výběru záleží na věku, diagnóze či úrovni postižení jedince (Vyskotová & Macháčková, 2013).

### 2.4.1 Količkové testy

Oblíbené količkové testy hodnotí preciznost úchopu, používají se především v konečných procesech uzdravování jako míra navrácení jemné motoriky. Na druhou stranu nezměří rozvoj omezení (Greenwood, Barnes, McMillan, & Ward, 1993).

Do této oblasti testů můžeme zařadit standardizovaný Nine-Hole Peg Test, ve kterém má testovaný umístit devět dřevěných kolíků do 1,3 cm hlubokých dírek na desce a následně je po jednom přendat do určeného prostoru, test vždy začíná dominantní horní končetina. Hodnotí se rychlost provedení jak pro pravou, tak pro levou ruku (Mathiowetz, Weber, Kashman, & Volland, 1985). Ovšem nehodnotí se přesnost ani provedení úchopu během testu (Tomisová & Opavský, 2009). Studie z roku 2015 testovala jemnou motorikou pomocí Nine-Hole Peg Test u populace napříč věkem, tedy od 3 do 85 let. Z celkových 4858 probandů bylo zahrnuto do analýzy 3936 jedinců, kteří byli rozděleni do 21 věkových kategorií. Výsledky ukázaly, že nejrychlejší čas pro zvládnutí testu dominantní končetinou měla skupina ve věku 16 až 39 let, kdy muži splnili úkol průměrně za 19-20 s, ženy pak za 18-19 s. Nejdelsí čas byl naměřen u dětí ve věku tři až pět let, u kterých byla zaznamenána i největší odchylka, chlapci test splnili za 32-51 s a dívky za 32-45 s. Bez ohledu na věkové rozdělení pak vyšlo najevo, že dominantní ruka byla o 0,9-7,2 s rychlejší než nedominantní (Wang, Bohannon, Kapellusch, Garg, & Gershon, 2015).

Purdue Pegboard Test je další z kolíkových testů, jenž hodnotí nejen jemnou, ale i hrubou motoriku horní končetiny (Tiffin & Asher, 1948). Testová baterie se skládá ze čtyř testů. V prvním úkolu musí testovaný pravou rukou postupně sbírat kolíky z misky na pravé straně a zandávat je sestupně do dírek pravého sloupce. Po skončení je vyšetřovaný vyjme a vrátí zpět do misky, následuje 30 vteřinový interval, ve kterém musí jedinec co nejrychleji provést předchozí úkol. Druhý úkol pro levou horní končetinu je podobný jako první s tím rozdílem, že se kolík bere z levé misky a vkládají se do dírek levého sloupce. Třetí úkol zahrnuje obě ruce, kdy se musí brát a vkládat kolíky do dírek současně jak z pravé, tak z levé strany. Opět je určen časový interval 30 sekund. Poslední test je kompletování, kterým se hodnotí obratnost a manipulace s malými předměty. Pracuje se s kolíky, podložkami a trubičkami, časový limit je zde navýšen na 60 sekund (Hardin, 2002; Tiffin & Asher, 1948). Purdue Pegboard test byl využit například v rámci výzkumu, který hodnotil manuální schopnosti tureckých studentů ošetřovatelství v prvním a ve čtvrtém ročníku studia. Z výsledků vyšlo najevo, že statistický významný rozdíl mezi studenty prvního ročníku, jejichž věkové rozmezí bylo 18 až 19 let, a studenty čtvrtého ročníku ve věku 21 až 22 let byl vypočítán u třetího testu, který vyžaduje spolupráci obou rukou. Průměrně tak studenti čtvrtého ročníku zasunuli více kolíků než ročníkově mladší studenti (Bakir et al., 2013).

Další neméně známé testy, které se řadí mezi kuličkové, jsou test funkční zručnosti nebo Minnesotské manipulační testy (Vyskotová & Macháčková, 2013).

#### 2.4.2 Úkolové testy

Úkolové testy jsou vytvořeny tak, aby testovaný splnil jeden nebo více úkonů, které se objevují v běžných denních aktivitách. Součástí jsou většinou testové baterie, které se skládají z několika podtestů a testuje se tak více manipulačních aktivit (Vyskotová & Macháčková, 2013).

Box and Block Test se využívá k hodnocení manuální zručnosti prstů (Vyskotová & Macháčková, 2013). Test se skládá z dřevěné krabice, jež je uprostřed rozdělena, a z kostek o velikosti 2,5 cm. Testovaný má za úkol tyto kostky přesunout z jedné poloviny na druhou v časovém limitu jedné minuty. Jako u většiny testů se začíná dominantní rukou, výsledkem měření je množství přesunutých kostek (Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985). V Beninské republice, ve státě v Západní Africe, byl proveden výzkum s použitím Box and Block Test na 692 zdravých obyvatelích států a výsledky se porovnávaly s normami pro dospělé populaci v Severní Americe. Testování ve věku od 20 let byli rozděleni do 12 skupin s 5letými intervaly. Výsledky ukázaly statisticky významný rozdíl mezi pohlavími, kdy ženy přesunuly dominantní horní končetinou během jedné minuty v průměru 81,3 kostek, zatímco muži 79 kostek, u nedominantní byly výsledky podobné, 73,2 kostek u žen a 72 kostek u mužů. Lepší výsledky byly dále zaznamenány u mladších lidí. Při porovnání s normami pak beninská populace do 50 let byla lepší pro obě pohlaví, ovšem u populace nad 50 let byl zaznamenán horší výsledek oproti americkým normám (Natta et al., 2015).

Jebsen-Taylor test se využívá u populace ve věku 20 až 94 let a hodnotí funkce ruky, které jsou potřebné při běžných denních aktivitách (Hardin, 2002). Sestává se ze sedmi podtestů a první se testuje ruka nedominantní. Úkoly zahrnují psaní krátké věty, otáčení karet, sbírání malých předmětů a přesun do misky, zvedání figurek, simulované pohyby při jídle (sbírání fazolí), přesunování velkých prázdných a velkých těžkých plechovek. Hodnotí se čas, za který je jedinec schopen daný úkol vykonat, každému testu se doba trvání počítá zvlášť, poté se těchto sedm hodnot sečte do konečného skóre (Hardin, 2002, Jebsen, Taylor, Trieschmann, Trotter, & Howard, 1969). Italská studie provedla v roce 2016 výzkum na ověření Jebsen-Taylor testu

u 320 zdravých italských jedinců, kteří byli rozděleni do šesti věkových skupin se zastoupením obojího pohlaví. Výsledky potvrdily, že dominantní ruka provedla test rychleji oproti nedominantní u všech skupin. Autoři uvádějí, že toto je první studie, při níž byl použit a přeložen Jebsen-Taylor test a doporučují ho jako jeden z dalších metod hodnotících funkci ruky s rozdílnými patologiemi horní končetiny (Culicchia et al., 2016).

Smithovo hodnocení funkce ruky (Smith Hand Function Evaluation) se používá k posouzení koordinace ruky a funkčních dovedností, které se pojí s běžně vykonávanými aktivitami. Tento test se skládá ze třinácti subtestů po čtyřech skupinách, a to síla stisku ruky, psaní, aktivity denního života a unilaterální úchop (Hardin, 2002).

Timed Manual Performance Test a In-Hand Manipulation test jsou další z úkolových testů. Mezi tyto testy můžeme řadit i MLS test, který byl použit v této diplomové práci a bude popsán dále.

#### 2.4.3 Další typy testů

Test manipulačních funkcí vytvořený českou autorkou Vyskotovou obsahuje 17 podtestů – testová baterie (Vyskotová & Macháčková, 2013). Pomocí speciálně vytvořené stavebnice se testuje unimanuální a bimanuální činnost rukou s předměty nazvanými podle vzhledu: kostka, dům, mumie, jehlan a jehla. Výhodou této testové baterie je možnost stanovení stupně obtížnosti pro různé stavy vyšetřovaného (Vyskotová & Macháčková, 2013). Všechny úkoly se třikrát opakují a počítá se výsledný průměr těchto tří pokusů. Celé testování provází videozáznam, díky kterému se hodnotí kvalitativní složka testu, a to na stupnici od 1 do 5 (Vyskotová & Vaverka, 2007).

Úchopový funkční test byl vytvořen v České republice, testuje sílu, obratnost a zručnost, dále pohyblivost prstů a zápěstí, vlastní úchop a vizuomotorickou koordinaci. Součástí testu je speciální testovací deska, která obsahuje válec, krychli, kuličku a míč, kuličkové ložisko, závaží, sklenici a džbán. První se testuje nedominantní horní končetina, poté dominantní. Hodnocení má čtyři stupně, nejnižší znamená, že jedinec nezvládne provést žádnou část úkolu, nejvyšší pak značí úplně zvládnutí zadaného úkolu (Hadraba, 2002a).

Dynamometrie je metoda měřící sílu stisku ruky, kdy se zaznamenává maximální izometrická svalová síla. Měřená osoba je nejčastěji vsedě s paží podél těla a flektovaným

loketním kloubem vyšetřované horní končetiny v 90°, předloktí je nastaveno ve střední pozici a zápěstí v mírně dorzální flexi a ulnární dukci (Krivošíková, 2011). V klinické praxi se využívá více typů dynamometru, mezi ty nejpoužívanější patří hydraulický Jamar dynamometr, mechanický dynamometr ocelový pružinový či digitální analyzátor Multi-Myometer (Lafayette Instrument, 2004; MIE Medical Research Ltd, 2004; Solgaard, Kristiansen, & Jensen, 1984).

#### 2.4.4 Testy hodnotící vizuomotoriku

Trail Making Test je jeden z testů patřící do neuropsychologie, který hodnotí vizuomotorickou koordinaci, pozornost, zrakovou percepci a psychomotorické tempo (Preiss & Příkrylová Kučerová, 2006). Test je z roku 1944 a původně bylo měření pro armádu, česká verze byla vytvořena roku 1995. Testování obsahuje dvě části, v první testovaný jedinec propojuje čísla na listu, v druhé již složitější části spojuje střídavě číslice a písmena, od nejnižší po nejvyšší hodnotu a podle abecedy. Hodnotí se čas a počet chyb (Svoboda, Krejčířová, & Vágnerová, 2015; Papandonatos, Ott, Davis, Barco, & Carr, 2015).

Test spirály hodnotí míru koordinace, původně byl vytvořen pro testování osob s cerebrální ataxií a Parkinsonovou chorobou. Součástí testu jsou dvě spirály nakreslené na papíře, které mají mezi linkami vždy 1 cm mezeru. Testovaný musí nakreslit čáru od začátku spirály po střed, aniž by se dotknul ohraničení dané spirály. Hodnotí se rychlost a přesnost, testovanému je navíc poskytnuta kvalitativní zpětná vazba (Carr & Shepherd, 2011).

Koshovy kostky jsou dalším testem hodnotícím vizuomotorickou koordinaci vytvořenou Kohsem již v roce 1923. Testovaná osoba má za úkol sestavit obrazce podle dané předlohy pomocí vícebarevných kostek. Test obsahuje 17 různě náročných úloh, hodnocena je přesnost, množství manipulačních pohybů a čas, za který bude daný úkol splněn (Ruisel, 2000).

2HAND test lze také zařadit mezi testy hodnotící vizuomotorickou koordinaci, bude popsán dále.

#### 2.4.5 Vienna Test System

Společnost Schuhfried byla založena jako rodinný podnik v rakouském městě Mödling již v roce 1947 a dodnes se drží na trhu na vysokém postu (Wagnerová, 2011). Především v oblasti psychodiagnostiky se jedná o nejen v Evropě, ale i ve světě známou firmu, jež poskytuje služby a produkty v oblastech kognitivního tréninku, biofeedbacku a psychologické diagnostiky. A právě Schuhfried jako první vynalezl digitální psychologický testovací systém nám známý jako Vienna test system (Schuhfried, 2017).

Vienna test system (VTS) se skládá z administračního softwaru, který administruje testy, zpracovává data a vyhodnocuje výsledky. Další součástí je dongle, který je většinou v podobě paměťového klíče a má informace o licencích a chrání proti neoprávněnému kopírování vytvořených dat. Dále obsahuje vlastní vstupní zařízení a příslušenství jako například reakční panely (Assessment Systems, 2017). VTS obsahuje až 120 testů a testových baterií.

Za zmínku stojí, že 570 univerzit a 2950 klinik, nemocnic a rehabilitačních center využívá tento systém (Schuhfried, 2017a).

Testování pomocí VTS je často rozdělováno do čtyř oblastí. První z nich je testování v oblasti neuropsychologie, konkrétně u pacientů s duševními nebo neurologickými poruchami a u pacientů po poranění mozku (Schuhfried, 2017c). Měření v psychologii sportu je další oblastí, VTS se využívá pro zhodnocení reakční doby, koordinace, periferního vnímání nebo volby rozhodování (Schuhfried, 2017d). Oblast lidských zdrojů zahrnuje testování využívající se v profesním poradenství, během výběrového řízení nebo při rozvoji zaměstnanců (Schuhfried, 2017b). Testování v oblasti dopravy se využívá především u profesionálních řidičů, dále pak u jedinců zodpovědných za dopravní nehody (Schuhfried, 2017e).

Ačkoliv má VTS velké množství testů, v této diplomové práci jsou využity 2HAND test a Motor Performance Series.

##### 2.4.5.1 2HAND test

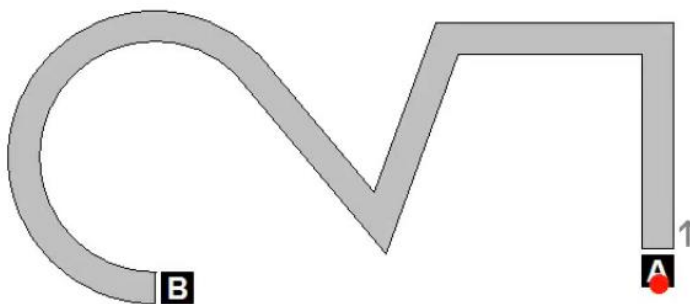
2HAND test, v českém překladu test koordinace rukou, je standardizovaná testovací metoda, pomocí které se měří vizuomotorická koordinace, hodnotí tedy koordinaci mezi pravou a levou rukou a senzomotorickou koordinaci mezi rukou a okem. Důležitou podmínkou testovaného je schopnost anticipace pohybu a snaha zmírnit

pomocí vizuální kontroly odchylky pohybů každé ruky. Tento test je ovládán pomocí speciálního panelu (Obrázek 1), který obsahuje dvě ovládací páky, dvě otočná kolečka, několik barevných a numerických tlačítek. 2HAND test nabízí šest forem S1-S6, lišící se počtem provedených kol a možností ovládání, a to buď pomocí koleček, nebo pák.



Obrázek 1. Pracovní deska 2HAND testu (Archiv autora, 2017)

Hlavním úkolem je pomocí ovladačů pohybovat červeným bodem na obrazovce počítače po předem vyznačené trase (Obrázek 2). Pravý ovladač zajišťuje pohyb vertikálně a levý naopak pohyb horizontálně. Vždy je nutné se dostat z bodu A do konečného bodu B co nejrychleji, ale současně se snažit nevybočit z dráhy ven. Každá chyba – vybočení z trasy – se zaznamená jako zvukový signál. Trasa se skládá ze tří částí, které se liší svojí náročností, trasa tvaru písmene L, písmene V a oblouková část.



Obrázek 2. Dráha 2HAND testu (Archiv autora, 2017)

Testované hodnoty neboli proměnné jsou průměrná celková doba, průměrná doba trvání chyby, procento celkové doby trvání chyby a obtížnost koordinace. Průměrná celková doba ukazuje, jak rychle je testovaný schopen zpracovat informace o poloze

červeného bodu vzhledem k trase, kterou má projet. Je zde hodnocena rychlost projetí všech zadaných kol. Průměrná celková doba trvání chyby a její procento hodnotí kvalitu výkonu, tedy přesnost pohybů a zpracování informací. Doba trvání chyby je hodnocena jako čas bodu strávený mimo vyznačenou trasu, procento této chyby se vypočítává jako poměr průměrného celkového trvání chyby a průměrné celkové doby. Obtížnost koordinace je definována poměrem času potřebného ke zvládnutí trasy koordinované a času potřebného ke zvládnutí trasy nekoordinované. V případě, že je hodnota rovna 1, čas projetí obou drah je stejný. Hodnota vyšší než 1 znamená, že projetí dráhy bylo pro probanda náročnější.

Cronbachův  $\alpha$  koeficient reliability se pohybuje mezi  $r = 0,85$  a  $r = 0,98$ . Pro formu S2, která je využita v této diplomové práci, se Cronbachův  $\alpha$  koeficient uvádí pro průměrnou dobu zpracování  $r = 0,92$  bez rozdílu pohlaví, pro průměrnou celkovou dobu trvání chyby je  $r = 0,72$  a pro procento celkové doby trvání chyby  $r = 0,69$ . Cronbachův  $\alpha$  koeficient je vysoký a zajišťuje tak přesné měření (Puhr, 2011).

Obsahová validita 2HAND testu je dána ve smyslu validity logické. Konstruktová validita udává, že test je vhodný k hodnocení rychlosti a přesnosti výkonů probanda.

Firma Schuhfried vytvořila v roce 2007 až 2008 normy pro 2HAND test. Tyto normy však nelze zohlednit podle více kritérií, jsou tedy rozdělené buď podle pohlaví, nebo věku. Pro formu S2 je k dispozici norma zpracovaná dle věku, tedy 17 až 33 let o celkovém počtu 65 probandech. Další norma zohledňuje pohlaví, 132 žen ve věku 17 až 74 let a 112 mužů ve věku 20–74 let. Pomocí normativních dat byly vytvořeny tabulky s percentily, kdy percentil 25. až 75. značí průměrnou hodnotu pro danou proměnnou (Tabulka 1).

Tabulka 1. Percentilové hodnocení dosažených výsledků

Percentil	Dosažená úroveň
0.–16. percentil	výrazně podprůměrná úroveň
16.–24. percentil	mírně podprůměrná úroveň
25.–75. percentil	průměrná úroveň
76.–84. percentil	mírně nadprůměrná úroveň
84. a větší percentil	nadprůměrná úroveň

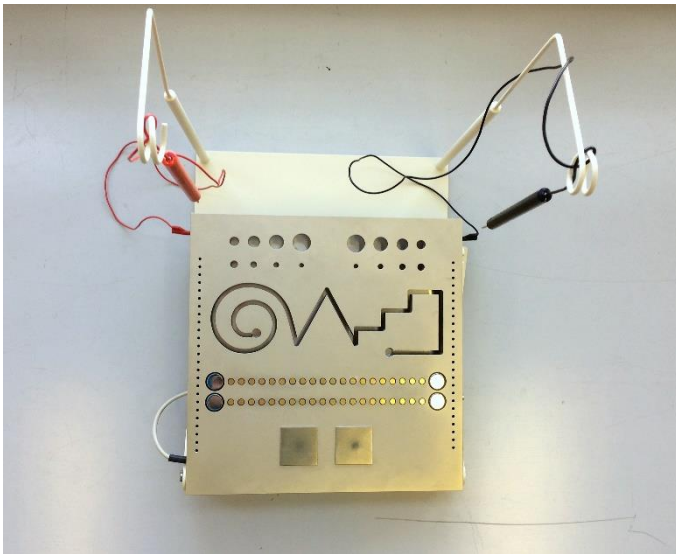


#### 2.4.5.2 Motor Performance Series

V českém překladu motorická výkonová série je testová baterie k analýze jemné motoriky. Měření je provedeno pomocí dynamických a statických úkolů hodnotících pohyby prstů, rukou i paží. Součástí testu je pracovní deska o rozměrech 30 x 30 x 1,5 cm, obsahuje otvory, dotykové plochy a vyfrézované dráhy (Obrázek 3). Z obou stran desky jsou připevněné hroty, černý pro pravou rukou, červený pro levou ruku.

S pomocí desky a hrotů jsou vykonávány dané úkoly nejdříve pravou, poté levou horní končetinou, v určité formě i oběma rukama, množství úkolů se liší vybranou formou testování.

Jeden z úkolů je schopnost udržení ruky v klidu, anglický popis „steadiness“. Jedinec musí zasunout hrot do otvoru (průměr otvoru se odvíjí od formy testu) a vydržet v něm po dobu 32 sekund, aniž by se dotknul bočních stran. Hodnotí se chyby, tedy množství doteků hrotem.



Obrázek 3. Pracovní deska Motor Performance Series (Archiv autora, 2017)

Sledování dráhy (line tracking) spočívá ve schopnosti projet s pomocí hrotu dráhou co nejrychleji a nejpresněji bez dotyku bočních stran či dna. Hodnotí se rychlost a množství dotyků.

Při zaměření pohybu na cíl, anglicky aiming, musí testovaná osoba postupně ťuknout pomocí hrotu na řadu 20 políček z jedné strany na druhou co nejrychleji a nejpresněji. Chyba se započítává ve chvíli, kdy se hrot nedotkne políčka.

Tapping neboli klepání je další podtest, který hodnotí rychlost zápěstí a prstů. Jedinec se musí v časovém intervalu 32 sekund co nejvíce krát dotknout hrotem čtvercové desky o průměru 5 cm. Počítá se množství dotyků za daný čas.

Zasouvání kolíků je poslední z úkolů, který hodnotí zručnosti a obratnosti prstů a ruky. Testovaná osoba musí zasunout po jednom 25 kolíků do otvorů shora dolů v pracovní desce, která je 30 cm od držáku s kolíky. Hodnotí se čas, za který jsou všechny kolíky zasunuty.

Výsledné hodnoty jsou spočítány zvlášť pro pravou a levou ruku. Pro podtest steadiness je hodnocen počet chyb, tedy množství doteků o strany či dno při snaze udržet ruku v klidu. U testu sledování dráhy se vypočítává celková doba, za kterou jedinec dráhu projede, a počet chyb neboli doteků. Pro aiming je vypočítána celková doba, tedy čas, za který jedinec přeťuká všechna políčka. V případě tappingu se počítá počet zásahů hrotem o desku a u zasouvání kolíků se hodnotí celkový čas.

Pro subtesty sledování dráhy a aiming byly vypočítány retestové koeficienty pro pravou ruku  $r = 0,52$  až  $r = 0,92$ , pro levou ruku pak  $r = 0,60 - 0,90$ . Pro tapping byl spočítán Cronbachův  $\alpha$  koeficient  $r = 0,94$ . Tyto střední až vysoké hodnoty zajišťují spolehlivé použití testové baterie (Neuwirth & Benesch, 2010).

Objektivizaci zhoršení jemné motoriky lze testovat pomocí Motor Performance Series, což potvrdilo srovnání osob s poškozením centrální motoriky s osobami zdravými. Rozdíly ve výkonu se ukázaly vysoce významné.

Normativní data firmy Schuhfried byla v roce 2009–2010 sestavena i pro tuto testovou baterii, opět však nelze porovnávat více kritérií (věk, pohlaví) dohromady. Pro formu S2, která je využita v této diplomové práci, jsou k dispozici normy dle věku, tato norma čítá 172 probandů (78 mužů a 94 žen) ve věku 15 až 50 let. Další norma má dělení podle pohlaví, pro ženy vzorek o 143 testovaných ve věku 15 až 84 let, a pro muže vzorek o 109 probandech s věkovým rozpětím 15 až 77 let.

### 3 CÍLE

Hlavní cíl:

Cílem diplomové práce bylo posoudit rozdíly v jemné motorice a vizuomotorické koordinaci u studentek a studentů různých oborů studujících na Univerzitě Palackého.

Výzkumné otázky

1. Je vizuomotorická koordinace a jemná motorika ovlivněna oborovým zaměřením?
2. Mají exogenní faktory (pohybová aktivita, ruční práce a manuální práce) vliv na výsledky 2HAND testu a MLS testu?
3. Korespondují získané výsledky 2HAND testu a MLS testu u našeho testovaného souboru s normativními hodnotami firmy Schuhfried?
4. Je síla stisku u studentů a studentek ovlivněna provedením testů?

## 4 METODIKA

### 4.1 Charakteristika výzkumného souboru

Výzkumný soubor byl tvořen studenty a studentkami Univerzity Palackého v Olomouci ve věku 21 až 25 let, kteří studují ve třetím, čtvrtém nebo pátém ročníku obor fyzioterapie, obor zubního lékařství nebo tělovýchovné obory fakulty tělesné kultury, fakulty zdravotnických věd a lékařské fakulty. Všichni testovaní byli osloveni buď osobně, nebo pomocí sociálních sítí. První a druhé ročníky nebyly testovány, abychom zajistili větší vyhraněnost v daném oboru. Výzkum probíhal v říjnu a v listopadu 2016 a celkově se testování zúčastnilo 80 probandů. Na základě odebrané anamnézy a orientačního vyšetření obsahoval konečný výzkumný soubor 76 osob, kdy pro nesplnění podmínek měření byly vyloučeny 4 osoby. 76 probandů bylo rozděleno do třech skupin podle studovaného oboru. První skupinu tvořily osoby studující obor fyzioterapie, kde bylo 17 žen a 16 mužů. Druhá skupina zahrnovala studující tělovýchovné obory, kde bylo 15 žen a 16 mužů. Poslední třetí skupina čítala 8 studentek a 4 studenty zubního lékařství. Do studie byli zařazeni probandí s pravostrannou dominancí horní končetiny nebo ambidextři. Vyloučení ze souboru byli jedinci, kteří uvedli v anamnéze neurologické nebo psychické onemocnění.

### 4.2 Průběh testování

Měření probandů probíhalo v antropometrické laboratoři katedry přírodních věd v kinantropologii na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Pro zajištění standardizace testování se testovalo v klidném prostředí se stálou teplotou a přiměřeným osvětlením. Měření probíhalo vždy za přítomnosti jednoho stejného fyzioterapeuta. Všichni testovaní byli předem seznámeni s podmínkami a průběhem měření, byla jim odebrána anamnéza, provedeno základní vyšetření, měření síly stisku pomocí dynamometru před testováním a po testování a samotné měření pomocí Vienna test system. Testovaný seděl u stolu na pevné židli, obrazovka počítače a testovací desky byly vždy před testovaným položené na stole.

Testování bylo realizováno v rámci projektu GAČR pod ID 15-13980S. Projekt byl schválen Etickou komisí FTK UP dne 4/7 2016 jednací číslo 54/2016 v Olomouci. Všichni testovaní podepsali informovaný souhlas.

#### 4.2.1 Anamnéza

Pomocí anamnézy (Příloha 1) byly zjištěny základní údaje včetně stranové dominance horní končetiny, dále se zjišťovalo, zdali jedinec nosí brýle. Z hlediska horní končetiny byly zaznamenány údaje o úrazech, onemocněních, operacích nebo omezujících bolestech testovaného. Testované osoby byly dotazovány na dlouhodobé bolesti krční páteře, problémy se psaním, nebo trpí-li nějakými neurologickými nebo psychickými problémy. Z hlediska pracovní anamnézy se zjišťoval studovaný obor včetně praxe, práce nebo brigády při studiu, kde pracuje jedinec manuálně. Sportovní anamnéza se zaměřila na úroveň a množství pohybové aktivity. Součástí také byla otázka, zdali proband hraje na nějaký hudební nástroj nebo se věnuje ručním pracím nebo jiným pracím rozvíjející jeho jemnou motoriku.

#### 4.2.2 Orientační vyšetření

Orientační vyšetření bylo zaměřeno především na oblast horních končetin. Pozorovala se barva kůže a otoky, různé jizvy či deformity, které by jedince omezovaly. Dále se hodnotila dominance horní končetiny pomocí základních orientačních testů. Vyšetření taxy se hodnotilo pomocí testu prst-nos, vyšetření povrchového čítí na ruku pomocí dotyku a stereognózie. Rozsahy pohybů všech kloubů na obou horních končetinách byly vyšetřeny orientačně, navíc s vyšetřením kombinovaných pohybů (Mouth Wrap Around Test a Apley's Scratch Test). Na konci byli probandi vyzváni, aby provedli špetkový, klíčový a pinzetový úchop pro zjištění kompetencí jemné motoriky.

#### 4.2.3 Síla stisku

Před samotným měřením bylo provedeno vyšetření síly stisku pomocí ručního dynamometru Digital Analyser Multi-Myometer vytvořený firmou MIE Medical Research. Jedná se o dvoufunkční dynamometr s klinickým vyhodnocovacím softwarem (MIE Medical Research Ltd, 2004).

Každý vyšetřovaný, který seděl na židli s rukou volně podél těla a s mírnou flexí v loketním kloubu, měl za úkol maximální silou stisknout dynamometr a držet po dobu pěti vteřin. Vždy byla testována nejdříve pravá a poté levá horní končetina před

testováním pomocí VTS a po něm. Výsledné hodnoty byly zaneseny do tabulky MS Excel.

#### 4.2.4 Vienna test system

Po odebrání anamnézy, základního vyšetření a změření síly stisku ruky dynamometrem následovalo měření pomocí VTS.

Pro měření této diplomové práce byla vybrána forma S2 2HAND testu a forma S2 Motor Performance Series.

První byl proveden 2HAND test forma S2, jež je ovládána pomocí dvou pohyblivých pák na pracovní desce, páky zajišťují vertikální a horizontální směr pohybu. Tato forma byla vybrána vzhledem k věku probandů a vyšším nárokům na ovládání než u otočných koleček. Test se skládá ze dvou cvičných kol a ze čtyř kol, která jsou již hodnocena. Před začátkem testu byla vždy instruktáž, která vysvětluje ovládání pák, množství kol a zvukový signál značící chybu. Stiskem zeleného tlačítka začínají cvičná kola. Následně se na obrazovce počítače zobrazí bod A, na který musí proband najet červenou tečkou, poté se zobrazí dráha a cílový bod B, ke kterému musí dojet. Po skončení kola následuje druhé cvičné kolo a po jeho ukončení se zobrazí závěrečná instrukce, stiskem zeleného tlačítka začíná vlastní testování o čtyřech kolech. Obecné informace o 2 HAND testu byly popsány v kapitole 2.4.5.1 2HAND test.

Po skončení 2HAND testu následovalo měření pomocí testovací baterie Motor Performance Series forma S2, která obsahuje 4 podtesty pro pravou a 4 podtesty pro levou horní končetinu. Před každým úkolem byla podána instrukce. Úkoly byly provedeny v následujícím pořadí: steadiness, sledování dráhy, aiming a tapping. Při všech subtěstech s výjimkou tappingu nesměl mít proband testovanou horní končetinu opřenu o stůl, netestovanou horní končetinu měl volně položenou. V kapitole 2.4.5.2 Motor Performance Series jsou popsány obecné informace o jednotlivých subtěstech.

V případě potřeby byla krátká přestávka mezi 2HAND testem a motorickou výkonovou sérií.

### 4.3 Statistické zpracování dat

Všechna naměřená data získaná pomocí softwaru Vienna test system byla zanesena do tabulek Microsoft Office Excel 2010. Následně byla data statisticky zpracována pomocí programu Statistica 12. Pro naměřené parametry byly spočítány základní

statistické charakteristiky: aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, minimální a maximální hodnota. Studentův t-test byl použit pro zjištění statistické významnosti u parametrů se dvěma kódy, tedy pohybová aktivita, manuální práce a ruční práce. Scheffeho test (analýza rozptylu), jenž se využívá pro výpočet statisticky významného rozdílu středních hodnot, s F-test (test rozdílu dvou rozptylů) byly použity pro porovnání výsledků s ohledem na obor a pohlaví.

#### 4.4 Limity studie

Pomocí anamnézy a orientačního vyšetření byl vytvořen výzkumný soubor o 76 probandech. Do studie nebyli zařazeni probandi, kteří trpí psychickou, neurologickou nebo motorickou poruchou. Dalším kritériem byl studovaný oborový ročník, vyloučeny byly osoby, které studují 1. nebo 2. ročník, abychom zajistili vyhraněnost pro daný obor. Věk všech testovaných se pohyboval v rozmezí 21 až 25 let. V případě, že nebyly splněny některé z výše zmíněných podmínek, byl proband ze studie vyřazen.

## 5 VÝSLEDKY

Výsledky zobrazené v této kapitole vycházejí z anamnézy, orientačního kineziologického vyšetření, vyšetření síly stisku pomocí dynamometru a především z měření 2HAND testu a Motor Performance Series. Podkapitola každého testu obsahuje zpracované základní statistické charakteristiky, vliv exogenních faktorů na výsledek testu a porovnání výsledku vzhledem k normě firmy Schuhfried.

Výsledky jsou zobrazeny v tabulkách a grafech a doplněny slovním komentářem.

### 5.1 Anamnestická data

U všech probandů byla provedena anamnéza před začátkem testování. Veškeré získané informace byly zpracovány a nejdůležitější z nich zaneseny do tabulky (Tabulka 2).

Tabulka 2. Anamnéza (N=76)

Sledovaný parametr	ANO		NE		PA < 3x		PA > 3x	
	N	%	N	%	N	%	N	%
brýle	32	42,1	44	57,9	-	-	-	-
manuální práce	62	81,6	14	18,4	-	-	-	-
ruční práce, hra na hudební nástroj	33	43,4	43	56,6	-	-	-	-
pohybová aktivita (PA)	72	94,7	4	5,3	20	26,3	56	73,7

Vysvětlivky: N – počet, PA < 3x – nepravidelná pohybová aktivita (méně jak 3x týdně), PA > 3x – pravidelná pohybová aktivita (3x a vícekrát týdně)

Výsledky uvedené v tabulce 2 zobrazují čtyři hlavní faktory z odebrané anamnézy. První faktor byl zaměřen na to, zda proband nosí dioptrické brýle pro krátkozrakost nebo dalekozrakost. Z výsledků je patrné, že 42,1 % probandů brýle nosí, 57,9 % nikoliv. Tento faktor však nebyl zohledňován jako kritérium ve vztahu k výsledkům testů.

Manuální práce je faktor, který zohledňuje, zdali testovaná osoba ve svém volném čase vykonává nějakou manuální aktivitu v rámci brigády (např. masáže, prodavačka, skládání zboží). Z celkového počtu 76 probandů uvedlo pouze 18,4 %, že žádnou takovou aktivitu neprovádí, naopak 81,6 % uvedlo, že takovou aktivitu vykonává.



Dalším faktorem byly ruční práce (pletení, šití), hra na hudební nástroj nebo jiné aktivity spojené s jemnou motorikou. Zde uvedlo 43,4 % testovaných, že provádí činnost rozvíjející jemnou motoriku.

Posledním faktorem byla pohybová aktivita, jež jsme rozdělili na pravidelnou, kterou charakterizuje cvičení alespoň třikrát týdně, a nepravidelnou – pohybová aktivita méně než třikrát týdně. Pouze 5,3 % uvedlo, že neprovozuje žádnou pohybovou aktivitu, ti byli zahrnuti do kategorie nepravidelné pohybové aktivity, tvořenou 26,3 %. Zbýlých 73,7 % se pak věnuje pohybu pravidelně.

## 5.2 2HAND test

V této části jsou popsány výsledky 2HAND testu – základní statistické charakteristiky, porovnání mezi jednotlivými obory bez rozdílu pohlaví, porovnání výsledků s ohledem na obor i pohlaví a popis vlivu manuální práce, ruční práce a pohybové aktivity na výsledky testu celého testovaného souboru. Všechny naměřené hodnoty testu zkoumaného souboru jsou dále srovnány s normami vytvořenými firmou Schuhfried.

### 5.2.1 Popisné charakteristiky 2HAND test

Základní statistické charakteristiky byly vypočítány pro proměnné: průměrná celková doba (s), průměrná celková doba trvání chyby (s), procento celkové doby trvání chyby (%) a obtížnost koordinace.

Tabulka 3. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů 2HAND u sloučeného souboru

proměnné	M	SD	Med.	Min.	Max.
průměrná celková doba (s)	26,70	9,99	25,35	10,55	61,39
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,76	0,45	0,68	0,07	2,09
procento celkové doby trvání chyby (%)	3,35	2,81	2,43	0,22	14,52
obtížnost koordinace	3,29	1,01	3,13	1,22	6,02

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty pro celý soubor (N=76). Testování probandů dosáhli průměrné celkové doby 26,7 s. Ovšem velká směrodatná odchylka (SD=9,99) poukazuje na značné rozdíly u jednotlivců. Nejrychlejší doba splnění úkolu

byla 10,55 s a nejpomalejší pak 61,39 s. Průměrná chybovost (doba doteků) při projetí dráhy byla 0,76 s, což odpovídá 3,35 % z celkové doby trvání úkolu. Obtížnost koordinace byla v průměru 3,29. Hodnota vyšší než 1 značí obtížnější koordinaci (při poměru času potřebného na projetí dráhy koordinované a nekoordinované).

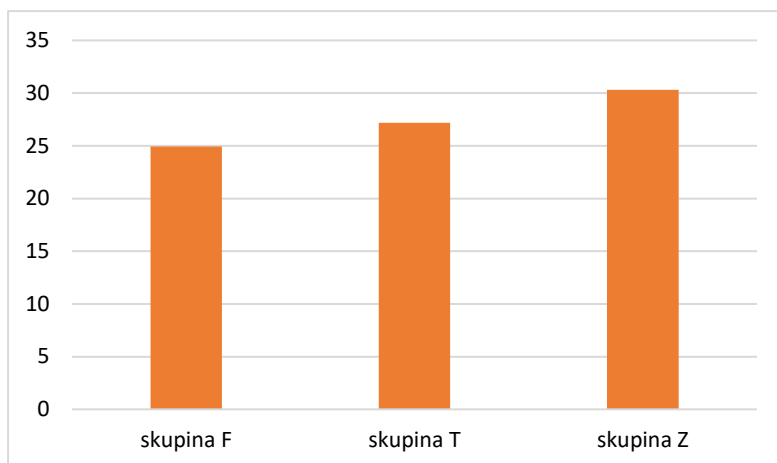
Tabulka 4. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů 2HAND u souborů dělených dle oborů

<b>Skupina F</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
průměrná celková doba (s)	24,93	8,16	23,3	10,55	50,08
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,68	0,42	0,59	0,14	2,09
procento celkové doby trvání chyby (%)	3,10	2,71	2,12	0,66	13,85
obtížnost koordinace	3,51	1,00	3,22	1,39	5,77
<b>Skupina T</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
průměrná celková doba (s)	27,19	11,95	24,31	11,57	61,39
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,85	0,46	0,84	0,07	1,95
procento celkové doby trvání chyby (%)	3,76	2,93	3,46	0,22	14,52
obtížnost koordinace	3,11	1,01	2,81	1,22	6,02
<b>Skupina Z</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
průměrná celková doba (s)	30,30	8,55	31,37	15,06	43,92
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,74	0,45	0,645	0,11	1,61
procento celkové doby trvání chyby (%)	2,97	2,88	2,035	0,34	10,66
obtížnost koordinace	3,12	0,96	2,94	1,62	5,14

Vysvětlivky: F – obor fyzioterapie, T – tělovýchovné obory, Z – obor zubního lékařství,

M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum

Tabulka 4 porovnává základní statistické charakteristiky s ohledem na jednotlivé obory. Celková doba provedení testu byla průměrně u studentů fyzioterapie (skupina F) ze všech tří skupin nejnižší – 24,93 s. Studenti tělovýchovných oborů (skupina T) dosáhli konce trasy průměrně za 27,19 s ovšem s velikou směrodatnou odchylkou (min. 11,57 s a max. 61,39 s) Nejděší čas u testu strávili studenti zubního lékařství (skupina Z), a to 30,30 s. Tyto výsledné hodnoty zobrazuje obrázek 4.

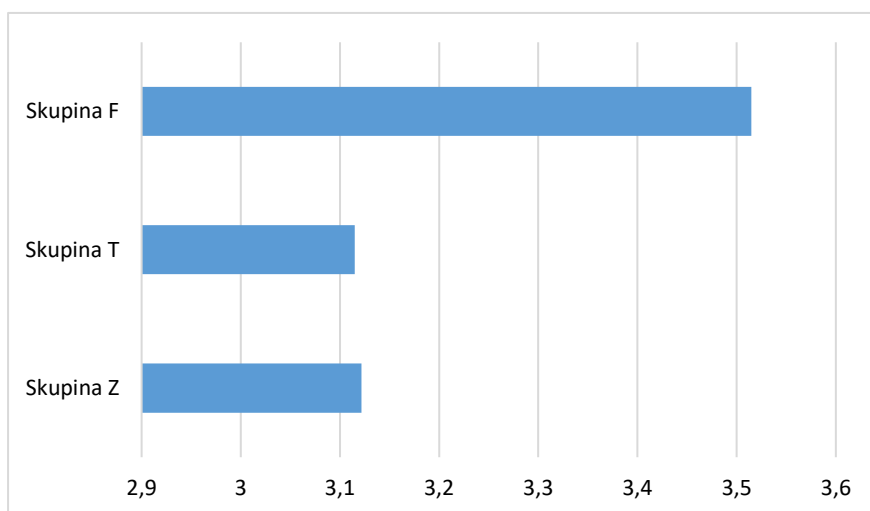


Obrázek 4. Průměrná celková doba (s) 2HAND testu u souborů dělených dle oborů

Při porovnání výsledků proměnné průměrná celková doba trvání chyby, tedy doby, při které se proband dotýkal hrotem dráhy, nebyly nalezeny výraznější odchylky mezi jednotlivými skupinami, nejnižší čas chybovosti měla skupina F s časem 0,68 s. Skupina Z chybovala jen o 0,06 s více a poslední skupina T o 0,17 s více než skupina F (Tabulka 4).

Procento trvání chyby se u všech tří skupin pohybovalo kolem 3 % z celkové doby trvání testu (Tabulka 4).

Poslední zjišťovaná hodnota je obtížnost koordinace, která je vyjádřena poměrem času, který je nutný k projetí dráhy koordinované a nekoordinované. Při hodnotě >1 je projetí dráhy pro jedince náročnější. Nejlépe na tom byla skupina T s průměrnou hodnotou 3,11. Nejhůře poté skupina F, kde se obtížnost koordinace rovnala 3,51 (Obrázek 5).



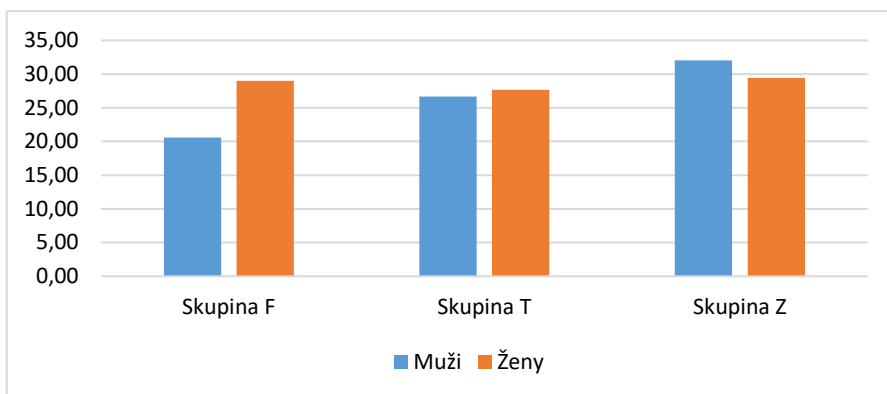
Obrázek 5. Obtížnost koordinace 2HAND testu u souborů dělených dle oborů

Tabulka 5. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů 2HAND testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů

	Skupina F1					Skupina F2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
průměrná celková doba (s)	20,59	5,40	21,57	10,55	28,78	29,01	8,33	28,56	15,06	50,08
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,68	0,46	0,60	0,19	2,09	0,68	0,40	0,59	0,14	1,83
procento celkové doby trvání chyby (%)	3,86	3,45	2,55	0,66	13,85	2,38	1,53	1,92	0,91	7,13
obtížnost koordinace	3,19	0,58	3,11	2,21	4,63	3,83	1,22	3,90	1,39	5,77
	Skupina T1					Skupina T2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
průměrná celková doba (s)	26,66	13,45	22,20	11,57	61,39	27,67	10,8	25,31	12,65	55,66
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,75	0,36	0,88	0,07	1,28	0,95	0,54	0,83	0,19	1,95
procento celkové doby trvání chyby (%)	3,29	2,08	2,83	0,22	6,42	4,20	3,58	3,49	0,69	14,52
obtížnost koordinace	3,14	0,87	2,77	2,13	5,06	3,09	1,15	2,82	1,22	6,02
	Skupina Z1					Skupina Z2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
průměrná celková doba (s)	32,04	8,33	34,71	20,31	38,44	29,43	9,09	30,78	15,06	43,92
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,46	0,18	0,46	0,29	0,64	0,87	0,49	0,95	0,11	1,61
procento celkové doby trvání chyby (%)	1,58	0,95	1,33	0,77	2,89	3,67	3,31	3,03	0,34	10,66
obtížnost koordinace	3,94	0,88	3,80	3,02	5,14	2,71	0,73	2,73	1,62	3,71

Vysvětlivky: F1 – obor fyzioterapie MUŽI, T1 – tělovýchovné obory MUŽI, Z1 – obor zubního lékařství MUŽI, F2 – obor fyzioterapie ŽENY, T2 – tělovýchovné obory ŽENY, Z2 – obor zubního lékařství ŽENY, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum

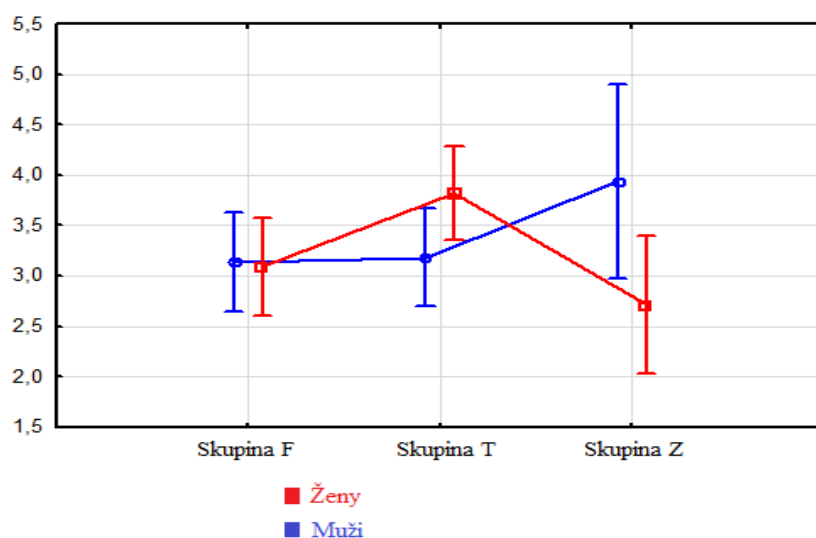
V tabulce 5 jsou zaneseny výsledky, které zohledňují obor i pohlaví. V případě porovnání průměrné celkové doby dosáhly skupiny přibližně podobných výsledků s výjimkou skupiny F1, která daný test splnila v nejkratším čase 20,59 s. Při porovnání hodnot s ohledem na pohlaví byli muži pomalejší v provedení testu pouze ve skupině Z, v ostatních případech byli oproti ženám rychlejší. Nebyl však nalezen statisticky významný rozdíl, jen při porovnání skupiny F1 a F2 byla nejbližší hodnota statistické významnosti  $p = 0,3012$ , u jiných nebyla signifikantní. U skupiny T1 byly nalezeny velké výkyvy hodnot, což dokazuje větší směrodatná odchylka ( $SD=13,45$ ). Grafické zpracování průměrné celkové doby pro všechny skupiny ukazuje obrázek 6.



Obrázek 6. Průměrná celková doba provedení 2HAND testu (s) u souborů dělených dle pohlaví a oborů

Proměnná průměrná celková doba trvání chyby nepřekročila u žádné skupiny 1 s, nejmenší chybovost je zaznamenána u skupiny Z1 s trváním chyby 0,46 s, což je současně nejnižší hodnota jak v porovnání všech skupin, tak u skupin tvořených pouze muži. Mezi ženami dosáhla nejnižších hodnot skupina F2 s chybovostí 0,68 s, což je 3,83 % z celkové doby trvání (Tabulka 5).

U posledního parametru – obtížnost koordinace (poměr času, za který proband projede koordinovanou a nekoordinovanou část trasy) nebyl nalezen signifikantní rozdíl při použití Scheffeho testu, v případě F-testu byl vypočítán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,0248$ ) s ohledem na obor a pohlaví. Lepší koordinace byla pozorována ve skupině T a Z u žen, přičemž mezi ženami a muži ze skupiny Z byl největší rozdíl (průměrná obtížnost koordinace u mužů o 1,23 horší). Ve skupině F měli lepší koordinaci muži. Grafické znázornění výsledků proměnné obtížnost koordinace zobrazuje obrázek 7.

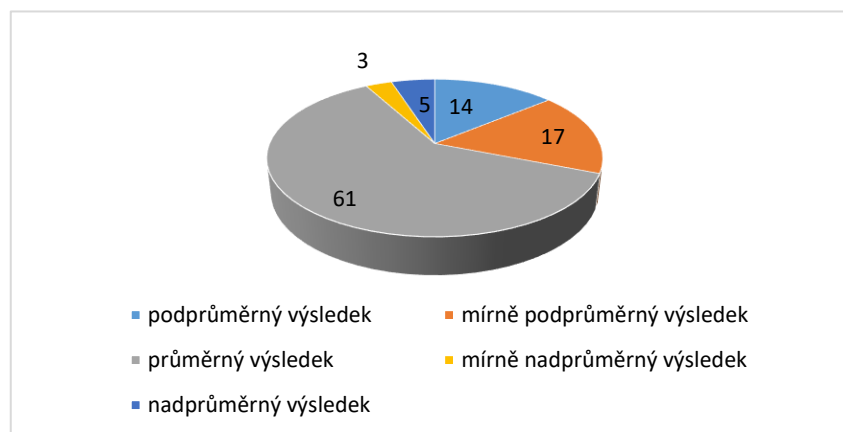


Obrázek 7. Obtížnost koordinace 2HAND testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů

V závěru této podkapitoly je nutno podotknout, že nebyl nalezen statisticky významný rozdíl mezi jednotlivými obory bez nebo s ohledem na pohlaví při porovnávání výsledků 2HAND testu. Výjimkou byla pouze proměnná obtížnost koordinace (F-test,  $p = 0,0248$  při zohlednění oboru a pohlaví).

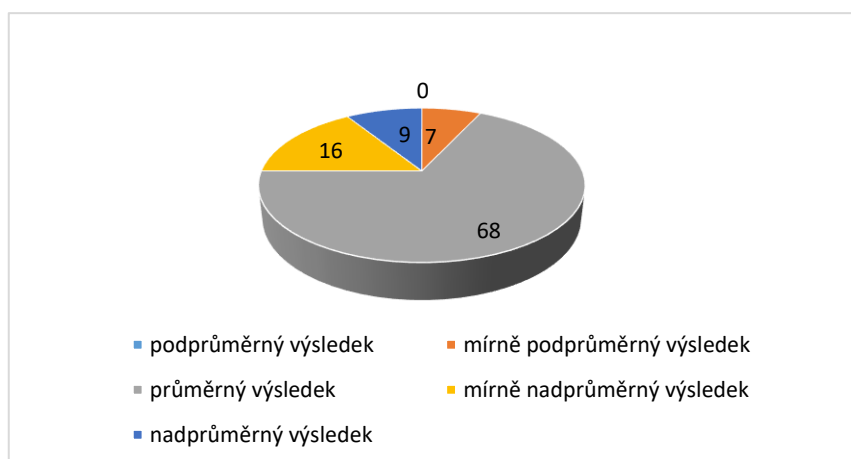
### 5.2.2 Porovnání s normativními daty

Normativní data 2HAND testu od firmy Schuhfried jsou k dispozici ve formě percentilové tabulky (Příloha 2). Naměřené hodnoty testovaného souboru (N=76) byly podle percentilů v tabulce zařazeny do jednotlivých úrovní, kterých lze dosáhnout (podprůměrná, mírně podprůměrná, průměrná, mírně nadprůměrná a nadprůměrná úroveň). Pro výsledky této studie byla použita norma, která zohledňuje věk (norma se vzorkem 65 testovaných ve věku 17–33 let). Současné porovnání věku a pohlaví zatím není k dispozici.



Obrázek 8. Kategorizace celkové doby trvání 2HAND testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried

Po zařazení hodnot celkové doby trvání do percentilové tabulky bylo zjištěno, že 61 % testovaných dosáhlo průměrného výsledku. Mírně podprůměrná a podprůměrná úroveň byla zjištěna u 17 % a 14 % probandů, naopak pouze 3 % dosáhla mírně nadprůměrných a 5 % nadprůměrných výsledků (Obrázek 8).



Obrázek 9. Kategorizace celkové doby trvání chyby 2HAND testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried

Obrázek 9 zobrazuje dosažené jednotlivé úrovně hodnoty celková doba trvání chyby u testovaných (N=76). Nadprůměrný výsledek byl zaznamenán u 9 % probandů, mírně nadprůměrného výsledku dosáhlo 16 %. Průměrnou hodnotu zastupuje 68 % probandů, mírně podprůměrného výsledku pak dosáhlo zbývajících 7 %.

### 5.2.3 Vliv exogenních faktorů na výsledky 2HAND testu

Tato podkapitola je věnována vlivu vnějších faktorů na jednotlivé výsledky 2HAND testu. Jedná se o faktory manuální práce, ruční práce a pohybová aktivita.

Tabulka 6. Vliv manuální práce na výsledky 2HAND testu

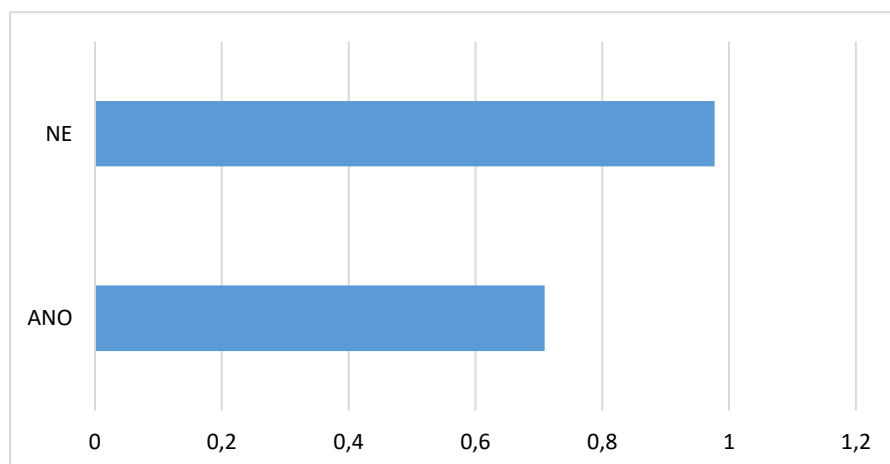
proměnné	ANO		NE		P
	M	SD	M	SD	
N=76	N=62		N=14		
průměrná celková doba (s)	26,27	7,93	28,62	16,61	0,4309
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,71	0,46	0,98	0,33	<b>0,0417</b>
obtížnost koordinace	3,31	1,07	3,18	0,64	0,6568

Vysvětlivky: N – počet, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti

Tabulka 6 ukazuje rozdíly ve výsledcích 2HAND testu mezi jedinci, kteří vykonávají nějakou manuální práci, a mezi těmi, kteří v anamnéze udali, že nikoliv. Testované osoby, které vykonávají nějakou manuální práci, byli v průměru o 2,35 s rychlejší ve vykonání testu a o 0,27 s méně chybovali než ti, kteří manuální práci neprovádějí.

Ovšem obtížnost koordinace vyšla lépe u druhé skupiny, která manuální práce neprovádí a dosáhla o 0,13 lepší hodnoty oproti první skupině, která tak měla horší koordinaci při projetí dráhy (Tabulka 6).

Statisticky významný rozdíl byl nalezen u parametru průměrná celková doba trvání chyby ( $p = 0,0417$ ) při porovnání obou skupin (Obrázek 10). U dalších dvou parametrů statisticky významné rozdíly nalezeny nebyly.



Obrázek 10. Celková doba trvání chyby 2HAND testu a vliv manuální práce u sloučeného souboru

Vysvětlivky: ANO – probandi provádějící manuální práci, NE – probandi, kteří nevykonávají manuální práci

Tabulka 7. Vliv ruční práce na výsledky 2HAND testu

proměnné	ANO		NE		
N=76	N=33		N=43		
	M	SD	M	SD	p
průměrná celková doba (s)	27,42	9,68	26,15	10,31	0,5875
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,76	0,49	0,78	0,41	0,5764
obtížnost koordinace	3,26	0,96	3,31	1,05	0,8079

Vysvětlivky: N – počet, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti

Vliv ruční práce, hry na hudební nástroj a dalších činností rozvíjející jemnou motoriku na výsledky 2HAND testu popisuje Tabulka 7. Průměrná celková doba byla u jedinců s ruční prací 27,42 s a u testovaných, kteří takovou aktivitu neprovozují, byla 26,15 s, tedy o 1,27 s rychlejší než u první skupiny.

Průměrná celková doba trvání chyby byla u obou skupin podobná (0,76 s a 0,78 s.).

Proměnná obtížnost koordinace, která značí rozdíl času potřebného na projetí koordinované a nekoordinované dráhy, byla u první skupiny lepší jen o 0,05. U žádné z proměnných však nebyl nalezen statisticky významný rozdíl.



Tabulka 8. Vliv pohybové aktivity na výsledky 2HAND testu

proměnné	PA < 3x		PA > 3x		
N=76	N=20		N=56		
	M	SD	M	SD	P
průměrná celková doba (s)	26,05	10,40	28,53	8,73	0,3427
průměrná celková doba trvání chyby (s)	0,73	0,42	0,83	0,52	0,4354
obtížnost koordinace	3,32	0,98	3,20	1,10	0,6494

Vysvětlivky: N – počet, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, p – hladina statistické významnosti, PA < 3x – nepravidelná pohybová aktivita (méně jak 3x týdně), PA > 3x – pravidelná pohybová aktivita (3x a vícekrát týdně)

Tabulka 8 zobrazuje vliv pohybové aktivity (PA) na výsledky 2HAND testu. Jedinci, kteří mají pravidelnou PA zvládli test v průměru o 2,48 s pomaleji oproti skupině, která udává nepravidelnou PA. Podobné výsledky platí i pro průměrnou celkovou dobu trvání chyby, kdy skupina s nepravidelnou PA měla chybovost 0,73 s a skupina druhá 0,83 s.

Obtížnost koordinace byla vypočítána u skupiny s nepravidelnou PA na 3,32 a u osob s pravidelnou PA na 3,20. Hodnoty blíží se 1 značí, že jedinec byl schopen projet koordinovanou část trasy stejně rychle jako nekoordinovanou.

V souhrnu lze tedy říci, že pozitivní vliv má na průměrnou celkovou dobu trvání chyby pouze manuální práce, což se nám potvrdilo ( $p = 0,0417$ ). Jedinci, kteří vykonávají nějakou manuální aktivitu, měli o 0,27 s menší chybovost oproti druhé skupině, která žádnou takovou aktivitu nevykonává.

### 5.3 Motor Performance Series

Tato část popisuje druhý provedený test Motor Performance Series (MLS) a jeho výsledky. V podkapitolách jsou popsány základní statistické charakteristiky, porovnání mezi jednotlivými obory bez rozdílu pohlaví, porovnání výsledků s ohledem na obor i pohlaví a popis vlivu manuální práce, ruční práce a pohybové aktivity na výsledek testu celého testovaného souboru. Naměřené hodnoty testovaného souboru jsou dále srovnávány s normami firmy Schuhfried.

### 5.3.1 Popisné charakteristiky Motor Performance Series

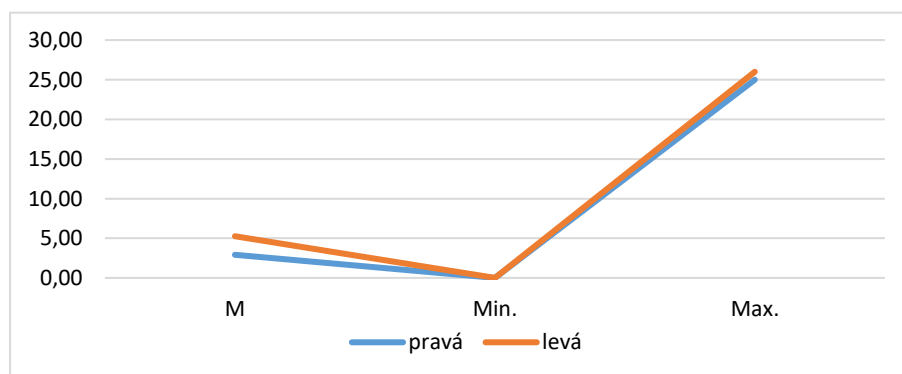
Základní statistické charakteristiky byly vypočítány pro proměnné: třes rukou (chyby), sledování dráhy (s), sledování dráhy (chyby), aiming (s), tapping (zásahy). Všechny parametry jsou uvedeny vždy pro pravou a levou ruku.

Tabulka 9. Základní statistické charakteristiky proměnných MLS u sloučeného souboru

<b>PRAVÁ</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
třes rukou (chyby)	2,93	4,00	2,00	0,00	25,00
sledování dráhy (s)	38,85	15,95	36,69	13,67	139,68
sledování dráhy (chyby)	18,67	10,24	17,00	3,00	57,00
aiming (s)	6,99	1,54	6,54	4,97	11,84
tapping (zásahy)	215,88	14,95	216,00	187,00	241,00
<b>LEVÁ</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
třes rukou (chyby)	5,25	6,18	3,00	0,00	26,00
sledování dráhy (s)	37,64	14,20	33,82	14,47	102,25
sledování dráhy (chyby)	24,80	11,66	23,00	4,00	60,00
aiming (s)	7,42	1,87	7,12	4,86	16,26
tapping (zásahy)	194,25	23,43	192,00	141,00	269,00

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka

V tabulce 9 jsou uvedeny parametry pro celý soubor (N=76). V případě první proměnné třes rukou lze pozorovat, že počet chyb byl výrazně vyšší při provádění úkolu levou rukou, a to o 2,32 více než u pravé ruky. Maximum chyb je však pro obě ruce přibližně srovnatelné. Současně se našel vždy alespoň jeden proband (pro pravou i levou ruku), který udržel hrot v dírci po celou dobu bez dotyku. Grafické znázornění ukazuje Obrázek 11.



Obrázek 11. Třes rukou (chyby) MLS testu u sloučeného souboru

Sledování dráhy z hlediska času je srovnatelné pro obě ruce, avšak pozorujeme větší směrodatnou odchylku, která nás upozorňuje na vyšší výkyvy výkonů. Při sledování dráhy pravou rukou byl nejkratší čas 13,67 s a nejdelší 139,68 s. Pro levou ruku jsou výkyvy o něco menší – nejrychleji byla dráha projeta za 14,47 s a nejpomaleji za 102,25 s.

Počet chyb během sledování dráhy byl vyšší o 6,13 pro levou ruku oproti pravé (18,67 chyb pravá, 24,8 chyb levá).

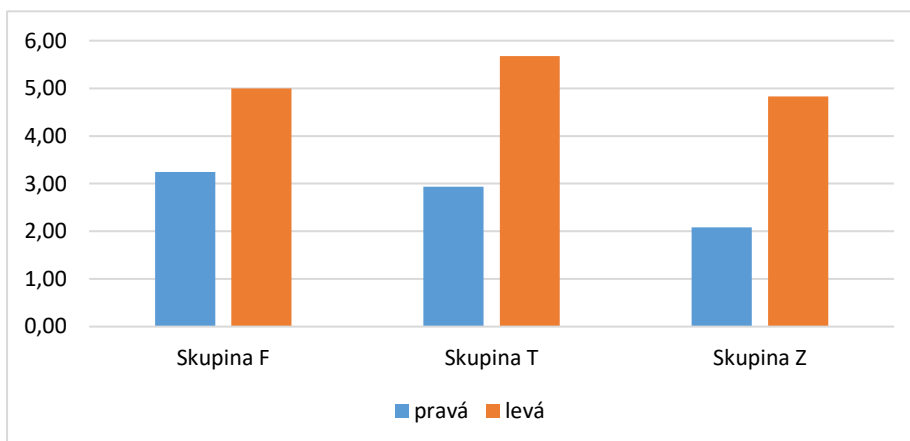
V případě proměnné aiming jsou rozdíly minimální, zatímco při tapping byl vypočítán vyšší počet zásahů pravou rukou, a to o 21,63 zásahů. Tapping provedený levou rukou má ovšem větší směrodatnou odchylku značící výkyvy v provedení úkolu, nejnižší počet zásahů byl 141, zatímco nejvyšší počet byl 269 zásahů (Tabulka 9).

Tabulka 10. Základní statistické charakteristiky sledovaných parametrů MLS testu u souborů dělených dle oborů

Skupina F						Skupina F					
PRAVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.	LEVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	3,24	3,81	2,00	0,00	13,00	třes rukou (chyby)	5,00	5,36	3,00	0,00	25,00
sledování dráhy (s)	38,91	9,90	39,80	22,72	60,71	sledování dráhy (s)	38,62	12,59	36,64	20,40	65,30
sledování dráhy (chyby)	20,55	10,62	17,00	7,00	57,00	sledování dráhy (chyby)	27,97	12,74	27,00	8,00	60,00
aiming (s)	7,25	1,56	6,97	5,11	11,36	aiming (s)	7,68	1,56	7,53	5,18	11,20
tapping (zásahy)	214,45	14,41	216,00	187,00	240,00	tapping (zásahy)	192,85	18,54	191,00	165,00	231,00
Skupina T						Skupina T					
PRAVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.	LEVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	2,94	4,68	2,00	0,00	25,00	třes rukou (chyby)	5,68	6,54	2,00	0,00	22,00
sledování dráhy (s)	36,41	12,13	34,34	18,44	66,49	sledování dráhy (s)	34,35	10,84	32,45	14,47	63,41
sledování dráhy (chyby)	18,48	10,06	17,00	3,00	51,00	sledování dráhy (chyby)	22,61	9,82	22,00	7,00	48,00
aiming (s)	6,57	1,48	6,17	4,97	11,84	aiming (s)	7,04	2,13	6,64	4,86	16,26
tapping (zásahy)	217,55	14,54	216,00	187,00	240,00	tapping (zásahy)	194,23	21,63	193,00	154,00	263,00
Skupina Z						Skupina Z					
PRAVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.	LEVÁ	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	2,08	2,54	1,00	0,00	7,00	třes rukou (chyby)	4,83	7,72	1,50	0,00	26,00
sledování dráhy (s)	45,02	31,48	35,00	13,67	139,68	sledování dráhy (s)	43,42	22,86	34,33	14,71	102,25
sledování dráhy (chyby)	14,00	8,74	10,50	5,00	31,00	sledování dráhy (chyby)	21,75	11,76	20,50	4,00	47,00
aiming (s)	7,40	1,48	7,47	5,54	9,65	aiming (s)	7,67	1,89	7,23	4,87	11,73
tapping (zásahy)	215,50	18,12	215,50	189,00	241,00	tapping (zásahy)	198,17	38,01	199,00	141,00	269,00

Vysvětlivky: F – obor fyzioterapie, T – tělovýchovné obory, Z – obor zubního lékařství, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka

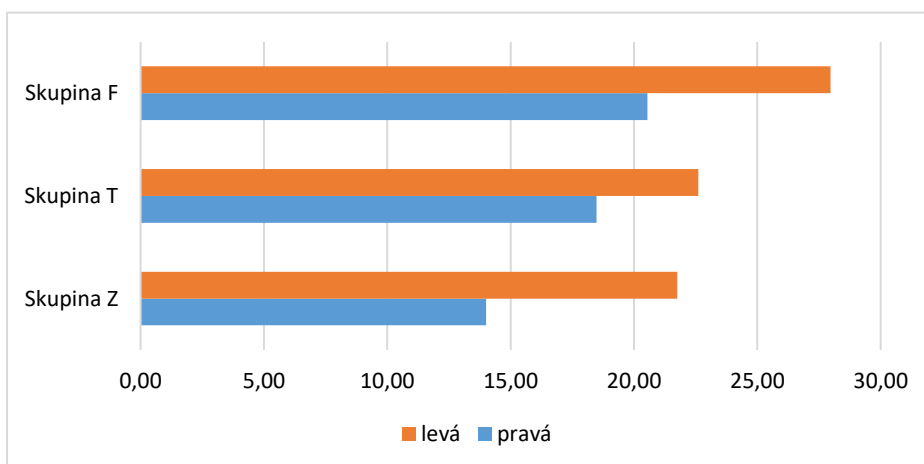
V tabulce 10 jsou zaneseny výsledné hodnoty MLS pro jednotlivé obory. Při porovnání parametru třes rukou při sledování počtu chyb vychází nejlépe skupina Z jak pro pravou (2,08 chyby), tak pro levou ruku (4,83 chyby). Další porovnání ukazuje obrázek 12.



Obrázek 12. Třes rukou (chyby) MLS testu u souborů dělených dle oborů

V případě druhého úkolu sledování dráhy byla rychlost projetí dráhy u skupiny F pro obě ruce srovnatelná (38,91 s a 38,62 s). U skupiny T byl úkol splněn pravou rukou o 2,06 s pomaleji než levou, ovšem i přes tento rozdíl bylo projetí dráhy nejrychlejší ze všech tří skupin pro obě ruce. U skupiny Z byly pozorovatelné velké výkyvy, což dokazuje směrodatná odchylka 31,48 pro pravou a 22,86 pro levou ruku. Nejrychlejší výkon byl pro pravou ruku 13,67 s, pro levou 14,71 s., nejpomalejší pak byly časy 139,68 s a 102,25 s (Tabulka 10).

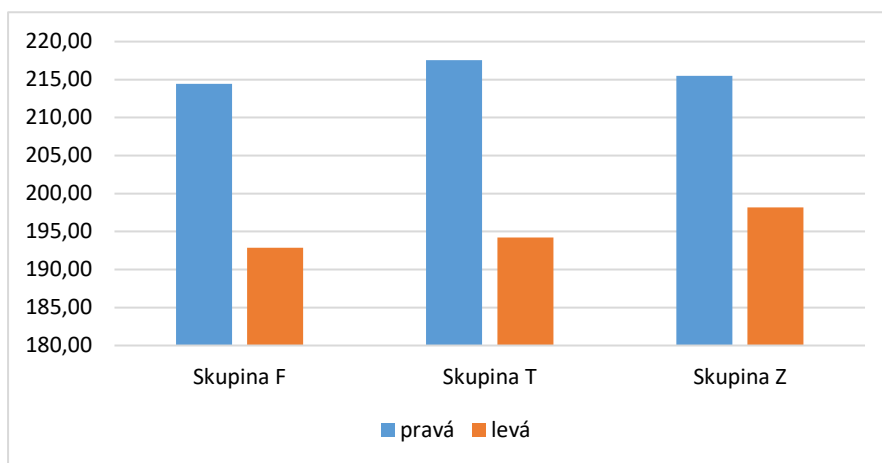
Počet chyb při sledování dráhy byl u všech skupin vyšší pro levou ruku, nejméně chyb při provádění úkolu pravou rukou udělala skupina Z, průměrně 14 chyb. Výsledky prezentujeme na obrázku 13.



Obrázek 13. Sledování dráhy (chyby) MLS testu u souborů dělených dle oborů

U dalšího z úkolů aiming se hodnotil čas, za který přetukají probandi tečky z jedné strany na druhou (Tabulka 10). Čas splnění tohoto úkolu byl přibližně srovnatelný pro všechny skupiny u obou rukou. Nejpomalejší výkon byl zaznamenán u skupiny Z pro pravou ruku (7,40 s), pro levou ruku to byla skupina F (7,68 s) a Z (7,67 s).

Tapping byl poslední z testovaných částí a hodnotil se počet zásahů. Všechny skupiny měly více zásahů při použití pravé ruky, skupina F zasáhla desku v průměru celkem 214,45krát, skupina T zaznamenala 217,55 zásahů a skupina Z 215,50 zásahů. Při provádění testu levou rukou byl počet zásahů podobný pro všechny tři skupiny, v případě skupiny Z lze pozorovat velkou směrodatnou odchylku u tappingu levou rukou (38,01), kdy nejlepší výsledek byl 269 zásahů, nejhorší pak 141 zásahů (Obrázek 14).



Obrázek 14. Tapping (zásahy) MLS testu u souborů dělených dle oborů

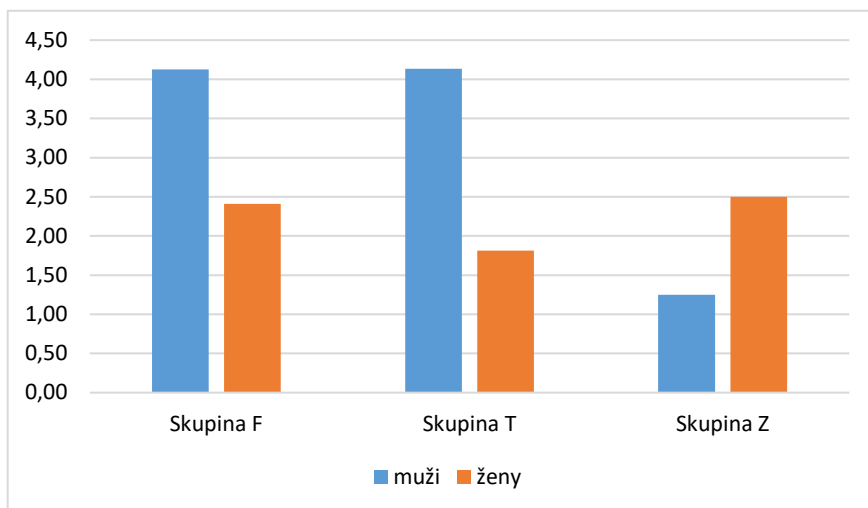
Pro žádný ze sledovaných parametrů nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl v mezioborovém porovnání. U tappingu levou rukou, kdy byla stanovena hladina statistické významnosti  $p = 0,0884$  při porovnání mezi jednotlivými obory.

Tabulka 11. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů MLS s ohledem na obory a pohlaví pro pravou ruku

	Skupina F1					Skupina F2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	4,13	4,60	2,50	0,00	13,00	2,41	2,76	1,00	0,00	8,00
sledování dráhy (s)	38,02	9,60	37,49	22,72	58,30	39,75	10,40	40,33	22,92	60,71
sledování dráhy (chyby)	25,50	11,76	24,00	12,00	57,00	15,88	6,95	15,00	7,00	29,00
aiming (s)	6,92	1,52	6,53	5,25	10,36	7,56	1,58	7,39	5,11	11,36
tapping (zásahy)	213,63	15,95	215,50	190,00	234,00	215,24	13,25	216,00	187,00	240,00
	Skupina T1					Skupina T2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	4,13	6,15	2,00	0,00	25,00	1,81	2,37	1,00	0,00	7,00
sledování dráhy (s)	37,56	14,18	32,41	20,14	66,49	35,33	10,20	35,98	18,44	57,88
sledování dráhy (chyby)	21,60	10,83	18,00	6,00	51,00	15,56	8,62	14,50	3,00	30,00
aiming (s)	6,84	1,85	6,28	5,06	11,84	6,32	1,03	6,05	4,97	8,95
tapping (zásahy)	221,33	14,36	222,00	187,00	240,00	214,00	14,24	212,50	196,00	239,00
	Skupina Z1					Skupina Z2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	1,25	1,26	1,00	0,00	3,00	2,50	2,98	1,50	0,00	7,00
sledování dráhy (s)	32,03	15,14	32,15	13,67	50,15	51,52	36,25	37,81	32,74	139,68
sledování dráhy (chyby)	16,00	3,16	16,50	12,00	19,00	13,00	10,60	8,50	5,00	31,00
aiming (s)	6,40	0,94	6,01	5,78	7,81	7,89	1,49	7,73	5,54	9,65
tapping (zásahy)	227,25	11,50	227,50	213,00	241,00	209,63	18,47	210,00	189,00	241,00

Vysvětlivky: F1 – obor fyzioterapie MUŽI, T1 – tělovýchovné obory MUŽI, Z1 – obor zubního lékařství MUŽI, F2 – obor fyzioterapie ŽENY, T2 – tělovýchovné obory ŽENY, Z2 – obor zubního lékařství ŽENY, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum

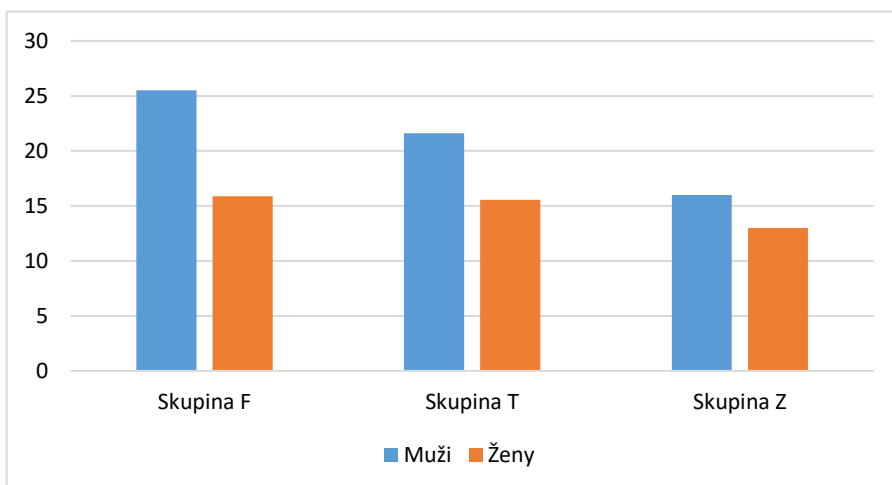
Tabulka 11 zobrazuje výsledky MLS provedené pravou rukou s ohledem na obor i pohlaví. Při porovnání třesu rukou můžeme pozorovat, že ve skupinách F a T byly na počet chyb lepší ženy (2,41 chyby a 1,81 chyby). U skupiny Z méně chybovali muži oproti ženám, a to v průměru o 1,25 chyby. Grafické znázornění těchto zjištění je v obrázku 15.



Obrázek 15. Třes rukou (chyby) MLS testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů – pravá ruka

Čas, za který měli probandi projet sledovanou dráhu, je u všech skupin podobný, výjimkou je skupina Z2, které trvalo projet dráhu průměrně 51,52 s. Je zde však veliká směrodatná odchylka (36,25) značící výkyvy v jednotlivých výkonech. Nejmenší potřebný čas na projetí dráhy byl 32,74 s, nejvyšší pak 139,68 s (Tabulka 11).

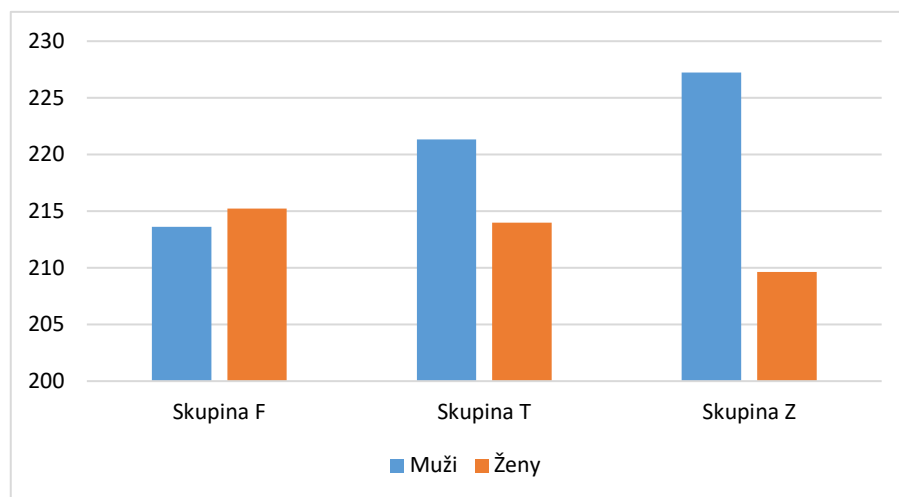
U proměnné sledování dráhy na počet chyb byla zjištěna hladina statistické významnosti  $p = 0,0162$  při porovnání mezi pohlavími, rozdíl byl tedy statisticky významný. U skupiny Z2 byl stanoven nejnižší počet chyb ze všech skupin (průměrně 13 chyb). Ukazuje se tedy, že ženy oboru zubního lékařství byly sice nejpomalejší v projetí dráze, ale na druhou stranu nejpřesnější ze všech šesti skupin. Konkrétní výsledky zobrazuje obrázek 16.



Obrázek 16. Sledování dráhy (chyby) MLS testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů – pravá ruka

Rozpětí doby pro splnění úkolu aiming, kdy se proband snaží přetukat všechny tečky co nejrychleji, se u všech skupin pohybuje mezi 6,32 s a 7,89 s (Tabulka 11).

U poslední proměnné tapping byl zjištěn statisticky významný rozdíl při porovnání výsledků mezi pohlavími ( $p = 0,0499$ ). Nejvíce zásahů udělala skupina Z1, průměrně 227,25. Nejnižší počet byl zaznamenán u skupiny Z2, a to 209,63 zásahů. Výsledné hodnoty tapping zobrazuje obrázek 17.



Obrázek 17. Tapping (zásahy) MLS testu u souborů dělených dle pohlaví a oboru – pravá ruka



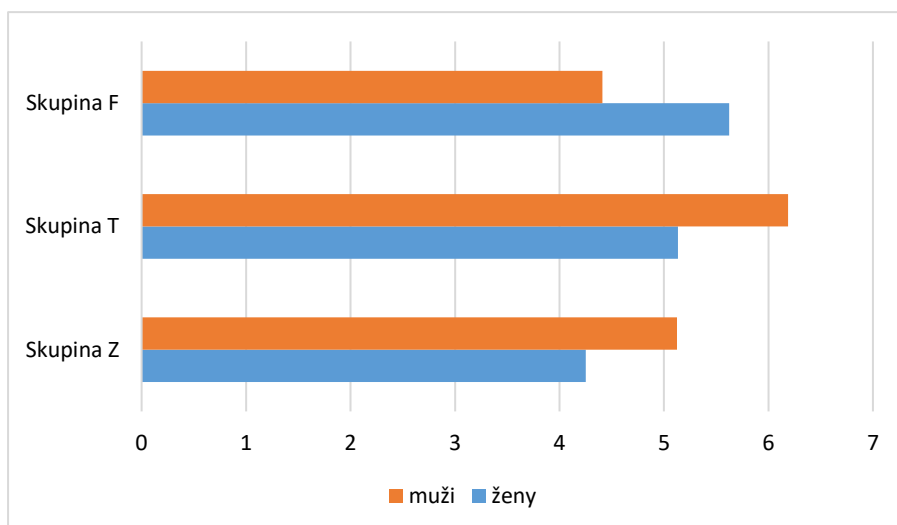
Tabulka 12. Základní statistické charakteristiky vybraných parametrů MLS s ohledem na obory a pohlaví pro levou ruku

	Skupina F1					Skupina F2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	5,63	6,25	4,00	0,00	25,00	4,41	4,49	3,00	0,00	13,00
sledování dráhy (s)	36,63	11,66	33,63	23,16	62,35	40,50	13,48	39,11	20,40	65,30
sledování dráhy (chyby)	29,50	12,99	27,50	14,00	60,00	26,53	12,71	24,00	8,00	59,00
aiming (s)	7,36	1,75	7,37	5,18	11,20	7,98	1,33	7,87	5,98	11,15
tapping (zásahy)	201,69	15,93	199,00	180,00	231,00	184,53	17,26	182,00	165,00	231,00
	Skupina T1					Skupina T2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	5,13	6,20	3,00	0,00	22,00	6,19	7,01	2,00	0,00	21,00
sledování dráhy (s)	34,76	11,49	30,97	22,22	63,41	33,97	10,56	33,04	14,47	54,27
sledování dráhy (chyby)	24,27	8,85	24,00	10,00	48,00	21,06	10,70	19,50	7,00	38,00
aiming (s)	7,26	2,73	6,64	5,17	16,26	6,83	1,44	6,63	4,86	10,81
tapping (zásahy)	199,47	24,99	196,00	155,00	263,00	189,31	17,30	190,00	154,00	221,00
	Skupina Z1					Skupina Z2				
	M	SD	Med.	Min.	Max.	M	SD	Med.	Min.	Max.
třes rukou (chyby)	4,25	6,50	1,00	1,00	14,00	5,13	8,68	2,00	0,00	26,00
sledování dráhy (s)	34,14	18,20	34,21	14,71	53,41	48,07	24,61	34,33	31,77	102,25
sledování dráhy (chyby)	15,75	10,21	15,50	4,00	28,00	24,75	11,91	22,50	11,00	47,00
aiming (s)	6,46	1,25	6,52	4,87	7,93	8,27	1,92	7,76	6,39	11,73
tapping (zásahy)	239,00	24,99	235,50	216,00	269,00	177,75	23,94	174,50	141,00	209,00

Vysvětlivky: F1 – obor fyzioterapie MUŽI, T1 – tělovýchovné obory MUŽI, Z1 – obor zubního lékařství MUŽI, F2 – obor fyzioterapie ŽENY, T2 – tělovýchovné obory ŽENY, Z2 – obor zubního lékařství ŽENY, M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum

Základní statistické charakteristiky proměnných pro levou ruku s ohledem na obor a pohlaví zobrazuje tabulka 12. Při první proměnné třes rukou bylo zhodnoceno, že průměrně nejvíce chybovala skupina T2 (6,19 chyby), naopak nejméně skupina Z1 (4,25). Při porovnání pohlaví v jednotlivých skupinách lze pozorovat, že méně chybovali

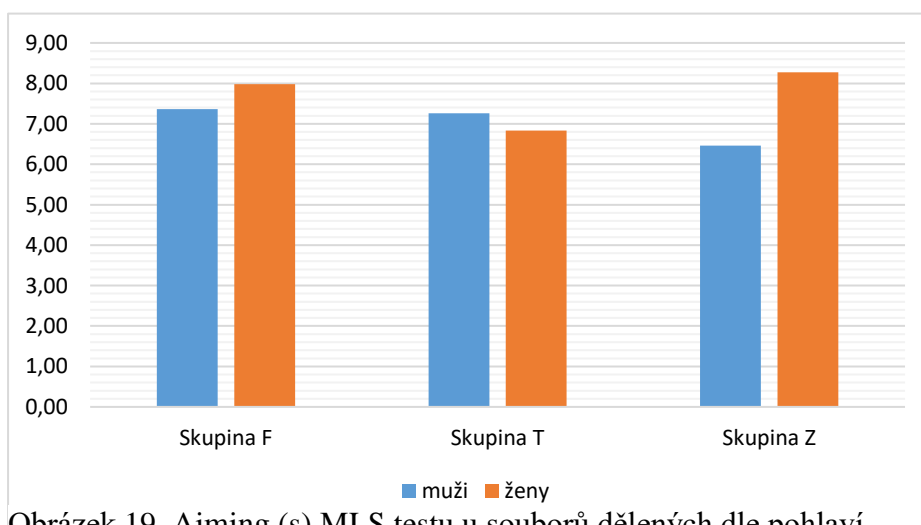
muži ve skupinách T a Z, zatímco ve skupině F chybovaly méně ženy, a to o 1,22 chyby než muži. Podrobné výsledky ukazuje obrázek 18.



Obrázek 18. Třes rukou (chyby) MLS testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů – levá ruka

Sledování dráhy zvládla nejrychleji skupina T2 s časem 33,97 s a současně měla mezi ženami (skupina F2, T2 a Z2) nejnižší chybovost (Tabulka 12). U skupiny Z2 byla vypočtena větší směrodatná odchylka ( $SD=24,61$ ), která ukazuje značné výkyvy ve výkonu. Nejrychleji byla u této skupiny projeta dráha za 31,17 s, nejpomalejší výkon byl za 102,25 s. Z mužů byla nejlepší skupina Z1 s časem 34,14 s, nejdelší dobu na dráze strávila skupina F1 (36,63 s).

Proměnná aiming byla v případě skupiny F a Z časově kratší u mužů (7,36 s a 6,46 s), v případě skupiny T byly lepší ženy o 0,43 s. Výsledky jsou zobrazeny na obrázku 19.



Obrázek 19. Aiming (s) MLS testu u souborů dělených dle pohlaví a oborů – levá ruka

U hodnoty tapping vzhledem k pohlaví byl zjištěn statisticky významný rozdíl ( $p = 0,0000$ ). Statisticky významné rozdíly byly nalezeny při porovnávání průměrných hodnot tapping levé ruky s ohledem na pohlaví a obor a jsou zobrazeny v tabulce 13.

Tabulka 13. Tapping (zásahy) u souborů dělených dle pohlaví a oborů – levá ruka

Skupina T1		Skupina Z1		p
M	SD	M	SD	
201,69	24,99	239,00	24,99	<b>0,0388</b>
Skupina Z1		Skupina F2		p
M	SD	M	SD	
239,00	24,99	184,53	17,26	<b>0,0007</b>
Skupina Z1		Skupina T2		p
M	SD	M	SD	
239,00	24,99	189,31	17,30	<b>0,0030</b>
Skupina Z1		Skupina Z2		p
M	SD	M	SD	
239,00	24,99	177,75	23,94	<b>0,0005</b>

Vysvětlivky: F1 – obor fyzioterapie MUŽI, T1 – tělovýchovné obory MUŽI, Z1 – obor zubního lékařství MUŽI, F2 – obor fyzioterapie ŽENY, T2 – tělovýchovné obory ŽENY, Z2 – obor zubního lékařství ŽENY, M – průměr, SD – směrodatná odchylka

Při porovnání výsledků třesu rukou můžeme pozorovat, že u všech skupin bylo provedení úkolu lepší při použití pravé ruky oproti provedení úkolu levou rukou.

Doba, za kterou byla projeta dráha, byla pro skupiny F1, T1, T2 a Z2 kratší v případě testování levou rukou. Úkol provedený pravou rukou byl oproti levé ruce časově rychlejší u skupiny F2 a Z1.

Počet chyb během sledování dráhy byl u všech skupin nižší při provedení testu pravou rukou, výjimku tvořila pouze skupina Z1, která měla o 0,25 chyby lepší výsledek v případě použití levé ruky.

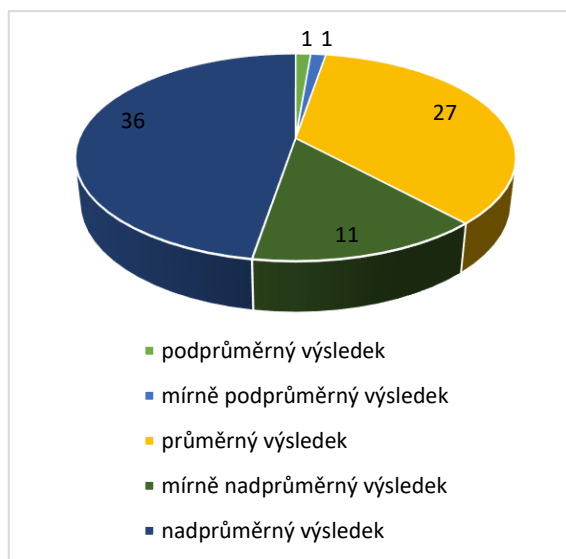
Rychlost přeťukání teček (aiming) pak byla u všech skupin vyšší v případě pravé ruky. Podobně byl zaznamenán větší počet zásahů (tapping) pro pravou ruku, s výjimkou skupiny Z1, která levou ruku provedla o 11,75 zásahů více než pravou.

Celkově lze shrnout výsledky tak, že statisticky významné rozdíly byly nalezeny u parametru sledování dráhy (chyby) pro pravou ruku ( $p = 0,0162$ ) a u parametru tapping jak pro pravou, tak pro levou ruku ( $p = 0,0499$  a  $p = 0,0000$ ). Tyto rozdíly byly vypočteny při porovnání výsledků mezi pohlavími a v případě tapping levou rukou i při zohlednění

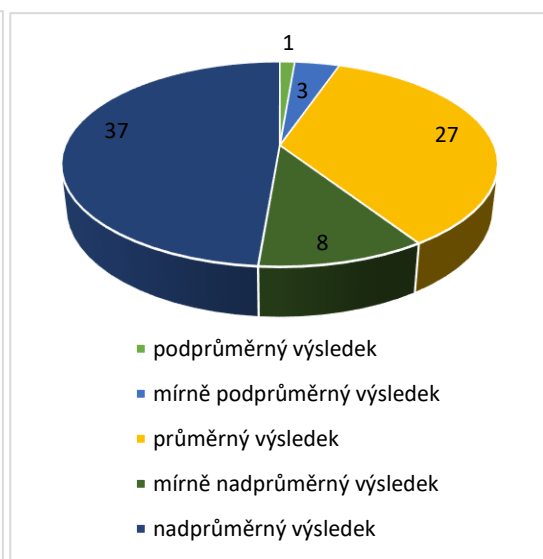
oboru a pohlaví, kdy byla nalezena statistická hladina významnosti mezi skupinou T1 a Z1 ( $p = 0,0388$ ), dále při porovnání skupiny Z1 se skupinou F2 ( $p = 0,0007$ ), se skupinou T2 ( $p = 0,0030$ ) a se skupinou Z2 ( $p = 0,0005$ ).

### 5.3.2 Porovnání s normativními daty

Normativní data Motor Performance Series vytvořené firmou Schuhfried máme k dispozici v podobě percentilové tabulky (Příloha 3 a 4). Hodnoty získané měřením testovaného souboru této studie ( $N=76$ ) byly zařazeny do následujících úrovní: podprůměrná, mírně podprůměrná, průměrná, mírně nadprůměrná a nadprůměrná. Hodnotícím kritériem byla percentilová pásma. Pro výsledky měření v této diplomové práci byla aplikována norma zohledňující věk (norma se vzorkem 172 probandů ve věku 14,9-50,2 let). Stejně jako v případě 2HAND testu současné porovnání věku a pohlaví není k dispozici.



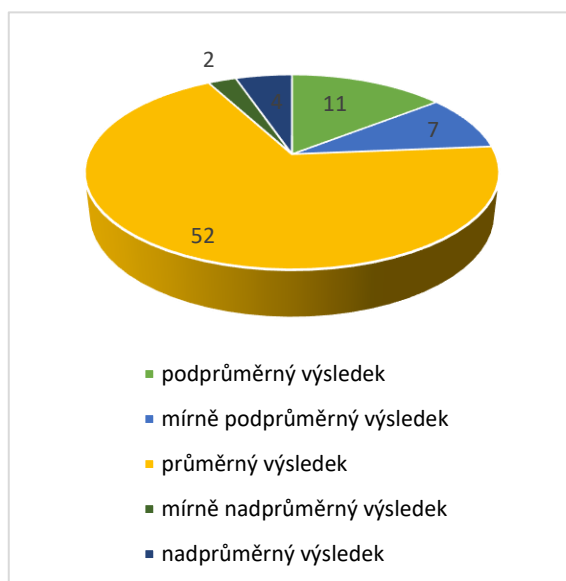
Obrázek 20. Kategorizace třesu pravé ruky MLS testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried



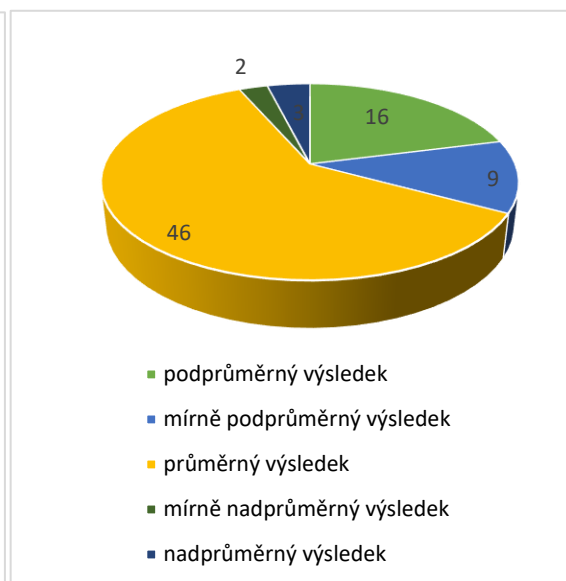
Obrázek 21. Kategorizace třesu levé ruky MLS testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried

Po zařazení hodnot proměnné třes rukou (chyby) vzhledem k percentilovým pásmům bylo zjištěno shodně pro pravou i levou ruku, že 27 % testovaných dosáhlo průměrného výsledku. Podobně shodně byla i podprůměrná úroveň výsledků – 1 % v obou případech. Mírně podprůměrných výsledků dosáhlo 1 % probandů pro pravou, 3 % pro levou ruku. Mírně nadprůměrný výsledek pravé ruky byl zaznamenán u 11 % a nadprůměrný výsledek u 36 % testovaných. V případě levé ruky

dosáhlo 8 % jedinců mírně nadprůměrného výsledku a 37 % nadprůměrného výsledku (Obrázek 20 a 21).

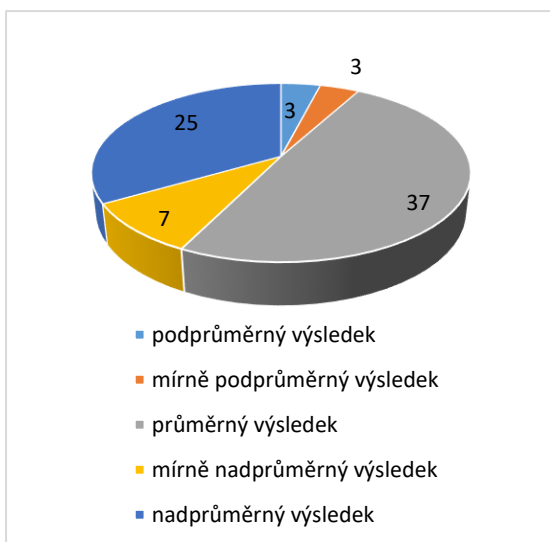


Obrázek 23. Kategorizace sledování dráhy (s) MLS testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried – PRAVÁ

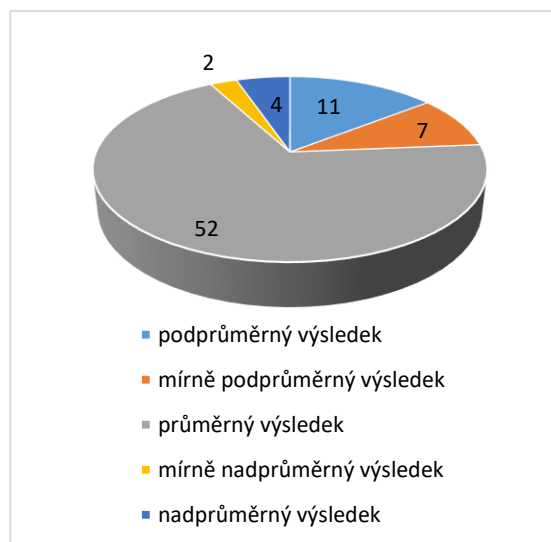


Obrázek 22. Kategorizace sledování dráhy (s) MLS testu sloučeného souboru dle norem firmy Schuhfried – LEVÁ

Obrázek 22 a 23 ukazuje kategorizaci v rámci sledování dráhy (s). Podprůměrného výsledku dosáhlo pravou rukou 11 %, levou pak 16 % testovaných. Mírně podprůměrný výsledek byl zaznamenán u 7 % pro pravou ruku a u 9 % pro levou ruku. Průměrného výsledku daného testu dosáhlo pravou rukou 52 % a levou rukou 46 % probandů. Hodnoty charakterizujících mírně podprůměrný a podprůměrný výsledek byly zaznamenány v součtu u 6 % probandů při použití pravé ruky, v případě levé ruky se jednalo o 5 % testovaných.

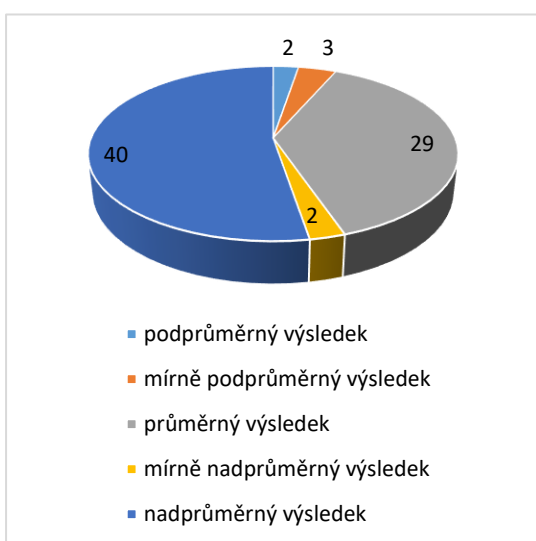


Obrázek 25. Sledování dráhy (chyby) MLS u sloučeného souboru PRAVÁ

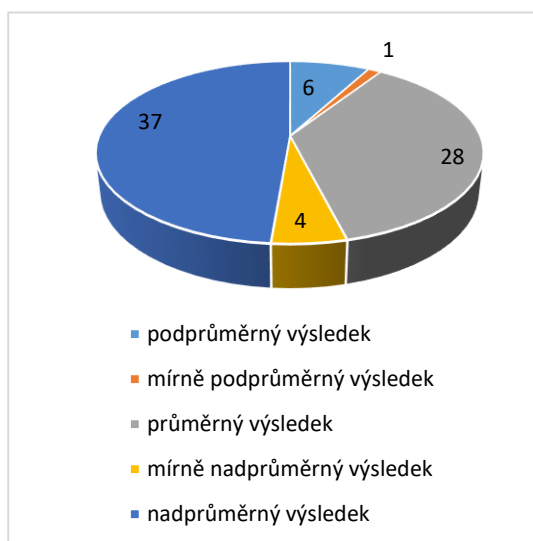


Obrázek 24. Sledování dráhy (chyby) MLS u sloučeného souboru LEVÁ

Při počtu chyb u úkolu sledování dráhy pravou rukou dosáhla 3 % testovaných podprůměrného a stejné procento i mírně podprůměrného výsledku. V průměrných hodnotách se pak pohybovalo 37 % probandů. Zbylých 32 % testovaných dosáhlo mírně nadprůměrného a nadprůměrného výsledku. Zařazení hodnot u levé ruky se značně liší oproti pravé, což dokazuje i 52 % probandů, kteří dosáhli průměrného skóre. Na druhou stranu ale bylo 11 % s podprůměrným výsledkem a 7 % s mírně podprůměrným výsledkem. Z toho také vyplývá, že pouze 6 % probandů dosáhlo mírně nadprůměrného a nadprůměrného výsledku (Obrázek 24 a 25).

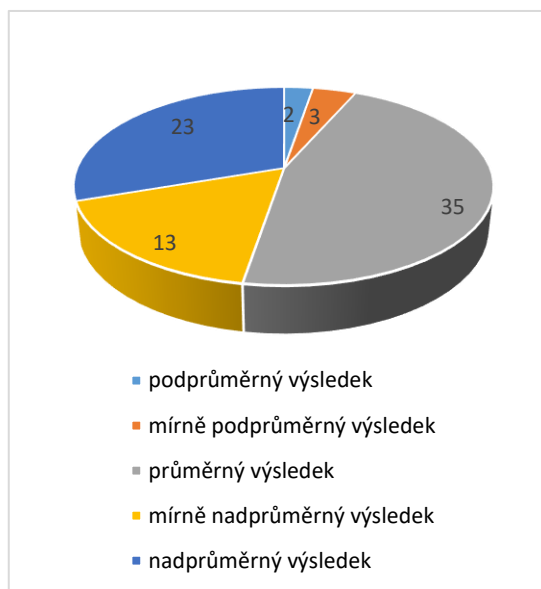


Obrázek 26. Aiming (čas) MLS u sloučeného souboru PRAVÁ

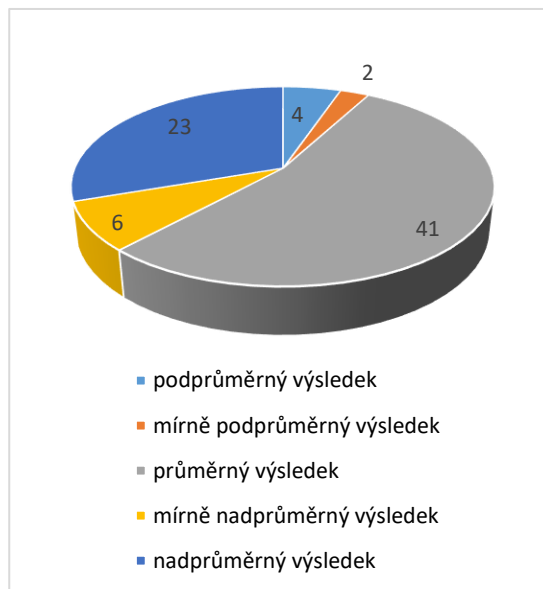


Obrázek 27. Aiming (čas) MLS u sloučeného souboru LEVÁ

Vyhodnocení aiming vzhledem k referenčním standardům je znázorněno na obrázku 26 a 27. Výrazným ukazatelem je zde nadprůměrný výsledek, kterého dosáhlo 40 % testovaných v případě pravé ruky a 37 % u levé ruky. Kategorie průměrných výsledků jsou srovnatelné, a to 29 % (pravá) a 28 % (levá).



Obrázek 28. Tapping (zásahy) MLS u sloučeného souboru PRAVÁ



Obrázek 29. Tapping (zásahy) MLS u sloučeného souboru LEVÁ

Obrázek 28 a 29 ukazuje převládající průměrné úrovně výsledků posledního úkolu – tapping. Při plnění testu pravou rukou dosáhlo 35 % testovaných průměrného skóre, levou rukou dokonce 41 % jedinců. Výrazná je i nadprůměrná úroveň shodně pro obě ruce 23 % probandů, mírně nadprůměrné úrovně dosáhlo 13 % testovaných pravou rukou, levou pak 6 %. Mírně podprůměrné a podprůměrné výsledky byly vyhodnoceny u 5 % (pravá) a 6 % (levá) jedinců.

### 5.3.3 Vliv exogenních faktorů

Tato část se zaměřuje na vliv vnějších faktorů na jednotlivé výsledky MLS. Těmito faktory jsou manuální práce, ruční práce a pohybová aktivita.

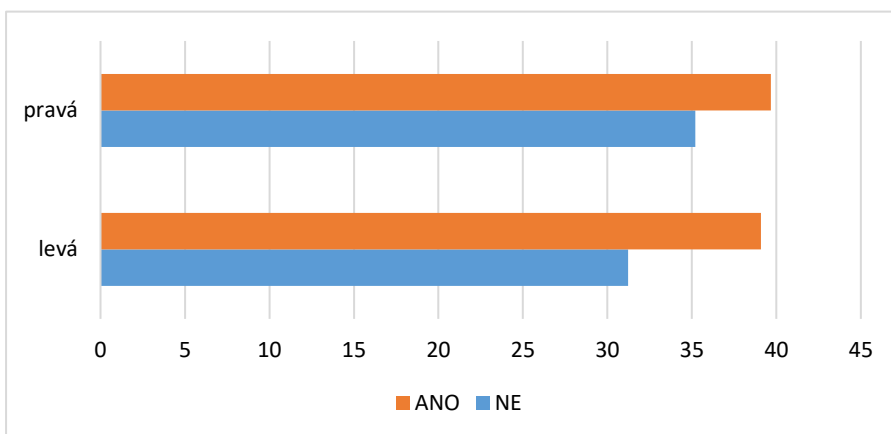
Tabulka 14. Vliv manuální práce na výsledky MLS testu

	PRAVÁ				P	LEVÁ				P
	ANO		NE			ANO		NE		
	N=62		N=14			N=62		N=14		
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
třes rukou (chyby)	2,71	3,14	3,93	6,70	0,3068	5,13	5,89	5,79	7,60	0,7223
sledování dráhy (s)	39,68	16,47	35,20	13,35	0,3460	39,09	14,45	31,22	11,36	0,0608
sledování dráhy (chyby)	18,24	9,67	20,57	12,72	0,4457	24,60	11,72	25,71	11,79	0,7484
aiming (s)	6,98	1,44	7,08	1,99	0,8261	7,40	1,53	7,50	3,02	0,8590
tapping (zásahy)	215,44	14,96	217,86	15,27	0,5874	193,92	22,71	195,71	27,28	0,7977

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka

Tabulka 14 ukazuje výsledky testu MLS a vliv faktoru manuální práce. Zvýšený třes rukou je zaznamenán u levé ruky oproti pravé ruce v obou skupinách. Současně však méně chybovali ti, kteří vykonávají manuální práci v rámci brigády (u pravé ruky o 1,22 chyb méně, u levé ruky o 0,66 chyb méně).

Nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl, pouze v případě sledování dráhy (s) levou rukou se tomu blížila hodnota  $p = 0,0608$ , která naznačila rozdíl mezi probandy, kteří provádějí nějakou manuální aktivitu (v průměru 39,09 s), a mezi těmi, kteří žádnou takovou aktivitu nemají (31,22 s). Hodnoty sledování dráhy (s) pro obě ruce jsou zobrazeny v obrázku 30.



Obrázek 30. Sledování dráhy (s) MLS testu a vliv manuální práce u sloučeného souboru

Vysvětlivky: ANO – probandi provádějící manuální práci, NE – probandi, kteří nevykonávají manuální práci



Jedinci vykonávající manuální práci byli v případě hodnocení chybovosti při sledování dráhy pravostranně průměrně o 2,33 chyby lepší než jedinci manuálně nepracující. U levé ruky pak byla tato skupina lepší o 1,11 chyby (Tabulka 14).

Úkol aiming opět lépe splnila skupina, která dělá manuální práci, ovšem rozdíl hodnot je pro pravou i levou ruku zanedbatelný. U parametru tapping levou rukou lze z tabulky vyčíst vysokou směrodatnou odchylku u obou skupin značící velké výkyvy ve výkonech (SD = 22,71 a SD = 27,28). Pro obě ruce však platí, že více nesignifikantních rozdílů v počtu zásahů měli ti, kteří nevykonávají manuální práci (pravá ruka o 2,44 více zásahů, levá ruka o 1,79 zásahů více) (Tabulka 14).

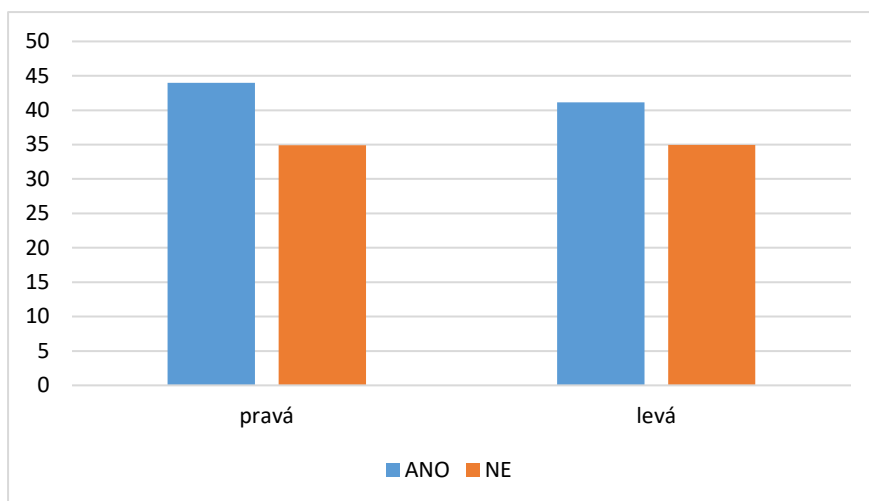
Tabulka 15. Vliv ruční práce na výsledky MLS testu

	PRAVÁ				P	LEVÁ				P
	ANO		NE			ANO		NE		
	N=33		N=43			N=33		N=43		
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
třes rukou (chyby)	2,85	3,08	7,14	1,67	0,8714	4,15	5,58	7,82	2,05	0,1766
sledování dráhy (s)	44,00	20,34	34,90	10,13	<b>0,0128</b>	41,12	15,89	34,97	12,28	0,0605
sledování dráhy (chyby)	17,03	8,12	19,93	11,54	0,2234	24,24	12,92	25,23	10,74	0,7163
aiming (s)	6,82	1,35	7,14	1,67	0,3733	6,89	1,45	7,82	2,05	<b>0,0301</b>
tapping (zásahy)	216,33	15,00	215,53	15,08	0,8192	199,18	23,79	190,47	22,70	0,1084

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka

Vliv ruční práce, hry na hudební nástroj a dalších činností rozvíjející jemnou motoriku na výsledky MLS zobrazuje tabulka 15. Lepší stabilita ruky u úkolu zkoumajícího třes rukou byla vypočítána u skupiny, která se věnuje ručním pracím, a to jak pro pravou (průměrně o 4,29 chyby méně), tak pro levou ruku (průměrně o 3,67 chyby méně).

Statisticky významný rozdíl mezi skupinou věnující se a nevěnující se ručním pracím byl nalezen u sledování dráhy, a to pouze u pravé ruky. Hladina statistické významnosti byla stanovena na  $p = 0,0128$ . Grafické srovnání obou rukou ukazuje obrázek 31.

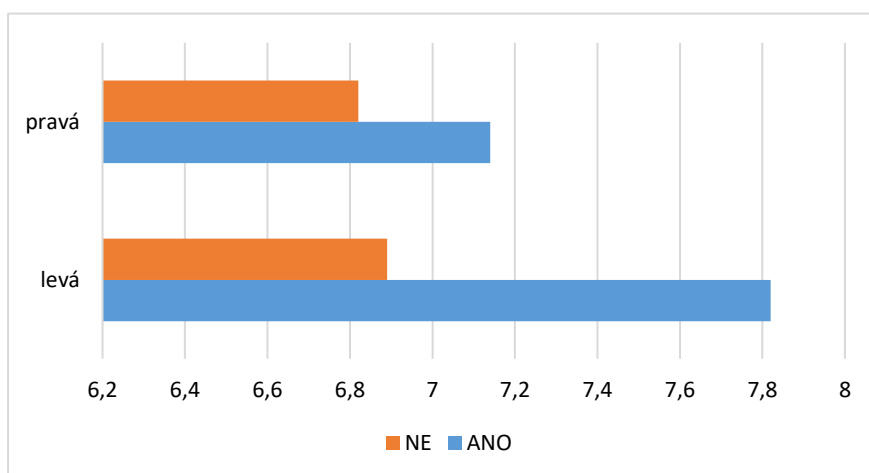


Obrázek 31. Sledování dráhy (s) MLS testu a vliv ruční práce u sloučeného souboru

Vysvětlivky: ANO – probandi provádějící manuální práci, NE – probandi, kteří nevykonávají manuální práci

Ačkoliv jsou hodnoty u počtu chyb při sledování dráhy minimálně rozdílné pro pravou i levou ruku, tak v obou případech chybovali více probandi, kteří nevykonávají žádné ruční práce (Tabulka 15).

Levostranně byl zjištěn statisticky významný rozdíl také u proměnné aiming mezi skupinu vykonávající a nevykonávající ruční práce ( $p = 0,0301$ ), kdy jedinci vykonávající ruční práce splnili úkol o 0,93 s rychleji. Pravou rukou provedený úkol byl rychlejší opět u této skupiny – o 0,32 s oproti skupině bez ručních prací. Průměrné hodnoty ukazuje obrázek 32.



Obrázek 32. Aiming (s) MLS testu a vliv ruční práce u sloučeného souboru

Vysvětlivky: ANO – probandi provádějící manuální práci, NE – probandi, kteří nevykonávají manuální práci

Poslední úkol tapping byl lepší u skupiny s ručními pracemi oproti druhé skupině. Pro pravou ruku bylo spočítáno průměrně o 0,8 zásahu více, pro levou pak v průměru o 8,71 zásahů více (Tabulka 15).

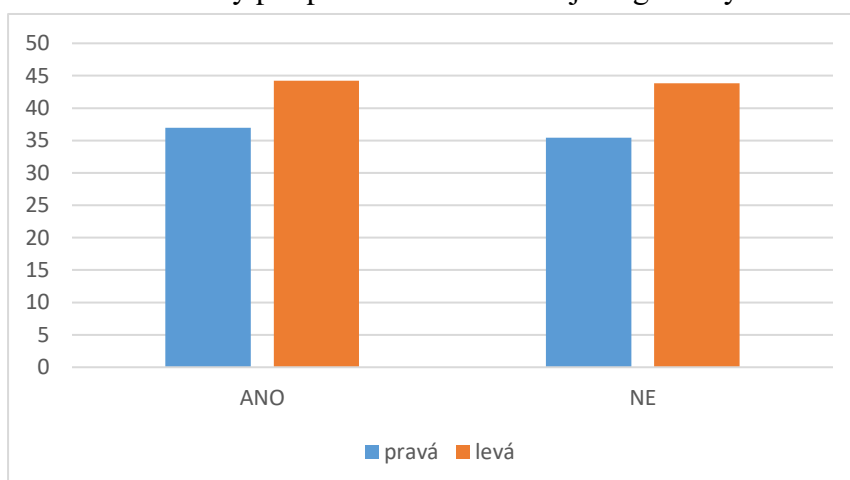
Tabulka 16. Vliv pohybové aktivity na výsledky MLS testu

	PRAVÁ				P	LEVÁ				P
	PA < 3x		PA > 3x			PA < 3x		PA > 3x		
	N=20		N=56			N=20		N=56		
	M	SD	M	SD		M	SD	M	SD	
třes rukou (chyby)	3,25	4,42	2,05	2,39	0,2527	5,45	6,24	4,70	6,16	0,6462
sledování dráhy (s)	36,94	11,31	44,22	24,36	0,0797	35,43	12,00	43,83	18,00	<b>0,0220</b>
sledování dráhy (chyby)	19,52	10,87	16,30	8,01	0,2301	24,50	11,47	25,65	12,44	0,7077
aiming (s)	6,98	1,59	7,06	1,42	0,8473	7,29	1,98	7,77	1,50	0,3287
tapping (zásahy)	216,63	15,94	213,80	11,84	0,4718	195,64	23,75	190,35	22,63	0,3694

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka, PA < 3x – nepravidelná pohybová aktivita (méně jak 3x týdně), PA > 3x – pravidelná pohybová aktivita (3x a vícekrát týdně)

Tabulka 16 zobrazuje vliv pohybové aktivity na výsledky MLS testu. U jedinců, kteří provádějí pravidelnou pohybovou aktivitu, byla vypočítána nižší chybovost u proměnné třes rukou, a to jak pro pravou (o 1,2 chyby), tak pro levou (o 0,75 chyby) ruku.

Statisticky významný rozdíl ( $p = 0,0220$ ) byl nalezen pouze v jednom případě, a to u parametru sledování dráhy (s) levou rukou, kdy probandi mající pravidelnou PA splnili úkol o 8,4 s pomaleji než jedinci, kteří uvedli nepravidelnou pohybovou aktivitu. Průměrné hodnoty pro pravou a levou ruku jsou graficky znázorněny v obrázku 33.



Obrázek 33. Sledování dráhy (s) MLS testu a vliv PA u sloučeného souboru

Vysvětlivky: ANO – probandi provádějící manuální práci, NE – probandi, kteří nevykonávají manuální práci

Počet chyb během sledování dráhy pravou rukou byl u jedinců, kteří mají pravidelnou PA, nižší o 3,22 chyby než u těch, kteří uvedli, že mají nepravidelnou PA. Pro levou ruku byly hodnoty opačné, avšak s minimálním rozdílem.

V případě proměnné aiming byli časově rychlejší probandi, kteří provozují PA méně než 3x týdně, a to jak pro pravou, tak levou ruku. Podobně tato skupina dopadla při počtu zásahu, při provedení testu pravou rukou měli o 2,83 zásahů více a levou ruku dokonce o 5,29 zásahů více než skupina s pravidelnou PA (Tabulka 16).

Závěrem této kapitoly je možno konstatovat, že vykonávání manuální práce neovlivnilo u našich souborů výsledky MLS. Vliv ruční práce byl statisticky významný u proměnné sledování dráhy (s) pravou rukou a u parametru aiming pro levou ruku. Faktor PA ovlivnil výsledky MLS pouze minimálně.

#### 5.4 Síla stisku

Tato podkapitola se věnuje výsledným hodnotám naměřených na dynamometru vždy zvlášť pro pravou a levou ruku před provedením 2HAND testu a MLS a po provedení těchto dvou testů.

Tabulka 17. Popisné charakteristiky dynamometrie u mužů (v newtonech)

	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>Med.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<b>PŘED</b>					
pravá	490,35	79,45	479,91	303,06	670,58
levá	467,37	82,60	461,21	303,47	640,90
<b>PO</b>					
pravá	486,24	96,01	476,66	276,23	724,24
levá	471,22	75,47	472,18	308,75	642,93

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka, PŘED – měřeno před 2HAND a MLS, PO – měřeno po 2HAND A MLS

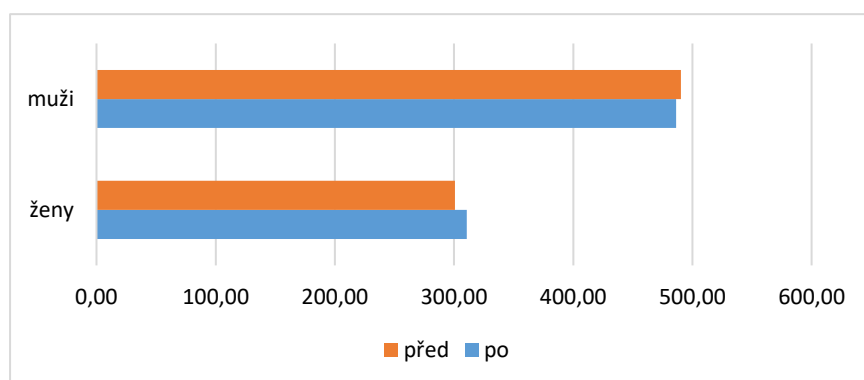
Tabulka 17 zobrazuje výsledky stisku ruky u mužů před testováním i po něm pro každou ruku zvlášť. V případě pravé ruky měli muži v průměru o 4,11 N slabší stisk po testování oproti prvnímu měření. U hodnot levé ruky se situace liší, před testováním muži stiskli dynamometr o síle 467,37 N a po testování byla síla stisku průměrně 471,22 N. Statisticky významný rozdíl však nebyl zjištěn. Hodnoty jsou graficky zpracovány v obrázku 34 a 35.

Tabulka 18. Popisné charakteristiky dynamometrie u žen (v newtonech)

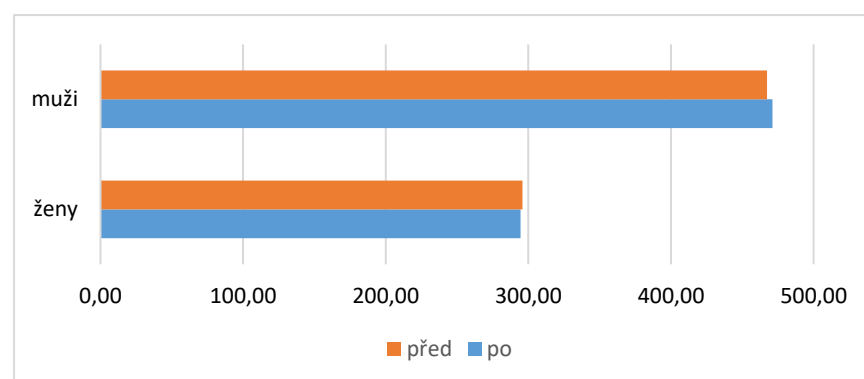
	M	SD	Med.	Min.	Max.
<b>PŘED</b>					
pravá	300,66	44,83	299,40	219,31	392,50
levá	295,83	49,41	296,56	189,64	373,80
<b>PO</b>					
pravá	310,58	43,91	303,06	227,04	396,57
levá	294,64	43,86	301,44	179,47	409,58

Vysvětlivky: M – průměr, SD – směrodatná odchylka, Med. – medián, Min. – minimum, Max. – maximum, PRAVÁ – pravá ruka, LEVÁ – levá ruka, PŘED – měřeno před 2HAND a MLS, PO – měřeno po 2HAND A MLS

V tabulce 18 jsou zaneseny hodnoty síly stisku žen. Při porovnání stisku pravé ruky před a po testování byl vypočítán statisticky významný rozdíl ( $p = 0,0227$ ). Ženy stiskly dynamometr před testováním silou v průměru 300,66 N a po testování byla hodnota o 9,92 N vyšší. V případě levé ruky jsou hodnoty srovnatelné (295,83 N a 294,64 N). Grafické zpracování hodnot je provedeno v obrázku 34 a 35.



Obrázek 34. Síla tisku pravé ruky před testováním 2HAND a MLS testu a po testování



Obrázek 35. Síla stisku levá ruka před testováním 2HAND a MLS testu a po testování

## 6 DISKUZE

Studii testujících jemnou motoriku či vizuomotorickou koordinaci a hodnotících testů, testových baterií či systémů existuje jak v České republice, tak v zahraničí velké množství. Většina z nich se však zabývá seniorskou populací, vlivem stárnutí na výsledky testů, nebo naopak vývojem jemné motoriky a schopnosti úchopu u dětských jedinců. Menší část výzkumů pak řeší jemnou motoriku nebo vizuomotorickou koordinaci u mladých zdravých dospělých kolem 25 let, a to většinou z hlediska sportovního nebo zájmového vlivu. Tato pilotní studie se soustředí na vysokoškolskou populaci a na vliv studovaného oboru na výsledky jemné motoriky a vizuomotoriky v kontextu exogenních faktorů (manuální práce, ruční práce a pohybová aktivita).

### 6.1 Diskuze k výsledkům 2HAND test

2HAND test, který byl použit pro tuto studii, umožňuje měření vizuomotorické koordinace. Pro tuto koordinaci je potřeba, aby byl jedinec schopen anticipace pohybu a pomocí zrakové kontroly dokázal ovládat pohybové odchylky ruky.

Výsledky této studie prokázaly statisticky významný rozdíl pouze při porovnávání hodnot 2HAND testu mezi jednotlivými obory a pohlavími, a to u proměnné obtížnosti koordinace. Po spočítání hodnot F-testem byla vypočtena hladina statistické významnosti  $p = 0,0248$  při zohlednění oborů a pohlaví. Schopnost lepší koordinace byla prokázána u žen tělovýchovných oborů a u žen oboru zubního lékařství.

Pomocí percentilových tabulek firmy Schuhfried byly výsledné hodnoty testovaného souboru zařazeny do dosažených úrovní výsledků testu. Ukázalo se, že u proměnné celková doba testu dosáhlo 61 % probandů průměrného výsledku, tedy více jak polovina testovaných. V případě doby, během které testování jedinci chybovali, dosáhlo dokonce 68 % průměrné úrovně.

2HAND test byl použit pro rumunskou studii z roku 2013, ve které se porovnávala motorická koordinace u studentů a studentek psychologie. Výzkumu se zúčastnilo celkem 32 mužů a 36 žen ve věku 18 až 23 let. Výsledky studie ukázaly statisticky významný rozdíl mezi muži a ženami testovaného souboru u proměnné průměrná celková doba ( $p = 0,001$ ). Statisticky významný rozdíl byl vypočítán i u průměrné celkové doby trvání chyby procento celkové doby trvání chyby ( $p = 0,000$ ) a u procenta celkové doby trvání chyby ( $p = 0,007$ ). Ve všech třech případech se ukázalo, že muži měli lepší výsledky,

jak z hlediska kratšího času pro splnění úkolu, tak z hlediska nižší chybovosti (Chraif & Anitei, 2013).

Studie této diplomové práce však na žádné statisticky významné rozdíly u 2HAND testu nepřišla, pouze v případě porovnání mužů a žen oboru fyzioterapie byla stanovena hladina statistické významnosti  $p = 0,3012$  pro sledovanou proměnnou průměrná celková doba.

To, že muži mají ve srovnání s ženami lepší koordinaci rukou, dokazuje i studie z roku 2014, kde se analyzovala data 120 jedinců ve věku 11 až 60 let. Provedení testu soustřeďující se na bimanuální koordinaci bylo měřeno pomocí elektrického chronoskopu a byl zaznamenán statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $p = 0,005$ . Autoři vzhledem k výsledkům zmiňují vliv gonadálních steroidů na centrální nervový systému (Shetty, Shankar, & Annamalai, 2014).

Oproti dvěma výše uvedeným studiím ve výzkumu z roku 2016, který hodnotil bimanuální koordinaci jak z hlediska pohlaví, tak z hlediska sportovních zkušeností, byly potvrzeny lepší výsledky u žen. Celkem 303 účastníků ve věku 9–15 let bylo rozděleno do třech skupin podle věku a současně v každé skupině byli zařazeni jedinci, kteří vykonávají týmový sport především na rekreační nebo nižší úrovni (domácí ligy, trénink 1 až 2 hodiny týdně), a jedinci, kteří jsou na vyšší soutěžní úrovni a provozují sport 3–5x týdně. Sportovci byli vybráni z oblasti hokeje, lakrosu a fotbalu. Testování spočívalo ve dvou úkolech, při kterých museli použít obě ruce (přesouvání kolíků a knoflíků). Výsledky ukázaly, že rychleji splnily úkol ženy oproti mužům. Při porovnávání sportovních zkušeností byli lepší ti jedinci, kteří mají vyšší sportovní zatížení (Albines, Granek, Gorbet, & Sergio, 2016). Je nutno však podotknout, že se jednalo o výzkumný soubor věkově nižší kategorie a pohybová koordinace nemusí ještě být na takové úrovni jako u mladších dospělých jedinců.

Sportovní hledisko bylo posuzováno i ve studii této diplomové práce, a to konkrétně u sledování vlivu pohybové aktivity na výsledky testu. Studující z našeho souboru, kteří provozují PA méně než třikrát týdně, měli lepší výsledky 2 HAND testu oproti jedincům s pravidelnou PA. Výsledné rozdíly však nejsou natolik výrazné a průměrné hodnoty mohou být ovlivněny počtem testovaného souboru.

Vliv pohybové aktivity na výsledek bimanuální koordinace sledovala belgická studie. 26 zdravých mladých dospělých ve věku 18 až 30 let a s pravostrannou dominancí se zúčastnilo této studie. Pomocí dvou otočných regulátorů museli sledovat bílou tečku po dané dráze. Výsledky prokázaly signifikantní vliv pohybové aktivity na provedení

bimanuálního úkolu. Jedinci s vykonávající pohybovou aktivitou vykazovali znatelně lepší výkon a nižší počet odchylek od sledování dráhy (Boisgontier, Serbruyns, Swinnen, 2017).

Naměřené hodnoty 2HAND testu by mohly být podkladem nejen pro další porovnávání vzhledem k oborovému zaměření, ale i díky zastoupení obou pohlaví v testovaném souboru by mohly pomoci k porovnávání vlivu stárnutí na vizuomotorickou koordinaci pro českou populaci. Dvou věkově odlišných skupin tak využila například studie autorů Rand a Stelmach (2012), kteří sledovali vliv stárnutí na koordinované pohyby očí a rukou. 34 probandů bylo rozděleno do dvou skupin, první byli starší dospělí s průměrným věkem 74 let, druhá kontrolní skupina byli mladí dospělí ve věku 23 let. Studie potvrdila pomalejší reakce při zpracování smyslových informací během vizuomotorické koordinované aktivity.

Porovnání funkce ruky mezi věkově mladší skupinou (věk 20 až 35 let) a věkově starší skupinou (65–79 let) naležeme i ve studii autorů Ranganathan, Siemionow, Sahgal a Yue (2001), potvrzující pokles svalové síly a motorických dovedností během úchopu.

## 6.2 Diskuze k výsledkům MLS

Druhým provedeným testem v této studii byl Motor Performance Series, jenž slouží ke zhodnocení jemné motoriky pomocí úkolů, které analyzují pohyby paží, rukou a prstů.

Výsledné hodnoty byly porovnávány s referenčními normami firmy Schuhfried, jež je ve formě percentilových rozmezí. Při plnění úkolu sledující třes ruky bylo zjištěno, že 36 % (pro pravou ruku) a 37 % (pro levou ruku) ze všech testovaných dosáhlo nadprůměrného výsledku. Převažující nadprůměrná úroveň byla zjištěna pro aiming, kdy úkol pravou rukou v této úrovni splnilo 40 % jedinců a levou rukou 37 %. V případě tapping a sledování dráhy jak na čas, tak na počet chyb dosáhli testovaní převážně průměrných hodnot pro obě ruce.

Výsledky MLS testu testovaného souboru této studie s ohledem na jednotlivé obory ukázaly, že jedinci studující obor zubního lékařství dosáhli nejlepších výsledků ze všech skupin u proměnné třes rukou (u obou rukou), u sledování dráhy na počet chyb (oboustranně) a u tapping pro levou ruku. V případě úkolů na rychlost (doba sledování dráhy a aiming) vychází nejlépe výsledky studujících tělovýchovné obory. Tyto výsledky



můžeme porovnat se dvěma níže popsanými studii, které se zabývaly jemnou motorikou u studentů zubního lékařství.

Německá studie z roku 2000 zkoumala jemnou motoriku u studentů a studentek zubního lékařství (88 probandů) v porovnání se studenty všeobecného lékařství (N=23). Testování se skládalo z následujících úkolů: udržení hrotu v dírci s očním kontaktem a s pomocí zrcadla, kopírování dráhy ve tvaru sinusoidy pomocí bimanuálního přístroje a elektronická lukostřelba. Měření probíhalo ve druhém a šestém semestru studia. Po zhodnocení výsledků bylo zjištěno, že studium zubního lékařství vedlo ke zlepšení manuální zručnosti. Při prvním měření (2. semestr) nebyly nalezeny rozdíly mezi dvěma testovanými skupinami, ovšem měření v šestém semestru ukázalo signifikantní zlepšení studentů zubního lékařství. U studentů všeobecného lékařství se neprojevovalo zlepšení jemné motoriky ani v šestém semestru studia (Luck, Reitemeier, & Scheuch, 2000).

Proti výsledkům prvního měření výše popsaného výzkumu stojí studie Hitpass z roku 1978, kde byly zjištěny signifikantní rozdíly mezi jedinci hlásící se na studium psychologie a jedinci studujícími zubní lékařství či podávajícími si přihlášku na tento obor. Lepších výsledků v testu jemné motoriky tak dosáhla skupina zubařů oproti výsledkům studentů psychologie (Hitpass, 1978).

Hru na bicí nástroj a její vliv na jemnou motoriku zkoumala litevská studie. 27 testovaných ve věku 15 až 27 let bylo rozděleno do tří skupin. První experimentální skupina zahrnovala osoby, které mají základní hudební vzdělání a hrát na bicí nástroj se začali učit až při začátku testování. Druhou skupinu tvořili jedinci hrající na bicí nástroje více než 5 let, v poslední kontrolní skupině pak byli ti, kteří nikdy nehráli na žádný hudební nástroj. Pro zhodnocení jemné motoriky byl použit MLS test na začátku studie a po skončení, tedy po 6 měsících, během kterých se experimentální skupina učila na bicí nástroje a prováděla různá koordinační cvičení jako trénink.

Výsledky prokázaly, že hra na bicí nástroj zlepšuje jemnou motoriku. Při porovnání experimentální a kontrolní skupiny se ukázal statisticky významný rozdíl u aiming. Experimentální skupina při provádění úkolu pravou rukou výrazně zkrátila dobu, za kterou museli přeřukat všechny vyznačené tečky hrotem, oproti kontrolní skupině. Signifikantní rozdíl byl pozorovatelný u testu třes rukou, při kterém došlo k větší redukci chyb oproti počátečnímu testování u experimentální skupiny ve srovnání s kontrolní skupinou (pro levou ruku). Statisticky významný rozdíl byl vypočítán i pro sledování dráhy, kdy bylo u experimentální skupiny viditelné zlepšení v počtu

chyb během projetí dráhy v porovnání s kontrolní skupinou (Gzibovskis & Marnauza, 2012).

V případě naší studie se ukázaly podobné výsledky u třesu rukou. Jedinci, kteří uvedli, že se věnují ručním pracím nebo hře na hudební nástroj, udělali menší počet chyb jak pravou, tak levou rukou oproti probandům, kteří se žádné takové aktivitě nevěnují. Statisticky významný rozdíl této hodnoty byl vypočítán pro pravou ruku  $p = 0,0128$ . V případě úkolu aiming byla byly nalezeny signifikantní rozdíly ( $p = 0,0301$ ) pro levou ruku. Jedinci vykonávající ruční práce byli o 0,93 s lepší než druhá skupina. Pro pravou ruku byly hodnoty nižší také u skupiny s ručními pracemi, ale rozdíly nebyly signifikantní.

Signifikantní vliv pohybové aktivity na výsledky MLS testu byl prokázán u našich souborů u úkolu sledování dráhy, který jedinci s nepravidelnou pohybovou aktivitou splnili rychleji než ti, kteří provozují pravidelnou pohybovou aktivitu. Částečnou podporou pro naše závěry je studie z roku 2012, která sledovala, jak ovlivňuje tréninkové zatížení výsledky jemné motoriky. 100 sportovců (35 žen, 65 mužů) s průměrným věkem 21,22 let se zúčastnilo této studie. Probandi, kteří reprezentovali 12 rozdílných sportů (hokej, volejbal, fotbal, basketbal, kriket a další), byli rozděleni na tři skupiny: skupina o nízkém, středním a vysokém zatížení. Testování jemné motoriky bylo prováděno pomocí MLS testu. Po zhodnocení výsledků došli autoři k závěru, že odolnost sportovců vůči chybovosti v testu klesá se zvyšujícím se stresem, a současně se zhoršuje výkon u sportovců se zvýšenou intenzitou tréninkového zatížení (Paul, Khanna, & Sandhu, 2012). Vzhledem k výsledkům naší studie je však nutné podotknout, že dělení pohybové aktivity zde bylo pouze na pravidelnou (PA třikrát a vícekrát týdně) a nepravidelnou (méně jak třikrát týdně), ač byli v souboru jedinci se zvýšenou intenzitou tréninkového zatížení.

Při porovnání výsledků MLS testu vzhledem k provedení pravou a levou rukou bylo zjištěno, že lepších výsledných hodnot u testů třes rukou, aiming, tapping a sledování dráhy na počet chyb bylo dosaženo až na malé výjimky při plnění úkolu pravou rukou. Tyto výsledky nám potvrzuje studie zkoumající jemnou motoriku pomocí Nine-Hole Peg test. Ve studii došli autoři k závěru, že úkol provedený dominantní horní končetinou byl splněn rychleji než nedominantní (Wang, Bohannon, Kapellusch, Garg, & Gershon, 2015). V případě naší studie měli všichni testovaní dominantní pravou horní končetinu. I další studie z roku 2015 uvedla ve svých závěrech, že lepších výsledků při testování

jemné motoriky bylo dosaženo v případě použití dominantní horní končetiny (Natta et al., 2015).

Výsledky této studie mohou posloužit k porovnávání úrovně jemné motoriky mezi zdravými jedinci a jedinci s různým typem postižení přímo pro českou populaci. Studie z roku 2013 zkoumala motorické schopnosti u 36 mladých dospělých, kteří se narodili s velmi nízkou porodní váhou. Výsledky ukázaly slabší úroveň jemné motoriky u dospělých s nižší porodní váhou oproti kontrolní skupině dospělých s normální porodní váhou (Husby, Skranes, Olsen, Brubakk, & Evensen, 2013).

Hodnocení jemné motoriky pomocí Vienna test system (MLS test) u lidí s Tourettovým syndrom v porovnání se zdravými jedinci zkoumala studie z roku 2012. Výsledky prokázaly signifikantně nižší výkon u úkolu zkoumající třes rukou (steadiness) u jedinců s tímto onemocněním oproti zdravým jedincům, a to pro obě ruce. Také v případě úkolu přesného zaměřování (aiming) ukázaly výsledky horší provedení u skupiny s Tourettovým syndromem (Neuner et al., 2012).

Kontrolní skupina zdravých mladých dospělých byla také použita pro srovnání ve studii z roku 2009. Ta zkoumala motorické schopnosti u mladých dospělých s Aspergerovým syndromem (Borremans, Rintala, & McCubbin, 2009).

### 6.3 Diskuze k síle stisku

Omezená síla stisku je jeden z faktorů, který může ovlivňovat jemnou motoriku. Současně však existuje mnoho faktorů, které ovlivňují výslednou sílu stisku, jsou to například věk, pohlaví, dominance horní končetiny či stress, únava nebo bolest (Incel, Ceceli, Durukan, Erdem, & Yorgancioglu, 2006). V případě této diplomové práce jsme se zaměřili na to, zdali sílu stisku ovlivní provedení 2HAND test a MLS testu.

Pro měření byl vybrán dynamometr Digital Analyser Multi-Myometer od firmy MIE Medical Research, pomocí počítačového programu byla zjištěna největší síla během stisku. Měření probíhalo u všech testovaných stejně pro eliminaci vnějších vlivů, každý proband seděl na židli s mírně flektovaným předloktím a měl za úkol stisknout dynamometr po dobu pěti sekund nejdříve pravou, poté levou rukou. Pozice, ve které probíhá měření, diskutuje řada studií. Námi zvolenou polohu podporuje například studie zkoumající vztah mezi silou stisku a kostní denzitou u zdravých dospělých (Kaya, Ozgocmen, Ardicoglu, Kamanli, & Gudul, 2005). Další uváděné polohy jsou

vsedě s extenzí v lokti nebo vestoje opět s flexí nebo extenzí loketního kloubu (Ling, Taekema, de Craen, Gussekloo, Westendorp, & Maier, 2010; Wu, Wu, Liang, Wu, Huang, 2009).

Naměřené hodnoty této studie ukázaly ve všech případech, že muži mají silnější stisk. Tento fakt podporuje srbská studie z roku 2009, která testovala 239 vysokoškolských studentů ve věku 18 až 24 let. Výsledky potvrdily signifikantní rozdíl mezi muži a ženami jak pro dominantní, tak nedominantní horní končetinu (Dopsaj, Ivanovic, Blagojevic, & Vučkovic, 2009).

Další porovnání parametrů ukázalo u žen statisticky významný rozdíl v síle stisku před a po testování pro pravou horní končetinu. Můžeme konstatovat, že provedení testů mělo pozitivní vliv na sílu stisku dominantní horní končetiny. Před testováním ženy dosáhly průměrně 300,66 N, po testování pak byla hodnota síly stisku 310,58 N. Tyto výsledky by mohly být dále využity v rehabilitaci ruky vzhledem k tomu, že se u našich souborů potvrdilo zvýšení síly stisku po aktivitách jemné motoriky (po provedení 2HAND a MLS testu).

#### 6.4 Diskuze k limitům studie

Během výzkumu v této diplomové práci bylo nalezeno několik limitujících faktorů, které zde budou zmíněny.

Vienna test system hojně využívaný v oblasti neuropsychologie, psychologie sportu, dopravy a v oblasti lidských zdrojů není v povědomí fyzioterapeutické oblasti natolik rozšířen, a to jak v České republice, tak v zahraničí. Proto se tato studie snaží přinést informace o tomto typu testování, kterému zvyšuje úroveň i fakt, že systém obsahuje normativní data naměřená firmou Schuhfried pro srovnání testovaného souboru. Normy jsou uspořádány s ohledem na pohlaví, věk či vzdělání, ale nezohledňuje více faktorů najednou. Zatím nejsou k dispozici jiné hodnoty než rakouské populace, a proto by tato studie tak mohla být podnětem pro vytvoření normativních dat přímo pro českou populaci.

Jedním z dalších limitů byl počet testovaných jedinců. Ačkoliv výzkum probíhal téměř dva měsíce, nebyli probandi ve skupinách ve stejném počtu, jedním z důvodů byl i nezájem ze strany studentů se výzkumu zúčastnit. Skupina oboru fyzioterapie čítala 16 mužů a 17 žen, skupina složená z tělovýchovných oborů obsahovala 16 mužů a 15 žen, nejvíce rozdílná pak byla poslední skupina oboru zubního lékařství,

kde se podařilo sehnat pouze 4 muže a 8 žen. Právě poslední skupina s celkem 12 osobami může zkreslovat jednotlivé výsledky testů, jelikož i přes zastoupení obojího pohlaví skupina tvořila méně než polovinu testovaných oproti předchozím dvěma skupinám.

Celkově bylo do studie zapojeno 76 probandů, čtyři osoby byly ze studie vyřazeny pro nesplnění předem daných podmínek testování. Jedna z podmínek byla také neporušená citlivost v oblasti horních končetin. Tento fakt podporuje studie z roku 2012, která zkoumala vliv taktilní zpětné vazby na přesnost prováděného pohybu. Do výzkumu bylo zahrnuto 26 zdravých jedinců – mužů s průměrným věkem 22,4 let a s pravostrannou dominancí. Pro testování byl použit jeden ze subtestů Motor Performance Series, konkrétně sledování dráhy, tento test museli probandi provést pravou rukou bez omezení a poté třikrát s různým omezením, kdy jim byli nasazeny rukavice ze třech odlišných materiálů (latex, guma a kůže). Celý testovaný soubor byl navíc rozdělen do dvou skupin, probandi v první skupině prováděli test nejdříve holou rukou, poté s rukavicí, testování v druhé skupině měli pořadí obráceně. Výsledky ukázaly, že přesnost pohybů rukou během sledování dráhy byla při nasazených rukavicích zhoršena oproti situaci, kdy byl test prováděn s normální taktilní schopností. Autoři v závěru studie uvádějí, že vliv taktilní zpětné vazby na přesnost při vizuálně řízených pohybech je větší, než bylo doposud uváděno (Polechonski, Olex-Zarychta, 2012). Výzkum sice zahrnoval jedince, kteří věkově odpovídali testovanému souboru diplomové práce, bohužel nezohledňoval i ženské pohlaví.

Poslední zmíněný limit se týká schopnosti soustředění se jednotlivých studentů a pečlivému naslouchání instrukcí. Výzkum probíhal vždy za přítomnosti jednoho terapeuta, který vždy doplnit grafické instrukce slovním komentářem. V některých případech bylo nutné upozornit probanda na porušování instrukcí a provedení opravného pokusu, jednalo se především o vyjetí hrotu z dráhy (úkol sledování dráhy), kdy pak nebyla možnost detekovat počet dotknutí, nebo se jednalo o nesprávné nastavení polohy ruky při testování (pouze u úkolu tapping bylo možné opřít si loket o pracovní desku během testování, u ostatních subtestů se proband nesměl loktem opírat).

## 7 ZÁVĚRY

Výsledky 2HAND testu při zohlednění studovaných oborů ukázaly, že studenti fyzioterapie zvládli projet dráhu nejrychleji (proměnná celková doba) ze všech tří skupin, a současně udělali nejméně chyb (proměnná celková doba trvání chyby). Hodnota obtížnost koordinace, která poukazuje na to, jak obtížné bylo pro probanda zvládnout úsek koordinované a nekoordinované dráhy, vychází nejlépe pro studenty oboru zubního lékařství a tělovýchovných oborů. Při porovnání těchto hodnot mezi jednotlivými obory však nebyl vypočítán statisticky významný rozdíl. Statisticky významný rozdíl byl zjištěn pomocí F-testu pouze v případě proměnné obtížnost koordinace, kde se zohledňoval obor a pohlaví. Schopnost lepší koordinace byla prokázána u žen studující zubní lékařství a u žen s tělovýchovným zaměřením.

Studie také porovnávala vliv exogenních faktorů na výsledné hodnoty 2HAND testu. Pozitivní vliv manuální práce byl statisticky prokázán u celkové doby trvání chyby, kdy skupina s manuální prací udělala méně chyb než skupina nevykonávající manuální práci v rámci brigád. Vliv ruční práce a pohybové aktivity na výsledek testu nebyl u našich souborů prokázán.

Po porovnání výsledků MLS testu byl vypočítán statisticky významný rozdíl u sledování dráhy na počet chyb. Tento rozdíl byl pro pravou ruku při porovnání mezi pohlavími, kdy ženy chybovaly výrazně méně než muži. V případě úkolu tapping byly potvrzeny statisticky významné rozdíly pro obě ruce, muži provedli více zásahů oproti ženám. Statisticky významné rozdíly byly vypočteny pro výsledek tapping levou rukou mezi muži oboru zubního lékařství (více zásahů) a muži tělovýchovných oborů, dále mezi muži zubního lékařství a ženami všech tří oborů.

Vliv exogenních faktorů na výsledky MLS test byl signifikantní u faktoru ruční práce, kdy se ukázalo, že jedinci vykonávající ve volném čase aktivity podporující jemnou motoriku projeli dráhu pomaleji pravou rukou než skupina nevykonávající ruční práce. V případě aiming však byl signifikantně lepší výsledek zaznamenán u skupiny s ručními pracemi (pro levou ruku). Statisticky významný rozdíl byl vypočítán u vlivu pohybové aktivity na dobu, za kterou jedinec levou rukou projel dráhu. V tomto případě byli rychlejší ti, kteří nemají pravidelnou pohybovou aktivitu.

Signifikantní vliv provedení testů 2HAND a MLS byl prokázán u síly stisku, a to konkrétně u žen, u kterých byla změřena vyšší síla stisku po provedení testů.

## 8 SOUHRN

Vienna test system vyvinula rakouská společnost Schuhfried jako první digitální psychologický testovací systém, který se uplatňuje v oblasti neuropsychologie, psychologie sportu, dopravy a v oblasti lidských zdrojů. VTS poskytuje téměř 120 testů a testovacích baterií včetně 2HAND testu a MLS testu, které byly použity pro tuto studii.

Teoretická část diplomové práce se zabývá kineziologickými a biomechanickými souvislostmi týkající se ruky. Dále je podrobně popsána jemná motorika a vizuomotorika a různé druhy testů zjišťujících úroveň těchto schopností. Popsána je i kapitola rehabilitace ruky, která úzce souvisí s testováním.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo zhodnotit pomocí 2HAND testu a MLS testu vizuomotorickou koordinaci a jemnou motoriku u studentů a studentek oborů fyzioterapie, tělovýchovných oborů a oboru zubního lékařství Univerzity Palackého v Olomouci. Měření probandů se uskutečnilo v antropometrické laboratoři katedry přírodních věd v kinantropologii na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci. Celý testovaný soubor byl seznámen s podmínkami (umístění pracovního stolu a židle podle doporučení uvedeného v manuálu přístroje) a průběhem měření, probandům byla odebrána anamnéza, provedeno základní orientační vyšetření, měření síly stisku pomocí dynamometru a hlavní měření pomocí 2HAND testu a MLS testu. Konečný výzkumný soubor čítal 76 osob, které byly rozděleny do tří skupin podle studovaného oboru. Do studie byli zařazeni jedinci s pravostrannou dominantní horní končetinou či ambidextři. Vylučovacím kritériem pak byla neurologická nebo psychická onemocnění.

Naměřená data byla statisticky zpracována pomocí programu Statistica 12. Byly spočítány základní statistické charakteristiky pro změřené parametry. Studentův t-test byl aplikován při zjišťování statistické významnosti u parametrů se dvěma kódy, Scheffeho test byl použit pro výpočet statisticky významného rozdílu středních hodnot.

Vliv studovaného oboru na výsledky 2HAND testu byl signifikantní pouze u schopnosti koordinace, kterou měly lepší ženy oboru zubního lékařství a tělovýchovných oborů oproti mužům těchto oborů. Vliv oboru na výsledné hodnoty MLS testu byl prokázán pouze u úkolu tapping provedený levou rukou.

Signifikantní rozdíly byly nalezeny u 2HAND testu mezi skupinami zahrnující jedince vykonávající a nevykonávající manuální práci. V případě MLS testu byly tyto

rozdíly sledovány mezi skupinou s ručními pracemi a skupinou bez nich (pro pravou ruku u sledování dráhy, pro levou u aiming) a mezi probandy s pravidelnou a nepravidelnou pohybovou aktivitou (pro levou ruku u sledování dráhy).

Pozitivní vliv provádění testů na sílu stisku byl signifikantní pouze u žen.

V odborné literatuře není mnoho studií zabývajících se testováním mladých zdravých jedinců ve věku 21 až 25 let. Tato studie a z ní vycházející informace proto může posloužit pro případně další studie, které by se více zabývaly vlivem pracovního oboru na jemnou motoriku a vizuomotorickou koordinaci.



## 9 SUMMARY

Vienna test system was developed by Schuhfried company as a first digital psychological and testing system which is used in neuropsychology, sport psychology, traffic and in human resources. The VTS provides almost 120 tests and test batteries including the 2HAND test and the MLS test which were used for this study.

The theoretical part of the master's thesis deals with kinesiological and biomechanical contexts related to a hand. Next, fine motor skills and visuomotor and various types of tests which determine level of these abilities are described in detail. The chapter of hand rehabilitation which is closely related with testing is described as well.

The principal goal of this master's thesis was evaluating visuomotor coordination and fine motor skills in students who study physiotherapy, dentistry and physical activities at Palacký University, Olomouc by the 2HAND test and the MLS test. Proband measurement was realized in the anthropometric laboratory of the department of Natural Sciences at the Kinanthropology Faculty of Physical Culture, Palacký University, Olomouc.

The whole test group was informed about the conditions (placement of the working desk and chair per the recommendation in the manual of the device) and with the course of testing. A case history was taken from probands, following that, basic orientation examination was done and then the force measurement by dynamometer with the main measurement by the 2HAND test and the MLS test. The final research group was comprised of 76 people who were divided into three groups per their specialisation. Subjects with right-hand side dominance or the ambidexter were included in the study. The exclusion criterion was neurological or mental disease.

Measured data was statistically processed by program Statistica 12. The basic statistical characteristics were calculated for measured parameters. Students' t-tests were used for finding out statistical significance of parameters with two codes, Scheffe test was used for calculating statistically significant difference of mean values.

The influence of specialisation on results of the 2HAND test was significant only in the case of coordination which was better in women who study dentistry and physical education than it was in men with the same specializations. The influence of specialisation on results of the MLS test was shown in the tapping subtest made with left hand.

Significant differences were found in the 2HAND test results between groups with individuals who do manual work and those who don't. In case of the MLS test these

differences were observed between groups with people doing handicraft and without such individuals (for right hand in the line tracking subtest, for left hand in the aiming subtest) and between probands with regular and irregular physical activity (for left hand in the line tracking subtest).

Positive influence of testing was significant regarding the grip strength in women subjects only.

In the specialized literature, there are not many studies dealing with testing of young healthy individuals between the age of 21 and 25 years. This study and the resultant information can be used in other studies which would deal with an influence of a work specialisation on fine motor skills and visuomotor coordination.

## 10 REFERENČNÍ SEZNAM

- Albines, D., Granek, J. A., Gorbet, D. J., & Sergio, L. E. (2016). Bimanual Coordination Development Is Enhanced in Young Females and Experienced Athletes. *Journal of Motor Learning and Development*, 4, 274-286. Retrieved 30. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=64556cd6-0280-4824-a4e0-1956406965a9%40sessionmgr103>
- Assessment Systems. (2017). Vienna Test System. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://cz.asystems.as/produkty/schuhfried>
- Báčová, E., & Báčová, L. (2016). Poruchy jemné motoriky v ordinaci praktického lékaře. *Praktický lékař*, 96(3), 125-127. Retrieved 20. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=b8b66bee-a921-484f-b1f5-c1209ef9f8cf%40sessionmgr102&hid=108&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=116562210&db=a9h>
- Bakir, B., Kocak, N., Özcan, C. T., Kir, T., Cetin, M., & Fedai, T. (2013). Correlation of Purdue Pegboard Dexterity Test Scores with Class Rank of Turkish Nursing Students. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 12(6), 619-624. Retrieved 20. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/results?sid=04a818fe-990c-4cef-a591-3dacb1606156%40sessionmgr101&vid=1&hid=117&bquery=purdue+pegboard+test&bdata=JnR5cGU9MCZzaXRlPWVkcylsaXZl>
- Baslerová, P. (2012). *Katalog posuzování míry speciálních vzdělávacích potřeb*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Bartoníček, J., & Heřt, J. (2004). *Základy klinické anatomie pohybového aparátu*. Praha: Maxdorf.
- Bednářová, J., & Šmardová, V. (2008). *Diagnostika dítěte předškolního věku: co by dítě mělo umět ve věku od 3 do 6 let*. Brno: Computer Press.
- Berger, M. A. M., Krul, A. J., & Daanen, H. A. M. (2009). Task specificity of finger dexterity tests. *Applied Ergonomics*, 40, 145-147. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=d6fdead9-825c-49ac-9edd-317c15ebdf01%40sessionmgr4008&hid=4203&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=edselc.2-52.0-51349164886&db=edselc>

- Boisgontier, M. P., Serbruyns, L., & Swinnen, S. P. (2017). Physical activity predicts performance in an Unpracticed Bimanual Coordination Task. *Frontiers in psychology*, 8, 1-5. Retrieved 21. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28265253>
- Borremans, E., Rintala, P., & McCubbin, J. A. (2009). Motor skills of young adults with Asperger syndrome: A comparative study. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 2(1), 21-33. Retrieved 21. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://jyx.jyu.fi/dspace/handle/123456789/50890>
- Calabová, N., Pilný, J., Dráč, P., & Stančíková, M. (2014). Přínos fyzioterapie v léčbě dynamických skafolunárních disociací. *Ortopedie*, 8(6), 285-288.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2011). *Neurological rehabilitation: optimizing motor performance*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Chraif, M., & Anitei, M. (2013). Gender Differences in Motor Coordination at Young Students at Psychology. *International Journal of Social Science and Humanity*, 3(2), 147-149. Retrieved 12. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.ijssh.org/papers/215-D10018.pdf>
- Coupar F, Pollock A, Rowe P, Christopher, W., & Langhorne. P. (2012). Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 26(4), 291–313. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=5&sid=b8b66bee-a921-484f-b1f5-c1209ef9f8cf%40sessionmgr102&hid=108&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=72475004&db=s3h>
- Culicchia, G., Nobilia, M., Asturi, M., Santilli, V., Paoloni, M., Santis De, R., & Galeoto, G. (2016). Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Jebsen-Taylor Hand Function Test in an Italian Population. *Rehabilitation Research and Practice*, 1-12. Retrieved 11 03. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=7&sid=6a08a01b-f4d6-485d-894a-4314edcd45f7%40sessionmgr120&hid=122&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=116872652&db=a9h>
- Dathe, H., Dumont, C., Perplies, R., Fanghänel, J., Kubein-Meesenburg, D., Nägerl, H., & Wachowski, M. M. (2016). The thumb carpometacarpal joint: curvature morphology of the articulating surfaces, mathematical description and mechanical functioning. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 18(2), 103-110. Retrieved 16. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web:

- <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=77cceefa-dbb7-4674-aa5e-dba6cef64d4c%40sessionmgr102&hid=104>
- Dopsaj, M., Ivanovic, J., Blagojevic, M., & Vučkovic, G. (2009). Descriptive, functional and sexual dimorphism of explosive isometric hand grip force in healthy university students in Serbia. *Physical Education and Sport*, 7(2), 125-139. Retrieved 26. 4. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=bb47589b-4e70-4d76-968d-15c754f9b48c%40sessionmgr120>
- Dylevský, I. (2007). *Obecná kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Dylevský, I. (2009). *Speciální kineziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Freivalds, A. (2011). *Biomechanics of the upper limbs: mechanics, modeling and musculoskeletal injuries*. Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Gallahue, D. L., & Donnelly, F. C. (2003). *Developmental physical education for all children*. Champaign: Human Kinetics.
- Greenwood, R., Barnes, M. P., McMillan, T. M., & Ward, Ch. D. (1993). *Neurological rehabilitation*. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Gross, J. M., Fetto, J., & Supnick, E. R. (2005). *Vyšetření pohybového aparátu*. Praha: Triton
- Gzibovskis, T., & Marnauza, M. (2012). Development of young adults' fine motor skills when to play percussion instruments. *Music Education Research*, 14(3), 365-380. Retrieved 21. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14613808.2012.685453>
- Hadraba, I. (2002a). Úchop v protetice – 1. část. *Ortopedická protetika*, 4. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.ortotikaprotetika.cz/oldweb/Wc8a7b70693248.htm>
- Hadraba, I. (2002b). Úchop v protetice – 2. část. *Ortopedická protetika*, 5. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.ortotikaprotetika.cz/oldweb/Wc2bfee47eea.htm>
- Hardin, M. (2002). Assessment of hand function and fine motor coordination in the geriatric population. *Topics in Geriatric Rehabilitation*, 19(2), 18-27. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=55eeb3ff-49f6-4943-a18a-ba0996a480ce%40sessionmgr4007&hid=4105&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=000179532400002&db=edswss>

- Hertling, D., & Kessler, R. M. (2006). *Management of common musculoskeletal disorders: physical therapy principles and methods*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Hitpass, J. (1978). Hochschulzulassung – Besonder Auswahltest Zahnmedizin, *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 25(1), 75-94. Retrieved 21. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=7627bbda-1fd0-45aa-8350-5ee0bb24e98e%40sessionmgr104&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=1002485&db=pdx>
- Huau, A., Velay, J.-L., & Jover, M. (2015). Graphomotor skills in children with developmental coordination disorder (DCD): Handwriting and learning a new letter. *Human Movement Science*. 42, 318-332. Retrieved 20. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=d6fdead9-825c-49ac-9edd-317c15ebdf01%40sessionmgr4008&hid=4203&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=edselc.2-52.0-84939418111&db=edselc>
- Husby, I. M., Skranes, J., Olsen, A., Brubakk, A.-M., & Evensen, K. A. (2013). Motor skills at 23 years of age in young adults born preterm with very low birth weight. *Early Human Development*, 89, 747-754. Retrieved 28. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: [http://ac.els-cdn.com/S0378378213001308/1-s2.0-S0378378213001308-main.pdf?\\_tid=255b4cc2-541f-11e7-ae8a-00000aab0f27&acdnat=1497788020\\_0764880286ef0d4cdbc6d3ee0be17eac](http://ac.els-cdn.com/S0378378213001308/1-s2.0-S0378378213001308-main.pdf?_tid=255b4cc2-541f-11e7-ae8a-00000aab0f27&acdnat=1497788020_0764880286ef0d4cdbc6d3ee0be17eac)
- Incel, N. A., Ceceli, E., Durukan, P. B., Erdem, H. R., & Yorgancioglu, Z. R. (2002). Grip Strength: Effect of Hand Dominance. *Singapore Medicine Journal*, 43(5), 234-237. Retrieved 12. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43146238/4305a3.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1497217585&Signature=OCrK%2BULWnts7qDPz%2FULInvLKCAy%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DGrip\\_strength\\_effect\\_of\\_hand\\_dominance.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43146238/4305a3.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1497217585&Signature=OCrK%2BULWnts7qDPz%2FULInvLKCAy%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DGrip_strength_effect_of_hand_dominance.pdf)
- Jankovic, J. (2008). Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 79, 368-376. Retrieved 26. 2. 2016 from

- EBSCO database on the World Wide Web: <https://pdfs.semanticscholar.org/f4d7/41ff92225e43f76009d2ef8029032cbd080b.pdf>
- Jebsen, R. H., Taylor, N., Trieschmann, R. B., Trotter, M. J., & Howard, L. A. (1969). An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine & Rehabilitation*, 50(6), 311-319. Retrieved 26. 2. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=a9248822-7a76-420b-bbd8-98e0b5075e2a%40sessionmgr102&hid=127&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=edselec.2-52.0-0014529645&db=edselec>
- Johansson, R. S., Westling, G., Bäckstrom, A., & Flanagan, J. R. (2001). Eye-hand coordination in object manipulation. *Journal of Neuroscience*, 21(7), 6917-6932. Retrieved 23. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.jneurosci.org/content/21/17/6917.long>
- Jost, W. H. (2003). *Botulinum toxin in painful diseases*. Basel: Reinhard Druck.
- Kapandji, A. I. (1982). *The physiology of the joints: annotated diagrams of the mechanics of the human joints*. Volume 1, Upper limb. Edinburgh: Churchill Livingstone.
- Kaya, A., Ozgocmen, S., Ardicoglu, O., Kamanli, A., & Gudul, H. (2005). Relationship between grip strength and hand bone mineral density in healthy adults. *Archives of Medical Research*, 36(5), 603-606. Retrieved 23. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188440905000998>
- Kendall, P. F. (2005). *Muscles: testing and function, with posture and pain*. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins.
- Kolář, P. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén.
- Krivošíková, M. (2011). *Úvod do ergoterapie*. Praha: Grada Publishing.
- Křivánek, Z., & Wildová, R. (1998). *Didaktika prvopočátečního čtení a psaní*. Praha: Pedagogická fakulta UK.
- Kuhtz-Buschbeck, J. P., Ehrsson, H., & Forssberg, H. (2001). Human brain activity in the control of fine static precision grip forces: an fMRI study. *European Journal of Neuroscience*. Retrieved 23. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.0953-816x.2001.01639.x/epdf>
- Kufa, R. (2014). Vývojové vady ruky. *Perfect Clinic*. Retrieved 21. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.perfectclinic.cz/vrozene-vady-ruky>

- Kutálková, D. *Jak připravit dítě do 1. třídy: rozvoj obratnosti, smyslové vnímání, řeč, náměty a hry, kresba, školní zralost*. Praha: Grada Publishing.
- Lafayette Instrument. (2004). *Jamar hydrolic hand dynamometer user instructions*. Retrieved 26. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.chponline.com/store/pdfs/j-20.pdf>
- Langmeier, M. (2009). *Základy lékařské fyziologie*. Praha: Grada Publishing.
- Lewis, J. W. (2006). Cortical networks related to human use of tools. *Neuroscientist*, 12(3), 211-231. Retrieved 20. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.835.6574&rep=rep1&type=pdf>
- Ling, C. H., Taekema, D., de Craen, A. J., Gussekloo, J., Westendorp, R. G., & Maier, A. B. (2010). Handgrip strength and mortality in the oldest old population: the Leiden 85-plus study. *Canadian Medical Association journal*, 182(5), 429-435. Retrieved 20. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20142372>
- Looseová, A. C., Piekertová, N., & Dienerová, G. (2001). *Grafomotorika pro děti předškolního věku*. Praha: Portál.
- Luck, O., Reitemeier, B., & Scheuch, K. (2000). Testing of fine motor skills in dental students. *European Journal of Dental Education*, 4(1), 10-14. Retrieved 20. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11168460>
- Malik, S. (2014). Polydactyly: phenotypes, genetics and classification. *Clinical Genetics*, 85, 203-212. Retrieved 20. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=d5ca6145-f04f-483d-9982-c960a5d394ff%40sessionmgr4007&hid=4111&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=000330131300001&db=edswsc>
- Mathiowetz, V., Volland, G., Kashman, N., & Weber, K. (1985). Adult Norms for the Box and Block Test of Manual Dexterity. *The American Journal of Occupational Therapy*, 39(6), 386-391. Retrieved 28. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=39315e60-bade-4999-85ed-de85c8030714%40sessionmgr4006&hid=4105&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=edselc.2-52.0-0022080905&db=edselc>



- Mathiowetz, V., Weber, K., Kashman, N., & Volland, G. (1985). Adult Norms for the Nine Hole Peg Test of Finger Dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 5(1), 24-37. Retrieved 28. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=2&sid=8790dd41-c13c-4ff8-a97e-018d693640f5%40sessionmgr4010&hid=4105&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=1986-05316-001&db=psyh>
- Mackin, J. E., Callahan, D. A., Skirven, T. M., Schneider, L. H., Osterman, A. L., & Hunter, J. M. (2002). *Rehabilitation of the hand and upper extremity*. St. Louis: Mosby.
- Mayer, M. & Hlušík, P. (2004). Ruka u hemiparetického pacienta. Neurofyziologie, patofyziologie, rehabilitace. *Rehabilitácia*, 41(1), 9-13.
- McCombe Waller, S., & Whittall, J. (2004). Fine motor control in adults with and without chronic hemiparesis: baseline comparison to nondisabled adults and effects of bilateral arm training. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*, 85(7), 1076–1083. Retrieved 20. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=63000f41-7341-426a-b29d-ee7b0644cd9f%40sessionmgr4009&hid=4111&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=S000399930400019X&db=edselp>
- McHale, K., & Cermak, S. A. (1992). Fine Motor Activities in Elementary School: Preliminary Findings and Provisional Implications for Children With Fine Motor Problems. *American Journal of Occupational Therapy*, 46(10), 898-903. Retrieved 26. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://ajot.aota.org/article.aspx?articleid=1875296>
- Měkota, K., & Cuberek, R. (2007). *Pohybové dovednosti, činnosti, výkony*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- MIE Medical Research Ltd. (2004). *Digital Analyser – Myometer Instruction Manual*.
- Mickevičienė, D., Butkutė, J., Skurvydas, A., Karanauskienė, D., & Mickevičius, M. (2015). Effect of the application of Constraint-induced movement therapy on the recovery of affected hand function after stroke. *Baltic Journal of Sports & Health Sciences*. 2(97), 15-22. Retrieved 27. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=5a13d4d8-a335-40f9-bd91-24385b7472ef%40sessionmgr4010&hid=4210&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=109971185&db=s3h>
- Mlčáková, R. (2009). *Grafomotorika a počáteční psaní*. Praha: Grada Publishing,

- Mlčochová, M. (2005). *Šimonovy pracovní listy*. Praha: Portál.
- Natta, D. D. N., Alagnidé, E., Kpadonou, T. G., Detrembleur, Ch., Lejeune, T., & Stoquart, G. (2015). Box and Block Test in Beninese adults. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 47, 970-973. Retrieved 29. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=7ff39b34-672b-4f22-a043-b5d5cf4f1be5%40sessionmgr4007&hid=4105&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=000364924900011&db=edswss>
- Naylor, C. E., & Bower, E. (2005). Modified constraint-induced movement therapy for young children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 365-369. Retrieved 27. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=f31d0c1a-e2b8-4ed8-b7fa-8914888139e1%40sessionmgr4007&hid=4210&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=000229245300004&db=edswsc>
- Neuwirth, W., & Benesch, M. (2010). *Motor performance series*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Neuner, I., Arrubla, J., Ehlen, C., Janouschek, H., Nordt, C., Fimm, B., Schneider, F., Shan, N. J., & Kawohl, W. (2012). Fine motor skills in adult Tourette patients are task-dependent. *BMC Neurology*, 12, 1-8. Retrieved 19. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://bmcneurol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2377-12-120>
- Opatřilová, D. (2014). *Grafomotorika a psaní u žáků s tělesným postižením*. Brno: Masarykova univerzita.
- Opavský, J. (2003). *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Papandonatos, G. D., Ott, B. R., Davis, J. D., Barco, P. P., & Carr, D. B. (2015). Clinical Utility of the Trail-Making Test as a Predictor of Driving Performance in Older Adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 63(11), 2358-2364. Retrieved 19. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=b6332d4b-1cb2-4e89-b319-39cbc710ba8c%40sessionmgr4008&vid=2&hid=4110>
- Paul, M., Khanna, N., & Sandhu, S. J. (2012). Psycho-motor analysis of athletes under overtraining stress. *Serbian Journal of Sports Sciences*, 6(3), 95-101. Retrieved 29. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.sjss->

sportsacademy.edu.rs/archive/details/psycho-motor-analysis-of-athletes-under-overtraining-stress-341.html

- Pavlík, J., Sebera, M., Stochl, J., Vespalec, T., & Zvonař, M. (2010). *Vybrané kapitoly z antropomotoriky*. Brno: Masarykova univerzita.
- Payne, V. G., & Isaacs, L. D. (2008). Human motor development – A lifespan approach. *New York: McGraw-Hill*.
- Pegoli, L., Prashanth, S., Calcagni, M., Pivato, G., & Pajardi, G. (2005). The surgical treatment of the first carpometacarpal joint arthritis: Evaluation of 400 consecutive patients treated by suspension arthroplasty. *Hand Surgery, 10*, 199-203. Retrieved 9. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=019b4b6b-83e6-466a-b8cb-751b998eb019%40sessionmgr106&hid=119>
- Petrovický, P. (2008). *Klinická neuroanatomie CNS s aplikovanou neurologií a neurochirurgií*. Praha: Triton
- Pilný, J., Čižmář, I., Višna, P., & Pikula, R. (2007). *Prevence úrazů pro sportovce: taping*. Praha: Grada Publishing.
- Puhr, U. (2011). *Two-hand coordination*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Preiss, M., & Příkrylová Kučerová, H. (2006). *Neuropsychologie v neurologii*. Praha: Grada.
- Přidalová, M. (2013). *Vybrané kapitoly ze somatodiagnostiky*. Olomouc: Univerzita Palackého.
- Ramachandran, V. S., & Altschuler, E. L. (2009). The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain, A Journal of Neurology, 132 (7)*, 1693-1710. Retrieved 27. 3. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: [https://pdfs.semanticscholar.org/e5e5/8ada83b82c33e200afd83f6eb19dac5ef624.pdf?\\_ga=1.256474507.1491716288.1490518706](https://pdfs.semanticscholar.org/e5e5/8ada83b82c33e200afd83f6eb19dac5ef624.pdf?_ga=1.256474507.1491716288.1490518706)
- Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Sahgal, V., & Yue, G. H. (2001). Effect of Aging on Hand Function. *Journal of the American Geriatrics Society, 49*, 1478-1484. Retrieved 27. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11890586>
- Rand, M. K., & Stelmach, G. E. (2012). Effect of Aging on Coordinated Eye and Hand Movements With Two-Segment Sequence. *Motor Control, 16*, 447-465. Retrieved 27. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web:

<http://eds.a.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=64c159b4-0f39-4c5a-be47-014360bf1718%40sessionmgr4008&vid=0&hid=4110>

- Rosén, B., & Lundborg, G. (2005). Training with a mirror in rehabilitation of the hand. *Scandinavian Journal of Plastic & Reconstructive Surgery & Hand Surgery* 39(2), 104-108. Retrieved 27. 3. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=4&sid=78e362ff-f240-487f-9513-d26a1d5c5699%40sessionmgr4007&hid=4210&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=16471865&db=a9h>
- Ruisel, I. (2000). *Základy psychologie inteligence*. Portál, Praha.
- Singole, A. P., & Levin, M. F. (2008). Arches of the hand in reach to grasp. *Journal of Biomechanics*, 41, 829-837. Retrieved 27. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929007004800?>
- Seashore, H. G. (1942). Some relationships of Fine and Gross Motor Abilities, *Research Quarterly of the American Association for Health, Physical Education, & Recreation*, 13, 259-274.
- Schieber, M. H., & Santello, M. (2004). Hand function: peripheral and central constraints on performance. *Journal of Applied Physiology*, 96, 2293–2300. Retrieved 27. 11. 2016 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://jap.physiology.org/content/96/6/2293>
- Schuhfried GmbH. (2017a). *Schuhfried – About us*. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.schuhfried.com/about-us/>
- Schuhfried GmbH. (2017b). *Schuhfried – HR*. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.schuhfried.com/tests/hr/>
- Schuhfried GmbH. (2017c). *Schuhfried – Neuro*. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.schuhfried.com/tests/neuro/>
- Schuhfried GmbH. (2017d). *Schuhfried – Sport*. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.schuhfried.com/tests/sport/>
- Schuhfried GmbH. (2017e). *Schuhfried – Traffic*. Retrieved 21. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <https://www.schuhfried.com/tests/traffic/>
- Shetty, A. K., Shankar, V., & Annamalai, N. (2014). Bimanual Coordination: Influence of Age and Gender. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(2), 15-16. Retrieved 21. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web:

[http://www.jcdr.net/articles/PDF/3994/5-%207333\\_E\(C\)\\_F\(T\)\\_PF1\(PAK\)\\_PFA\(AK\).pdf](http://www.jcdr.net/articles/PDF/3994/5-%207333_E(C)_F(T)_PF1(PAK)_PFA(AK).pdf)

- Solgaard, S., Kristiansen, B., & Jensen, J. S., (1984). Evaluation of instruments for measuring grip strength. *Acta Orthopædica Scandinavica*, 55, 569-572. Retrieved 26. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3109/17453678408992963>
- Svoboda, M., Krejčířová, D., & Vágnerová, M. (2015). *Psychodiagnostika dětí a dospívajících*. Praha: Portál.
- Taub, E., Burgio, L., Groomes, T. E., Cook, E. W., DeLuca, S. C., & Miller, N. E. (1994) An operant approach to overcoming learned nonuse after CNS damage in monkeys and man: the role of shaping. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61(2), 281–293. Retrieved 27. 3. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=1&sid=b6010a69-c8cb-4f9b-a46a94471bce86a%40sessionmgr120&hid=120&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=1994-34883-001&db=psych>
- Tiffin, J., & Asher, E. J. (1948). The Purdue Pegboard: Norms and Studies of Reliability and Validity. *Journal of Applied Psychology*, 32(1), 234-247. Retrieved 28. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://eds.a.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=3&sid=55eeb3ff-49f6-4943-a18a-ba0996a480ce%40sessionmgr4007&hid=4105&bdata=JnNpdGU9ZWRzLWxpdmU%3d#AN=1949-01049-001&db=pdh>
- Tomisová, D., Opavský, J. (2009). Hodnocení motoriky ruky pacientů v chronickém stadiu po cévní mozkové příhodě – tapping testem prstů a testem devíti otvorů a kolíků. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*, 1, 11-15.
- Trojan, S., Votava, J., Druga, J., & Pfeiffer, J. (2005) *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka*. Praha: Grada Publishing.
- Véle, F. (2006). *Kineziologie*. Praha: Triton.
- Vítková, M. (1999). *Možnosti reedukace zraku při kombinovaném postižení*. Brno: Paido.
- Vyskotová, J., & Macháčková, K. (2013). *Jemná motorika*. Praha: Grada Publishing.
- Vyskotová, J., & Vaverka, F. (2007). A test of manipulation functions using the constructional set „Ministav“ in physiotherapy and the verification of its reliability. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis*, 37(3), 49-56. Retrieved

28. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web:  
<http://www.gymnica.upol.cz/pdfs/gym/2007/03/06.pdf>
- Wang, Y.-Ch., Bohannon, R. W., Kapellusch, J., Garg, A., & Gershon, R. C. (2015). Dexterity as measured with the 9-Hole Peg Test (9-HPT) across the age span. *Journal of Hand Therapy*, 28, 53-60. Retrieved 28. 1. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0894113014001318?>
- Wagnerová, I. (2011). *Psychologie práce a organizace: nové poznatky*. Praha: Grada Publishing.
- Wray, D. (2004) *Literacy: major themes in education*. London: RoutledgeFalmer.
- Wu, S.-W., Wu, S.-F., Liang, H.-W., Wu, Z.-T., & Huang, S. (2009). Measuring factors affecting grip strength in a Taiwan Chinese population and a comparison with consolidated norms. *Applied Ergonomics*, 40(4), 811-815. Retrieved 28. 4. 2017 from EBSCO database on the World Wide Web: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687008001336>
- Zelinková, O. (2007). *Pedagogická diagnostika a individuální vzdělávací program*. Praha: Portál.

# 11 PŘÍLOHY

## Příloha 1 Anamnéza

### ANAMNÉZA

Účastník byl zařazen do výzkumu pod číslem:

Jméno a příjmení (+titul):

Pohlaví: muž/žena

Datum narození:

Dominantní horní končetina: pravá/levá

#### Osobní anamnéza:

Nosíte brýle? Pokud ano, jakou trpíte vadou?

Prodělal/a jste nějaké zranění, onemocnění nebo operace v oblasti horních končetin?

Trpíte nějaký bolestmi v oblasti horních končetin? Pokud ano, omezují Vás?

Máte dlouhodobé bolesti (více jak 3 měsíce) v oblasti krční páteře?

Máte problémy se psaním?

Trpíte nějakými neurologickými nebo psychickými problémy?

#### Pracovní anamnéza:

Jaký obor studujete a ve kterém ročníku jste?

Máte přistudiu nějakou praxi/brigádu/práci, kde pracujete manuálně?

#### Farmakologická anamnéza:

Berete nějaké léky?

#### Sportovní anamnéza:

Provozujete nějakou pohybovou aktivitu?

Jestli ano, tak: Jakou?

Na jaké úrovni? Rekreačně/závodně?

Kolikrát týdně (+ zápasy)?

Věnujete se nějakým ručním pracím, nebo jiným pracím rozvíjející jemnou motoriku (hra na hudební nástroj)?

Příloha 2 Percentilové tabulky 2HAND testu

PR	Raw scores			T
	OMD	OMED	OPED	
0	60.98	6.42	32.46	20
5	45.75	3.54	15.97	34
10	41.08	2.82	13.14	37
15	38.20	2.26	10.49	40
20	31.91	1.87	8.41	42
25	29.09	1.46	7.25	43
30	27.26	1.30	6.78	45
35	26.30	1.19	6.13	46
40	24.62	1.09	5.48	47
45	24.14	0.90	4.98	49
50	21.62	0.84	4.28	50
55	20.80	0.71	3.64	51
60	20.19	0.63	3.09	53
65	18.16	0.59	2.57	54
70	15.25	0.54	1.95	55
75	14.93	0.39	1.72	57
80	14.18	0.30	1.45	58
85	12.67	0.27	1.01	60
90	11.90	0.19	0.77	63
95	10.84	0.05	0.14	66
100	0.00	0.00	0.00	80
<b>Rel.</b>	.939	.762	.762	



Příloha 3 Percentilová tabulka MLS testu (pravá ruka)

PR	Raw scores							T
	SE	SED	LTE	LTED	LTTD	ATD	TH	
0	39	6.02	40	5.97	119.84	15.79	149	20
5	25	2.35	34	4.14	63.57	12.96	175	34
10	19	1.81	32	3.38	56.22	11.09	180	37
15	17	1.41	29	3.09	50.82	10.56	186	40
20	15	1.27	27	2.80	46.97	9.92	191	42
25	13	1.07	26	2.50	44.73	9.56	192	43
30	12	0.97	25	2.39	40.56	9.30	195	45
35	10	0.78	24	2.21	37.72	8.85	197	46
40	9	0.66	23	2.09	34.53	8.55	199	47
45	8	0.55		1.99	33.08	8.27	202	49
50	7	0.47	22	1.87	31.26	8.08	204	50
55	6	0.34	21	1.77	30.05	7.77	206	51
60	5	0.28	20	1.68	27.93	7.64	208	53
65	4	0.24	19	1.58	26.91	7.41	212	54
70	3	0.19	18	1.43	25.21	7.25	213	55
75		0.14	17	1.24	23.81	6.93	217	57
80	2	0.08	15	1.12	21.88	6.70	219	58
85		0.06	13	0.99	20.73	6.54	226	60
90	1	0.01	11	0.84	19.59	6.31	236	63
95		0.00	8	0.64	16.88	6.01	245	66
100	-1	-0.01	1	0.04	10.46	5.25	268	80
Rel.	---	---	---	---	---	---	---	

Příloha 4 Percentilová tabulka MLS testu (levá ruka)

PR	Raw scores							T
	STE	SEDU	LTER	LTEU	LTTU	ATDU	TAH	
0	54	32.00	62	9.57	84.08	13.75	109	20
5	39	7.14	46	5.57	61.14	12.30	150	34
10	33	4.03	41	4.79	53.65	11.32	156	37
15	26	2.78	39	4.41	47.37	10.80	160	40
20	23	2.22	36	3.97	44.93	10.21	164	42
25	20	1.98	34	3.81	42.11	9.75	167	43
30	17	1.78	33	3.56	39.49	9.39	170	45
35	16	1.52	31	3.41	36.18	9.24	172	46
40	15	1.25	30	3.07	34.85	8.99	174	47
45	13	1.09	29	2.79	32.75	8.74	176	49
50	11	0.93	28	2.68	30.15	8.25	178	50
55	10	0.76	26	2.50	28.67	8.03	181	51
60	8	0.68	25	2.35	26.76	7.90	184	53
65	7	0.53	24	2.28	25.86	7.74	189	54
70	6	0.48	21	2.01	23.90	7.61	193	55
75	5	0.40	20	1.87	21.95	7.42	197	57
80	4	0.33	19	1.72	21.42	7.27	200	58
85	3	0.14	18	1.49	20.12	7.01	206	60
90	2	0.06	14	1.24	18.00	6.64	214	63
95	1	0.02	12	0.86	15.25	6.30	225	66
100	-1	-0.01	3	0.25	9.84	5.51	247	80
<b>Rel.</b>	---	---	---	---	---	---	---	

## Příloha 4 Informovaný souhlas

### Informovaný souhlas

**Název studie (projektu): Hodnocení vizuomotorické koordinace a jemné motoriky u studentů a studentek Univerzity Palackého v Olomouci prostřednictvím Vienna test systému.**

Jméno:

Datum narození:

Účastník byl do studie zařazen pod číslem:

1. Já, níže podepsaný(á) souhlasím s mou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl(a) jsem podrobně informován(a) o cíli studie, o jejích postupech, a o tom, co se ode mě očekává. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Porozuměl(a) jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či odstoupit. Moje účast ve studii je dobrovolná.
4. Při zařazení do studie budou moje osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tzn. anonymní data pod číselným kódem. Rovněž pro výzkumné a vědecké účely mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů (anonymní data) nebo s mým výslovným souhlasem.
5. Porozuměl(a) jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii. Já naopak nebudu proti použití výsledků z této studie.

Podpis účastníka:

Podpis fyzioterapeuta pověřeného touto studií:

Datum:

Datum:

## Příloha 5 Vyjádření Etické komise FTK UP



Fakulta  
tělesné kultury

### Vyjádření Etické komise FTK UP

**Složení komise:** doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D. – předsedkyně  
Mgr. Ondřej Ješina, Ph.D.  
doc. MUDr. Pavel Maňák, CSc.  
Mgr. Filip Neuls, Ph.D.  
Mgr. Michal Kudláček, Ph.D.  
doc. Mgr. Erik Sigmund, Ph. D.  
Mgr. Zdeněk Svoboda, Ph. D.

Na základě žádosti ze dne 13. 6. 2016 byl projekt diplomové práce  
autorky **Bc. Lucie Veselé**

s názvem **Hodnocení vizuomotorické koordinace a jemné motoriky u studentů  
a studentek Univerzity Palackého v Olomouci prostřednictvím Vienna test  
systému**

schválen Etickou komisí FTK UP pod jednacím číslem: 54/2016

dne: 4. 7. 2016

Etická komise FTK UP zhodnotila předložený projekt a **neshledala žádné rozpory**  
s platnými zásadami, předpisy a mezinárodními směrnicemi pro výzkum zahrnující  
lidské účastníky.

**Řešitelka projektu splnila podmínky nutné k získání souhlasu etické  
komise.**

za EK FTK UP  
doc. PhDr. Dana Štěrbová, Ph.D.  
předsedkyně

Univerzita Palackého v Olomouci  
Fakulta tělesné kultury  
Komise etická  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc

Fakulta tělesné kultury (Univerzity Palackého v Olomouci)  
třída Míru 117 | 771 11 Olomouc | T: +420 585 636 009  
www.ftk.upol.cz

## Příloha 6 Potvrzení překladatele

The master's thesis is focused on the testing of visuomotor coordination and fine motor skills in students who study physiotherapy, dentistry and physical education. The measurement of these abilities was done using the Vienna test system, the 2HAND test was used for visuomotor coordination and the Motor Performance Series was used for evaluation of fine motor skills. The test consists of four subtests (steadiness, line tracking, aiming and tapping). The influence of studied specialisation and the influence of exogenous factors on tests results were examined. Significant dependence of specialisation was confirmed for coordination ability in the 2HAND test. Positive influence of specialisation was recorded in subtest tapping (MLS) for the left hand. Positive effect in individuals with manual work was shown in the 2HAND test and in the MLS test the influence of handicraft and exercise was proved in line tracking and aiming.

Vienna test system was developed by Schuhfried company as a first digital psychological and testing system which is used in neuropsychology, sport psychology, traffic and in human resources. The VTS provides almost 120 tests and test batteries including the 2HAND test and the MLS test which were used for this study.

The theoretical part of the master's thesis deals with kinesiological and biomechanical contexts related to a hand. Next, fine motor skills and visuomotor and various types of tests which determine level of these abilities are described in detail. The chapter of hand rehabilitation which is closely related with testing is described as well.

The principal goal of this master's thesis was evaluating visuomotor coordination and fine motor skills in students who study physiotherapy, dentistry and physical activities at Palacký University, Olomouc by the 2HAND test and the MLS test. Proband's measurement was realized in the anthropometric laboratory of the department of Natural Sciences at the Kinesiology Faculty of Physical Culture, Palacký University, Olomouc.

The whole test group was informed about the conditions (placement of the working desk and chair per the recommendation in the manual of the device) and with the course of testing. A case history was taken from probands, following that, basic orientation examination was done and then the force measurement by dynamometer with the main measurement by the 2HAND test and the MLS test. The final research group was comprised of 76 people who were divided into three groups per their specialisation. Subjects with right-hand side dominance or the ambidexter were included in the study. The exclusion criterion was neurological or mental disease.

Measured data was statistically processed by program Statistica 12. The basic statistical characteristics were calculated for measured parameters. Students' t-tests were used for finding out statistical significance of parameters with two codes, Scheffe test was used for calculating statistically significant difference of mean values.

The influence of specialisation on results of the 2HAND test was significant only in the case of coordination which was better in women who study dentistry and physical education than it was in men with the same specializations. The influence of specialisation on results of the MLS test was shown in the tapping subtest made with left hand.

Significant differences were found in the 2HAND test results between groups with individuals who do manual work and those who don't. In case of the MLS test these differences were observed between groups with people doing handicraft and without such individuals (for right hand in the line tracking subtest, for left hand in the aiming subtest) and between probands with regular and irregular physical activity (for left hand in the line tracking subtest).

Positive influence of testing was significant regarding the grip strength in women subjects only.

In the specialized literature, there are not many studies dealing with testing of young healthy individuals between the age of 21 and 25 years. This study and the resultant information can be used in other studies which would deal with an influence of a work specialisation on fine motor skills and visuomotor coordination.

**Bc. Jiří HYBŠ**  
výuka AJ. příklady  
tel.: 604 959 077  
e-mail: jhybs@centrum.cz  
IČO: 72942521