

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**Srovnání stereognozie a palestezie preferované
a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce:

PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.

Vypracovala:

Bc. Martina Boráňová

Praha, září 2013

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne.....

.....

Martina Boráňová

Evidenční list

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

Jméno a příjmení:

Fakulta / katedra:

Datum vypůjčení:

Podpis:

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní PhDr. Tereze Novákové, Ph.D. za způsob vedení diplomové práce, cenné připomínky, rady, v neposlední řadě také za ochotu a čas, který mi věnovala. Dále bych chtěla poděkovat studentům, kteří se zúčastnili testování, a rodině, která mě při studiu i psaní diplomové práce podporovala.

Abstrakt

Název: Srovnání stereognozie a palestezie preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie

Cíle: Mezi cíle práce patří zpracování a shrnutí poznatků týkajících se laterality a cití v oblasti horních končetin, pomocí vybraných testů u třiceti studentů fyzioterapie vyhodnotit preferenci horní končetiny a zhodnotit, zda je citlivost stereognozie a palestezie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než v oblasti preferované horní končetiny či zda se citlivost stereognozie a palestézie obou horních končetin neliší.

Metody: Úkoly práce byly řešeny pomocí čtyř testů zaměřených na vyšetření preference, stereognozie a palestézie v oblasti horních končetin. Statistická analýza výsledků vyšetření byla provedena pomocí párového t-testu.

Výsledky: U palestézie v oblasti proc. styloideus radii a u stereognozie byla potvrzena na zvolené hladině významnosti nulová hypotéza, že se citlivost palestezie / stereognozie vyšetřená vybraným testem u studentů fyzioterapie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny neliší. Alternativní hypotéza byla přijata na zvolené hladině významnosti pro palestézii v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu, kde je u studentů fyzioterapie citlivost palestézie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než v oblasti preferované horní končetiny.

Klíčová slova: lateralita, funkční asymetrie, cití

Abstract

Title: The comparison of stereognosis and pallesthesia of the preferred and non-preferred upper extremity in students of physiotherapy

Objectives: To the objectives of the work belong the processing and compilation of information concerning laterality and sensation in the region of the upper extremities, then to evaluate the preference of the upper extremity by means of elected tests in 30 students of physiotherapy and to evaluate, whether the sensitivity of stereognosis and pallesthesia is higher in the region of the non-preferred upper extremity than in the region of the preferred upper extremity or whether the sensitivity of stereognosis and pallesthesia both of the upper extremities do not differ.

Methods: The tasks of the work were dealt with four tests directed to the examination of preference, stereognosis and pallesthesia in the region of upper extremities. The statistic analysis of the results of the examination was carried out by means of paired t-test.

Results: In the examination of pallesthesia in the region of processus styloideus radii and in the examination of stereognosis the null-hypothesis, that the sensitivity of pallesthesia / stereognosis examined by selected test in the region of preferred and non-preferred upper extremity in students of physiotherapy does not differ, was at the elected level of significance confirmed. The alternative hypothesis was accepted at the elected level of significance for pallesthesia in the region of proximal interphalangeal joint of the index finger, where the sensitivity of pallesthesia in students of physiotherapy is higher in the region of non-preferred upper extremity than in the region of preferred upper extremity.

Keywords: laterality, functional asymmetry, sensation

OBSAH

1	Úvod	11
2	Teoretická východiska práce	13
2.1	Senzitivní systém	13
2.1.1	Povrchová citlivost, receptory povrchové citlivosti	13
2.1.2	Hluboká citlivost, receptory hluboké citlivosti.....	15
2.1.3	Vybrané centrální spoje senzitivního systému.....	15
2.1.4	Somatosenzorická kůra	16
2.2	Vyšetření čítí.....	18
2.2.1	Poruchy čítí	18
2.2.2	Vyšetření jednotlivých modalit čítí.....	19
2.2.2.1	Palestezie	21
2.2.2.2	Stereognozie.....	22
2.3	Senzitivní funkce ve fyzioterapii	23
2.4	Lateralita	24
2.4.1	Asymetrie mozkových hemisfér, lateralizace mozkových funkcí	24
2.4.2	Funkční lateralita horních končetin	26
2.4.2.1	Diagnostika funkční laterality horních končetin.....	27
2.4.2.2	Lateralita v motorice horních končetin	28
2.4.2.3	Lateralita horních končetin v ontogenetickém vývoji jedince.....	29
2.4.3	Příčiny laterality horních končetin.....	30
2.4.3.1	Teorie o vlivu porodní zátěže	30
2.4.3.2	Teorie patologického leváctví.....	30
2.4.3.3	Teorie o vlivu testosteronu	31
2.4.3.4	Teorie o vlivu polohy plodu v děloze	31
2.4.3.5	Genetické teorie	31
2.4.3.6	Teorie o kulturních vlivech.....	33

2.4.3.7	Hybridní model – kombinace genetických a kulturních vlivů.....	33
2.4.3.8	Hybridní model – kombinace genetických a intrauterinních vlivů.....	33
3	Cíle práce a hypotézy	34
3.1	Cíle práce	34
3.2	Hypotézy	34
4	Metodika práce	35
4.1	Sběr dat	35
4.1.1	Časový rozvrh, vedení a podmínky sběru dat.....	35
4.2	Popis výzkumného souboru	36
4.3	Použité metody	36
4.3.1	Vyšetření preference horní končetiny.....	36
4.3.2	Test stereognozie 1	37
4.3.3	Test stereognozie 2	39
4.3.4	Test palestezie.....	40
4.4	Analýza dat	41
5	Výsledky.....	42
5.1	Zhodnocení preference horní končetiny	42
5.2	Test stereognozie 1 – statistické zpracování.....	42
5.3	Test stereognozie 2 – statistické zpracování.....	44
5.4	Test palestezie – statistické zpracování	45
5.5	Vyhodnocení hypotéz	48
6	Diskuse	50
7	Závěr.....	61
	Seznam literatury	63
	Přílohy.....	73

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

aj.	a jiné
C	krční
CNS	centrální nervový systém
č.	číslo
EKG	elektrokardiogram
et al.	et alii (a ostatní, a kolektiv)
FTVS	Fakulta tělesné výchovy a sportu
H _{A1}	alternativní hypotéza jedna
H _{A2}	alternativní hypotéza dvě
HK	horní končetina
H ₀₁	nulová hypotéza jedna
H ₀₂	nulová hypotéza dvě
kol.	kolektiv
L	bederní
LQ	laterální kvocient
m.	musculus
MI	Merkelovy disky
Mr	Meissnerovo tělísko
n.	nervus
např.	například
NEPREF	nepreferovaná

PIP kloub	proximální interfalangový kloub
PREF	preferovaná
proc.	processus
R	Ruffiniho tělísko
resp.	respektive
RS	posun doprava (right shift)
S	křížový
Th	hrudní
tj.	to jest
tzv.	takzvaný
UK	Univerzita Karlova v Praze

1 ÚVOD

Pohyb je chápán jako reakce na podnět ze zevního i vnitřního prostředí. Je proto fyzioterapeutům, lékařům při vyšetření pohybového aparátu doporučováno získat nejprve informace o stavu a funkci receptorů, zhodnotit schopnost vnímání podnětů včetně podnětů propioceptivních z kloubů, svalů, šlach. Vyšetření čítí by tak mělo patřit ke komplexnímu vyšetření pacienta.

Při vyšetření senzitivních funkcí očekáváme u zdravého člověka symetrickou citlivost na odpovídajících místech obou stran těla, oboustranné srovnání je součástí vyšetření. Ačkoli v rámci normestezie u zdravých osob, některé studie poukazují na vyšší taktilní citlivost v oblasti nepreferované horní končetiny v porovnání s citlivostí v oblasti preferované horní končetiny. Z hlediska toho, že preferovaná horní končetina je k vykonávání nejrůznějších činností zapojována častěji než nepreferovaná horní končetina, a je tak pro oblast upřednostňované horní končetiny získáváno více zkušenosti s hmatáním různých objektů, mohou být tyto výsledky překvapivé.

Při aktivním hmatání se uplatňuje povrchová i hluboká citlivost. Ačkoli je podstata funkční laterality horních končetin stále diskutována, je obvykle vztahována ke specializaci levé hemisféry na praxii a souvisí i s kortikální organizací sdělovacích funkcí. Zřejmá je asymetrie v pohybové funkci horních končetin, kdy má jedna z horních končetin při manipulaci úlohu vedoucí, druhá je podpůrná. Preferovaná ruka je shledávána rychlejší, přesnější. Proprioceptivní údaje z receptorů ve svalech, šlachách, kloubech představují důležitou informaci o průběhu pohybu v pohybovém segmentu. Motorický a senzitivní systém tvoří jeden integrovaný celek, takže motorickou aktivitu je možné provést, ale není možné ji bez současné aktivace senzitivních systémů řídit. Je tedy čítí funkčně symetrické? Ve vyšetření čítí jsem se zaměřila na stereognozii a palestезii, jež jsem vyšetřila u třiceti studentů fyzioterapie. Jako cíle diplomové práce jsem si stanovila zpracování a shrnutí teoretických poznatků týkajících se laterality a čítí v oblasti horních končetin, pomocí vybraného testu u třiceti studentů fyzioterapie vyhodnotit preferenci horní končetiny. A dále pomocí vybraných testů u těchto studentů vyhodnotit, zda je citlivost stereognozie a palestезie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než v oblasti preferované horní končetiny či zda se citlivost stereognozie a palestезie obou horních končetin neliší. V nulové hypotéze je tak předpokládáno, že citlivost stereognozie / palestезie se v oblasti

preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší a že se výsledky vyšetření stereognozie / palestezie vybraným testem v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u těchto studentů neliší. V alternativní hypotéze je naopak předpokládáno, že citlivost stereognozie / palestezie je u zmíněných studentů v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší a při vyšetření stereognozie / palestezie vybraným testem dosahují studenti fyzioterapie lepších výsledků v oblasti nepreferované horní končetiny.

Poznatky o lateralitě a čítí jsou shrnuty v teoretické části práce, v praktické části jsou popsány a diskutovány metodika a výsledky testování.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Senzitivní systém

Senzitivní systém umožňuje přijímat podněty působící na organismus z vnějšího i vnitřního prostředí. V klinické praxi jsou rozlišovány dva základní druhy citlivosti, citlivost povrchová a hluboká [2].

2.1.1 Povrchová citlivost, receptory povrchové citlivosti

Povrchová citlivost zprostředkovává vnímání bolesti, tepla a chladu, dotyku a tlaku [2]. Vlastní vjemy jsou přijímány receptory, které odpovídají na určitou formu energie, adekvátní podnět, při dosažení nižší prahové intenzity než při působení jiného druhu podnětu [2, 23].

Taktilní receptory registrují a transformují na formu elektrického signálu mechanické podněty působící na povrch těla. Adekvátním podnětem je tedy deformace kůže, ohnutí vlasu či chlupu. Jedná se o volná či opouzďená nemyelinizovaná zakončení aferentních nervových vláken typu A_{β} . Mezi kožní mechanoreceptory patří Merkelovy disky, Meissnerova tělíska, Ruffiniho tělíska, Vater – Paciniho tělíska, volná nervová zakončení (viz obrázek č. 1 v příloze č. 3).

Merkelovy disky se nacházejí v epidermis, adekvátním podrážděním je dotyk či lehký tlak působící na kůži. Hlouběji, v papilách koria jsou uložena Meissnerova tělíska, pro jejichž podráždění je optimálním podnětem jemné mechanické chvění do frekvence 80 Hz. Oba druhy mechanoreceptorů jsou ve vysoké hustotě rozmístěny na bříškách prstů. Zajišťují přesnou taktilní identifikaci objektu. Merkelovy disky zjišťují kontury, Meissnerova tělíska pak strukturu povrchu ohmatávaného předmětu. V hlubokých vrstvách koria lze nalézt Ruffiniho tělíska, pro něž je adekvátním podnětem napínání kůže. Vater – Paciniho tělíska jsou lokalizována v tela subcutanea, mají schopnost detekovat vibrace, přičemž optimálně odpovídají na frekvence 100 – 300 Hz. Všechny zmíněné receptory se nacházejí v lysé i ochlupené kůži, v ochlupené kůži jsou však Merkelovy disky nakupeny do větších útvarů, které mohou lehce

vyzdvihovat povrch kůže. Mechanický podnět, ohnutí vlasu či chlupu, je registrován Merkelovými disky ve vnější vrstvě vlasového folikulu a volnými nervovými zakončeními, jež folikul oplétají [53]. Merkelovy disky se adaptují relativně pomalu, naopak Meissnerova tělíska se adaptují rychle. Pomalu se adaptující receptory dokážou generovat vzruchy po celou dobu trvání podnětu, rychle se adaptující receptory s delší dobou trvání stimulu postupně přestávají tyto generovat [33].

Kožní termoreceptory zajišťují vnímání teploty předmětů, jež se dostanou do kontaktu s kůží. Strukturou jsou tato čidla volnými nervovými zakončeními aferentních nervových vláken typu A_{δ} a C. Termoreceptory neinformují o teplotě objektů přímo, konají tak prostřednictvím změn teploty vrstvy kůže, v níž se nacházejí [53]. Adekvátními podněty jsou dva různé stupně tepla, jelikož chlad nepředstavuje žádnou formu energie [23]. Teplotu detekují dva typy čidel, chladová a tepelná. Chladové receptory jsou aktivovány při teplotě předmětu nižší než je teplota tělesná, optimálně při 10 – 30°C. Tepelné receptory podávají informace o teplotě vyšší než tělesné, největší měrou jsou aktivovány při teplotě 40 – 45°C.

Vnímání bolestivých podnětů umožňují nociceptory, které jsou tvořeny volnými nervovými zakončeními aferentních vláken A_{δ} a C. Mezi tato čidla jsou řazeny nociceptory mechanosenzitivní, termosenzitivní a polymodální. Mechanosenzitivní nociceptory jsou aktivovány výraznou mechanickou stimulací kůže, především je-li provedena ostrým předmětem. Teplota vyšší než 45°C nebo nižší než 10°C dráždí termosenzitivní nociceptory, zatímco polymodální nociceptory reagují na všechny druhy bolestivého dráždění. Chemické látky (bradykinin, histamin, serotonin, proteolytické enzymy a další), jež jsou uvolňovány z buněk do extracelulární tekutiny při narušení tkáně, aktivují polymodální nociceptory. Aktivace mechanosenzitivních a termosenzitivních nociceptorů se podílí na vjemu akutní, ostré a dobře lokalizovatelné bolesti, tzv. rychlé bolesti. Naproti tomu aktivace polymodálních nociceptorů, jež se nacházejí i v hlouběji uložených tkáních nežli v kůži, vyvolává pálivou difúzní bolest, jež přetrvává i po odstranění algického podnětu. Jedná se o tzv. pomalou bolest [53].

2.1.2 Hluboká citlivost, receptory hluboké citlivosti

Hluboká citlivost (propriocepce) zprostředkovává vnímání polohocitu, pohybcitu, vibrací a dotyku [2]. Vzájemné postavení a pohyby jednotlivých segmentů těla umožňují registrovat proprioceptory. Mezi tato čidla patří ruffiniformní tělíska, paciniformní tělíska, svalová vřeténka, Golgiho šlachová tělíska a Ruffiniho tělíska. Ruffiniformní a paciniformní tělíska se nacházejí v kloubních pouzdrech a vazech. Předpokládá se, že ruffiniformní tělíska detekují extrémní pozici v kloubu, paciniformní tělíska pak pohyb v kloubu. Ruffiniho tělíska se nalézají v korigiu, odpovídají na napínání kůže, především pokud je vyvoláno pohybem prstů či končetiny [53]. Svalová vřeténka jsou paralelně připojena k extrafuzálními vláknům svalu a spolu se vzestupnými drahami přináší CNS informace o délce svalu a o rychlosti, jakou se délka svalu mění. Vřeténka nejsou tak dlouhá jako extrafuzální svalová vlákna, jejich pouzdro je ale spojeno s pojivovou tkání svalu, a proto jsou změny délky svalu přenášeny na intrafuzální vlákna uvnitř vřeténka, kolem kterých jsou obalena senzická vlákna [59]. Golgiho šlachová tělíska se nacházejí ve šlachách svalů, aktivují se při značně zvýšeném napětí ve šlaše svalu [43]. Aferentní nervová vlákna A_{δ} přinášejí do CNS signál ze šlachových tělísek a svalových vřetének, z ostatních proprioceptorů jsou signály přinášeny vlákny typu A_{β} [53, 82].

Významným proprioceptivním orgánem je i vestibulární ústrojí ve vnitřním uchu. Jeho funkcí je nejen udržování rovnováhy ve vzpřímeném stoji a při lokomoci ve vertikále, ovlivňuje i dráždivost svalů, jež se s polohou mění. Dráždivost svalového aparátu je vyšší ve vertikální poloze oproti dráždivosti svalového aparátu v poloze horizontální [43].

2.1.3 Vybrané centrální spoje senzitivního systému

Z příslušných čidel jsou signály vedeny aferentními senzitivními vlákny periferních nervů do zadních kořenů míšních. Perikaryony prvních neuronů leží ve spinálních gangliích (zadních kořenů míšních) [2, 53]. Z dorsálního kořene míšního

pokračují vlákna povrchové citlivosti do zadního míšního rohu, vlákna hluboké citlivosti přicházejí z větší části přímo do zadních provazců míšních.

Spolu s vlákny hlubokého cití vstupuje do ipsilaterálních zadních provazců i část vláken taktilního cití. Neurony prvního řádu končí v jádrech zadních provazců nucleus cuneatus a nucleus gracilis v prodloužené míše. Z těchto jader vycházejí vlákna neuronů druhého řádu, která se v úrovni medully oblongaty kříží a stoupají mediálními lemnisky do thalamu [2]. Tento ascendentní systém je označován jako systém zadních provazců či lemniskální systém [23].

Vlákna povrchového cití končí synaptickými kontakty na projekčních neuronech zadních míšních rohů. Neurity projekčních neuronů přecházejí z větší části cestou comissura anterior alba na kontralaterální stranu míšních segmentů do anterolaterálního funiklu a vytváří spinothalamický trakt. V medulle oblongatě prochází spinothalamický trakt laterálně od mediálního lemnisku, v úrovni pontu obě dráhy splývají. Obě dráhy cití končí v nucleus ventralis posterolateralis thalamu, odkud začínají neurony třetího řádu, tractus thalamocorticalis, jejichž neurity pokračují do somatosenzorického kortexu. Kromě těchto základních drah existují rovněž difúzní ascendentní projekce [2, 53].

Hmatový vjem zprostředkovaný anterolaterálním systémem, kam patří spinothalamický trakt, není dostatečně přesný. Prahový tlak podnětu i prostorový práh jsou vyšší, autotopognózie a stereognózie nejsou přesné. Informace přenášené lemniskálním systémem se týkají přesné lokalizace počítka, jeho umístění v prostoru a časové složky taktilních podnětů, informace anterolaterálního systému pak nepřesně lokalizovaných a hrubých taktilních počítků [23, 53].

2.1.4 Somatosenzorická kůra

Do korové projekční oblasti somatosenzorického systému patří přední parietální korová oblast, zadní parietální korová oblast a sekundární somatosenzorická korová oblast. Přední parietální korová oblast se nachází v gyrus postcentralis a na mediální

ploše hemisféry v zadní části lobulus paracentralis. Jedná se o Brodmannovy arey 3a, 3b, 1 a 2 [33, 53].

Primární somatosenzorickou kůru tvoří arey 3a, 3b. Tato oblast přijímá somatosenzorické informace a mění je v nejjednodušší smyslové vjemy, počítky. Tyto počítky jsou v Brodmannových polích 1 a 2 spojovány v komplexnější smyslové vjemy. Pole 1 a 2 mají tedy funkci asociační kůry somatosenzorického systému (viz obrázek č. 2 v příloze č. 4).

Informace z proprioreceptorů dekoduje Brodmannova area 3a, informace z taktilních receptorů pak Brodmannova area 3b. Předpokládá se, že percepce bolesti a teploty je zajištěna už na subkortikální úrovni vzhledem k tomu, že při postižení korových oblastí není vnímání bolesti a teploty výrazně porušeno. Ve srovnání s primární somatosenzorickou kůrou je pro neurony polí 1 a 2 charakteristické složitější chování. Například některé neurony reagují jen na mechanický podnět pohybující se po kůži konkrétním směrem, jiné nervové buňky reagují jen na určitý tvar kontury předmětu položeného na kůži.

Terminály projekčních axonů jsou v kůře přední parietální oblasti somatotopicky uspořádány, a tedy povrch jednotlivých částí těla je v každém ze čtyř Brodmannových polí postcentrálního a paracentrálního gyru zmapován. Každá area má svou vlastní somatotopickou mapu, v nichž jednotlivé části těla zaujímají přibližně stejnou polohu. Do kůry zmíněných polí se tak od mediální plochy hemisféry projikují genitál, anální krajina, noha, bérec, v laterálním směru pak následují projekční oblasti pro stehno, trup, hlavu bez obličeje, horní končetinu, obličej, zuby, jazyk, břišní orgány [53]. Projekční oblasti pro čítí ze zad a trupu jsou menšího rozsahu nežli oblasti pro signály přicházející z ruky či částí úst podílejících se na řeči [23].

Zadní parietální korová oblast se nachází v oblasti lobulus parietalis superior a lobulus parietalis inferior. Somatosenzorických funkcí se týkají pole 5a, 5b a 7b. Tato pole získávají vstupní informace převážně z Brodmannovy arey 2. Výstupní informace pak odcházejí do motorických oblastí frontálního laloku. Zadní parietální korová oblast je také recipročně propojena s limbickým systémem. Tato korová oblast spolu s motivačními centry limbického systému generuje vzorec chování, jenž zaměřuje pozornost organismu na senzitivní podnět působící na povrchu těla.

Sekundární somatosenzorická korová oblast, která leží na horním valu sulcus lateralis v parietálním laloku, je s výše zmíněnými korovými oblastmi, nucleus ventralis posterolateralis a nucleus ventralis posteromedialis thalamu recipročně propojena. Předpokládá se, že se podílí na taktilním učení a paměti [53].

2.2 Vyšetření čítí

Vyšetření senzitivních funkcí má v rehabilitaci velký význam, neboť pohyb chápeme jako reakci na podnět z vnějšího i vnitřního prostředí.

Mnohé informace o poruchách čítí lze získat už při anamnéze, avšak pacient si poruchy nemusí uvědomovat. Na počátku vyšetření zjišťujeme stav vědomí, orientaci v prostoru, orientaci v čase a možnost kontaktu. Schopnost komunikace a dobrá spolupráce pacienta jsou důležitými předpoklady vyšetření. Před samotným vyšetřením citlivosti je doporučováno zhodnotit pacientovo vnímání sensorických podnětů, a tedy zda podněty nadhodnocuje, podhodnocuje či vnímá normálně. K tomu slouží test podle Petrie.

Čítí vyšetřujeme při pokojové teplotě a vyloučení zrakové kontroly. Pacientovi vysvětlíme, jaký úkon budeme provádět a jakým způsobem má oznamovat vnímané počítky. V průběhu vyšetření udržujeme s pacientem neustálý slovní kontakt. Srovnáváme čítí v odpovídajících si oblastech obou polovin těla, na dorsální a ventrální, proximální a distální části segmentu nebo ve více různých oblastech. Během vyšetření určujeme lokalizaci, typ a stupeň poruchy citlivosti [50, 88].

2.2.1 Poruchy čítí

Kvantitativně hodnotíme následující čtyři stupně poruchy čítí. Vymizení citlivosti (anestezie) odpovídá stupni 0, snížení citlivosti (hypestezie) stupni 1, normální citlivost (normestezie) stupni 2 a zvýšení citlivosti (hyperestezie) stupni 3 [88].

Příznaky poruchy funkce senzitivního systému dělíme na pozitivní a negativní. Pozitivní příznaky jsou citlivější a časnější známkou senzitivní poruchy. Mezi negativní jevy patří hypstezie a anestezie, mezi pozitivní jevy řadíme hyperstezii, parestezii, dysestezii, hyperpatii, alodynii a spontánní bolest [50]. Jako parestezie jsou označovány abnormální pocity charakteru brnění, mravenčení. Tyto mohou být spontánní i provokované. Dysesteziemi rozumíme abnormální senzitivní vjemy vnímané pacientem jako nepříjemné až bolestivé. Mohou být opět spontánní či provokované. Alodynii je pojem používaný pro bolestivé vnímání nebolestivých podnětů. Hyperpatie představuje zvýšený práh pro určitou modalitu cití. Přesáhne-li stimul tento práh, vnímá jej pacient velmi nepříjemně až bolestivě. Ke spontánní bolesti dochází bez patrného důvodu při postižení periferního či centrálního senzitivního systému [2, 50].

Z hlediska distribuce poruchy citlivosti zjišťujeme při postižení periferního nervu globální poruchu cití v oblasti zásobené tímto nervem, v area nervina. Je-li postižen zadní kořen spinálního nervu, nalezneme poruchu cití pásovitého charakteru, v area radicularis (viz obrázek č. 3 v příloze č. 5). U polyneuropatií dochází k punčochovité či rukavicovité poruše cití akrálně na končetinách. Při míšních lézích zjišťujeme na trupu horizontální hranici cití (para-area). Léze horního kmene zapříčiňují globální poruchy citlivosti na kontralaterální straně, léze v oblasti gyrus postcentralis způsobí převážně distálně lokalizované poruchy na končetinách [2, 50, 88].

2.2.2 Vyšetření jednotlivých modalit cití

Taktilní cití vyšetřujeme Semmesovým – Weinsteinovým filamentem, jehož ohnutí vyžaduje standardní sílu. Filamentum přitlačujeme na vyšetřovanou oblast právě tak silně, aby došlo k jeho ohnutí. Dotýkáme se jednotlivých míst a pacient oznamuje každý dotyk, který ucítí. Taktilní cití lze rovněž vyšetřit štětečkem nebo esteziometrem. Esteziometr má proměnný tlak hrotu, který lze využít pro určení intenzity poruchy. K vyšetření hranice cití se používá kolečko s ostrými hroty. Kolečkem pohybujeme kolmo k očekávané hranici při zachování stejného tlaku po celou dobu dráhy kolečka.

Do povrchového čítí je kromě citlivosti na dotyk řazeno i čítí algické, termické a diskriminační. Jako dvoubodová diskriminace je označována schopnost rozlišit dva současné taktilní stimuly od jednoho stimulu. Vyšetřujeme ji Weberovým kružítkem se dvěma tupými hroty, jejichž vzdálenost je možné měnit. V klinické praxi bývá Weberovo kružítko nahrazováno EKG kalipery (vzhledu kružítko) či kancelářskou sponkou ohnutou do tvaru písmene „V“, jejichž ramena lze upravit na různé vzdálenosti. Začínáme tak, že na testované místo přiložíme oba hroty v dostatečné vzdálenosti, aby vyšetřovaný oba body dotyku s jistotou rozlišil. Postupně hroty přibližujeme a v náhodném pořadí střídáme přiložení jednoho a obou hrotů. Vyšetřovaný hlásí, zda vnímá jeden či dva body dotyku. Při dotyku oběma hroty musí být tyto přiloženy současně. Jako výsledek zaznamenáme nejmenší vzdálenost, při níž pacient konzistentně oba body vnímá odděleně. Tato vzdálenost na konečcích prstů činí 2 mm - 4 mm [8, 16].

Termické čítí testujeme pomocí dvou zkumavek s vodou o teplotě nad 10°C a pod 45°C. Na testované místo střídavě přikládáme zkumavku s teplou a studenou vodou a zjišťujeme, zda je pacient schopen podněty rozlišit. Pro přesné vyšetření lze použít speciální termosondy.

Algické čítí je možné testovat ostrým předmětem či esteziometrem, nesmí však dojít k poranění pacienta [50, 88]. Při vyšetření ostrým předmětem střídáme bolestivé píchnutí a tupý dotyk, čímž zjišťujeme, zda je pacient schopen diferencovat algické a taktilní stimuly. Pro vyšetření hluboké bolesti stiskneme svalové břicho např. m. biceps brachii nebo aplikujeme tlak na nehtové lůžko [16]. K určení intenzity podnětu, který je vnímán jako bolestivý, se používá algezimetr [50].

Při vyšetření hlubokého čítí testujeme palestезii (vnímání vibrací), pohybecit, polohocit, stereognozii a orientaci v gravitačním poli. Věle do vyšetření hlubokého čítí řadí i posouzení nocicepce a interocepce [88].

Pohybecit (kinestезii) vyšetřujeme palpací a řadou standardizovaných úhlových rychlostí 3-10-30-90-270°/s. Zjišťujeme úhlovou rychlost pasivního pohybu flexe nebo extenze, při níž pacient vnímá pohyb segmentu. Kinestезii vyšetřujeme nejčastěji na akrech končetin, a to tak, aby z dotyku vyšetřujícího nebylo možné odhadnout směr pohybu. Při testování flexe – extenze tak uchopíme prst ze stran [50, 88].

Polohocit (statesteezii) testujeme pasivním nastavením daného segmentu do určité polohy, do níž vyšetřovaný uvede segment i na kontralaterální straně těla. Pacient musí mít stále zavřené oči. Polohocit obvykle vyšetřujeme na prstech končetin.

Orientaci v gravitačním poli hodnotíme podle stabilizačních schopností při vertikální poloze těla a posturálních reakcí, které vznikají jako odpověď na vliv gravitace. Posuzujeme jemné korekce přímého stoje testováním stoje na normální a zúžené bázi, titubace, hru šlach, pohyby končetin a stranové rozdíly.

Nocicepci a interoceptci lze hodnotit podle projekce do Headových zón a motorického chování, z něhož je možné vysledovat vyhýbání se určitým polohám z důvodu bolesti [88].

2.2.2.1 Palestezie

Jako vibrace je vnímán sled rytmicky se opakujících tlakových podnětů [23]. Vnímání vibrací, palesteezii, testujeme pomocí graduované ladičky o frekvenci 128 Hz [50, 88]. Jeden kmit sinusoidy při oscilacích ladičky vyvolá jeden akční potenciál. Frekvence akčních potenciálů v aferentním nervovém vlákne pak odpovídá frekvenci vibrací [7]. Rozkmitaná ladička produkuje kmity s průběžně klesající amplitudou, intenzita vibrací závisí na celkovém počtu aktivovaných senzitivních nervových vláken [7, 88].

Rozkmitanou ladičku přikládáme na místo s co nejmenší tloušťkou podkoží a měkkých tkání, kde je kost nejlépe přístupná. Hodnotíme, zda pacient vibrace vnímá, jak dlouho a kde tyto vnímá [7, 50]. Při normálním vibračním čítí vyšetřovaný vnímá vibrace téměř dokud ladička nepřestane oscilovat, alespoň po dobu 12s. Dobu vnímání vibrací lze sledovat i podle stupnice na ladičce se stupni od 0 do 8 [7, 62]. Při kmitání ladičky vidíme, jak zrakovou interferencí vzniká trojúhelník, jehož vrchol se posunuje od stupně 0 ke stupni 8. Zaznamenáváme stupeň, kdy pocit vibrací vymizí. Za abnormální jsou považovány hodnoty pod 3,5 [8]. Ladičku přikládáme na pokožku nad hmatnou kostí např. interfalangové klouby prstů, proc. styloideus radii, olecranon, acromion, na dolních končetinách v oblasti interfalangových kloubů prstů, malleolus medialis, malleolus lateralis, tuberositas tibiae, spina iliaca anterior superior.

Postupujeme od distálních oblastí k proximálním, vyšetření probíhá při zavřených očích pacienta [16, 88].

Během vyšetření je vhodné zkontrolovat, zda pacient nezaměňuje pocit vibrací s dotykem ladičkou. Proto do vyšetření zařazujeme kontrolní test, kdy po přiložení rozvibrované ladičky při zavřených očích pacienta druhou rukou (rukou, která nedrží ladičku) utlumíme kmitání ramen ladičky a sledujeme, zda pacient oznámí, že přestal vnímat vibrace.

Palestezie obnáší precizní přenos, vnímání a interpretaci rychle se měnících podnětů nervovým systémem. Schopnost vnímat sled podnětů je jednou z prvních funkcí, které jsou narušeny při demyelinizaci nervového systému [7]. Vibrační cití je často porušeno u roztroušené sklerózy, při polyneuropatiích, lézi zadních provazců, méně často při centrálních lézích v oblasti thalamu a lemniscus medialis [7, 50].

2.2.2.2 Stereognozie

Stereognozie znamená vnímání prostoru taktilními a propioceptivními podněty, je jednou z takzvaných kortikálních modalit cití, které vyžadují aktivaci primárních senzitivních oblastí kortexu pro vnímání podnětu a sekundárních asociačních oblastí pro interpretaci významu podnětu a jeho zařazení do souvislostí [8, 88].

Při vyšetření této schopnosti pacient bez pomoci zraku určuje tvar, velikost, materiál, vlastnosti materiálu, prostorovou orientaci hmataného předmětu či o který předmět se jedná, k čemu se používá [40, 88]. Při takovém úkolu se vytváří mentální představa palpovaného předmětu, je diferencován jeho „prostorový obraz“ [21, 88].

Je-li stereognozie porušena, lze pozorovat prodloužení doby, za kterou pacient manipulovaný předmět identifikuje, či úbytek pohybů při jeho hmatové analýze [8]. Při astereognozii nemocný nepozná vlastnosti předmětu pro poruchu vnímání na kortikální úrovni, která je nejčastěji součástí neglect syndromu při postižení pravého parietálního laloku [50]. Astereognozie může být shledána pouze pokud je taktilní a propioceptivní cití intaktní [8]. V opačném případě se jedná o stereoanestezii, kdy je porušena funkce receptorů a / či primárních senzitivních drah. Astereognozie je obvykle provázena

agrafestézií i jinými kortikálními deficity, může se ovšem objevit izolovaně jako nejčasnější příznak dysfunkce parietálního laloku [8, 50].

Stereognozie umožňuje prostorové vnímání kontaktu se zevním prostředím ve vztahu k tělesnému schématu, což je předpokladem účelového pohybu. Stereognostická funkce je pro schopnost provádět izolované selektivní pohyby nezbytná, je také důležitou podmínkou pro všechny druhy učení [21, 50]. Tato funkce dozrává v chronologickém uspořádání a souvisí s motorickou dovedností. Je to patrné např. při vymizení úchopového reflexu u dítěte. Na palmární straně ruky lze do 3 měsíců věku dítěte vybavit úchopový reflex. Jakmile se objeví stereognostická funkce ruky, začíná aktivní a cílený úchop. Podobně zanikne-li úchopový reflex nohy a objeví-li se stereognostická funkce nohy, dítě se vertikalizuje [50].

2.3 Senzitivní funkce ve fyzioterapii

Čítí je důležitým předpokladem cílené fázické i opěrné motoriky. Bez stereognostické funkce neexistují selektivní pohyby, kontaktní rozpoznání okolí pomocí propiocepce a taktilního čítí patří k základním podmínkám cíleného pohybu. Před jeho dokončením je potřeba rozpoznat podmínky okolí, neboť motorika je plánována v reakci na vlastnosti okolí [50].

Vnímání propioceptivních změn, změn polohy a pohybu jednotlivých segmentů, klade vysoké nároky na koncentraci a trpělivost pacienta, neboť tyto změny postrádají jasný sémantický obsah. Soustředění se na představu a průběh reedukovaného pohybu, vnímání činnosti svalů je však pro vytvoření nového pohybového programu podstatné [88].

Na výcvik senzitivních funkcí se zaměřuje řada fyzioterapeutických konceptů. Důležité je porušené kvality čítí nejen stimulovat na periférii, ale rovněž usilovat o integraci senzitivních funkcí na centrální kortikální a subkortikální úrovni. Mezi fyzioterapeutické techniky, které ovlivňují úroveň centrální integrace, patří např. Vojtův

princip reflexní lokomoce, Bobathův koncept, metodika senzomotorické stimulace, koncept propioceptivní neuromuskulární facilitace [50].

2.4 Lateralita

Slovo lateralita pochází z latinského slova *latus* znamenajícího stranu, bok [17, 91]. Pojem vyjadřuje vztah stran těla či struktury [85]. Nejčastěji je používán ve významu vztahu pravé a levé strany k organismu či odlišnosti pravého a levého z párových orgánů [17, 91].

Rozlišujeme lateralitu tvarovou (strukturální) a funkční. Lateralita tvarová vyjadřuje asymetrii ve velikosti, tvaru orgánů párových i polovin orgánů nepárových. Nesouměrnost v činnosti patrná například jako rozdílná specializace, výkonnost těchto orgánů je charakteristikou laterality funkční [90]. Tato lateralita se projevuje přednostním užíváním a převahou v činnosti jednoho z párových orgánů či struktur. Přednostní ne však výhradní volba a užívání párového orgánu či struktury pro určitou funkci je nazývána preferencí. Převládnutí jedné činnosti jednoho párového orgánu či struktury při současném vykonávání různých činností rovněž i stranově rozdílná výkonnost pro stejnou funkci jsou nazývány dominancí. Funkční lateralita se uplatňuje nejen u horních končetin, respektive rukou, kde je nejzřetelnější, ale i při funkci dolních končetin, očí, uší [65, 87].

2.4.1 Asymetrie mozkových hemisfér, lateralizace mozkových funkcí

Ani mozkové hemisféry nejsou zcela souměrné. Liší se z hlediska struktury i funkce. Ke strukturálním asymetriím patří např. rozdílná velikost oblastí *planum temporale* v pravé a levé hemisféře [39]. *Planum temporale* je tvořeno sluchovou asociační mozkovou kůrou, která je zodpovědná za analýzu složitých zvuků včetně

zvuků, které jsou součástí řeči [10]. U 65% populace je oblast planum temporale většího rozsahu v levé hemisféře [26]. Mezi praváctvím a koeficientem asymetrie těchto oblastí v obou hemisférách byla zjištěna významná korelace [60]. Vztah praváctví k anatomickým asymetriím kortikálních oblastí pro řeč uvedli i Geschwind a Galaburda [27], Foundas [20]. Rozdíly ve velikosti zmíněných oblastí obou hemisfér bývají u praváků větší. Geschwind a Galaburda považují anatomické asymetrie mozkové kůry za základ funkčních asymetrií.

Co se týká primární motorické kůry reprezentující pohyby ruky, asymetrie rozsahu těchto oblastí v obou hemisférách koreluje s rozdílem mezi výkony obou rukou při standardizovaném testu lateralit rukou: u praváků je větší rozsah této oblasti motorické kůry v levé hemisféře, u leváků v pravé hemisféře [52, 86]. Toto však platí pouze u mužů. Asymetrie zmíněných homologních oblastí závisí i na době trvání výcviku obratnosti obou rukou jako např. při hře na klavír. Tento výcvik vede ke zvětšení obou oblastí a vyrovnání jejich rozdílů [45, 86].

Obě strany mozku se ovšem na mnoha místech liší nejen makroskopicky, ale i z hlediska histologického a chemického [39, 52].

I z hlediska funkčního jsou mozkové hemisféry nesouměrné. Korové funkce jsou lateralizovány, každá z hemisfér je tedy specializovaná na určité funkce. Tyto funkce mohou být při poškození kompenzovány opačnou hemisférou, ve většině případů však pouze částečně [37, 54]. Levá hemisféra obvykle řídí funkce řečové, jazykové (včetně čtení a psaní), logické, pojmové myšlení, motorické činnosti, zatímco pravá hemisféra řídí zrakovou a prostorovou percepci, chování a orientaci v levé polovině prostoru, umělecké dovednosti a emoce [2, 37]. Podrobnější přehled lateralizace mozkových funkcí je uveden v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Lateralizace mozkových funkcí [51]

Funkce	Levá hemisféra	Pravá hemisféra
Zrakový systém	písmena, slova	složité geometrické vzory
Sluchový systém	řečové zvuky	neřečové zvuky, hudba
Somatosenzorický systém	?	složité taktilní poznávání, Braillovo písmo
Pohyb	složité volní pohyb	pohyby v prostoru
Paměť	verbální	neverbální
Jazyk	řeč, čtení, psaní, počítání	prozódie?

Stupeň lateralizace funkcí se u jednotlivých osob velmi liší [37]. Většina praváků, asi 90%, má struktury řídící řečové funkce v levé hemisféře, 10% v pravé hemisféře. U leváků je tento lateralizační vzorec méně častý. U 65% leváků jsou zmíněné struktury vlevo, u 20% v pravé hemisféře a u 15% na obou stranách [2, 5].

Hemisféra, v níž se nacházejí řečová centra, je některými autory nazývána dominantní. Touto dominancí není myšlena celková převaha jedné hemisféry nad druhou. Jak již bylo uvedeno, hemisféry jsou specializovány na určité funkce. V dané funkci jedna strana mozku řídí nebo usměrňuje druhou, ale neovládá tuto funkci zcela [37, 54].

2.4.2 Funkční lateralita horních končetin

Anglické slovo handedness a německé slovo Händigkeit označují pravorukost a levorukost současně. Do češtiny jsou tato slova překládána jako rukovost [87]. Rukovost, funkční lateralita rukou, je nejlépe patrnou lidskou funkční asymetrií [39].

Funkční asymetrie v obratné motorice horních končetin je zřejmá. Při manipulaci jedna ruka vykonává úlohu vedoucí, druhá má funkci podpůrnou. Zatímco u většiny populace je dominantní ruka pravá, řízená z levé mozkové hemisféry, u menší části populace je vedoucí rukou levá, řízená z hemisféry pravé. Funkční převaha jedné ruky souvisí s kortikální organizací sdělovacích funkcí. Řečové centrum sloužící hlasové komunikaci má topický vztah k oblastem řídícím funkci dominantní ruky. Proto praváci při centrální paréze pravé strany těla často trpí rovněž poruchami řeči [88].

Přibližně 10% osob upřednostňuje pro vykonávání nejrůznějších činností ruku levou, 90% osob ruku pravou [3, 39]. Tento podíl se u mužů a žen mírně liší s vyšším výskytem levorukosti u mužů, cca 11,6%, oproti výskytu levorukosti u žen, kde tento podíl dosahuje pouze 8,6% [65].

2.4.2.1 Diagnostika funkční laterality horních končetin

Někteří odborníci se domnívají, že rukovost lze rozlišit nejen z hlediska směru, na pravorukost a levorukost, ale i podle stupňů např. na vyhraněné leváctví, méně vyhraněné leváctví, nevyhraněná lateralita neboli smíšená dominance, méně vyhraněné praváctví, vyhraněné praváctví [60, 17]. Annett [3] a Peters [75] považují rukovost za kontinuum, zatímco McManus [64] je zastáncem názoru, že rukovost lze rozdělit do dvou nebo tří jasně rozlišených biologických typů, kategorií, odpovídajících pravorukosti, levorukosti a smíšené rukovosti.

Funkční lateralita horních končetin je určována pomocí preference a dominance. Preference je stanovována prostřednictvím dotazníků, pozorováním při spontánní aktivitě či cílenými praktickými testy [60, 87].

V dotazníku vyšetřovaný odpovídá na několik podobně znějících otázek. Otázky zjišťují, kterou ruku testovaný upřednostňuje při provádění konkrétní činnosti. Mezi tyto činnosti patří např. psaní, krájení nožem, čištění zubů zubním kartáčkem. Pro zhodnocení stupně rukovosti se někteří autoři dotazníků ptají vyšetřovaného, zda k vykonání daného úkolu pravou či levou ruku používá „vždy“ nebo „obvykle“. Volba této odpovědi však závisí na její interpretaci. Právě problémem dotazníků je jejich subjektivita [60].

Navíc, do jaké míry je určitá ruka pro danou činnost preferována, závisí na druhu činnosti [45]. Kupříkladu lidé mají silné preference pro volbu ruky při psaní, avšak pro stisknutí vypínače přístroje je upřednostnění ruky mnohem slabší [60]. Zhodnocení rukovosti jedince se tak může zásadně lišit podle toho, kolik a jaký typ otázek dotazník obsahuje [14].

Dominance je stanovována jako rozdíl ve výkonnosti obou rukou při provádění určitého manuálního úkolu. K tomu jsou využívány např. testy výkonnosti, kdy

vyšetřovaný pohybuje kolíky, zasouvá kolíky do desky s otvory nebo poklepává prsty. Dříve byly používány i testy zaměřené na porovnání síly obou rukou. Vzhledem k tomu, že síla je závislá i na jiných faktorech než na rukovosti (např. na věku, zkušenosti), používají se v současnosti častěji testy porovnávající rychlost rukou [60].

Pro kvantifikaci míry laterality jsou určovány indexy laterality či kvocienty pravorukosti [87]. Index laterality lze vypočítat podle následujícího vzorce: $L = 100 \cdot (P - L) / (P + L)$. Za P je dosazován počet úkolů, které testovaný provádí pravou rukou, za L počet úkolů prováděných levou rukou. Výsledek kladných hodnot od 0 do 100 označuje stupeň praváctví, zápornými hodnotami od 0 do (-100) je určen stupeň leváctví.

Pro výpočet kvocientu pravorukosti DQ (Dexterity Quotient) je používán tento vzorec: $DQ = [(P + A/2) / n] \cdot 100$. Ve vzorci je sčítána polovina počtu reakcí hodnocených jako nevyhraněné (A/2) s počtem pravostranných reakcí (P). Tento součet je dělen počtem všech provedených úkolů a násoben stem [17].

2.4.2.2 Lateralita v motorice horních končetin

Kromě toho, že jedna ruka bývá k provádění nejrůznějších činností upřednostňována, je také vykonání úkolů touto rukou obvykle rychlejší a přesnější [60].

Preferovaná ruka je obvykle (ne však nezměnitelně) silnější než druhá. Pravá ruka v porovnání s levou rukou bývá u praváků také obvykle rychlejší a přesnější při provádění úkolů vyžadujících zrychlenou aktivitu [45]. K podobným závěrům došel i Peters [76], který uvádí, že výkon preferované ruky je sledován rychlejším a přesnějším především při rychlých úkolech, které vyžadují vysoce nacvičené prvky.

Překvapivě je u levé ruky praváků i leváků zjišťováno mírně rychlejší zahájení cílených pohybů. Levá ruka může být také rychlejší při úkolech zaměřených na přesnou prostorovou lokalizaci.

Velikost rozdílu ve výkonnosti obou rukou závisí na úrovni obratnosti nepreferované ruky. Výkonnost preferované ruky (u praváků i leváků) zůstává napříč kategoriemi s různou mírou vyhraněnosti preference relativně konstantní. Se zvyšující se vyhraněností preference se výkonnost nepreferované ruky snižuje [45].

Nicméně, Guiard [34] zdůrazňuje, že rukovost je záležitost vykonávání různých pohybových vzorů každou rukou během jejich spolupráce.

Preferovaná ruka je obvykle volena pro obratnostní a dynamické činnosti, nepreferovaná ruka vykonává spíše statické funkce např. přidržování manipulovaného předmětu. Takovému rozdělení funkcí je uzpůsobeno i zajištění postury (atitudy), která je nutně asymetrická [87].

2.4.2.3 Lateralita horních končetin v ontogenetickém vývoji jedince

Podle některých autorů jsou první známky rukovosti pozorovatelné velmi brzy, dokonce již prenatálně [61]. S použitím ultrazvukového zobrazení bylo zjištěno, že více než 90% lidských plodů po dvanáctém týdnu těhotenství cumlá palec pravé ruky. První známky asymetrie mozkové kůry se také objevují v tomto období [65].

Morange a kol. [66] dokládají rukovost u dítěte přibližně od pěti měsíců věku, kdy uzrává schopnost uchopení předmětu. V jiných zdrojích je převaha jedné ruky uváděna od sedmého měsíce věku [87].

Nicméně první rok se vyznačuje velkým kolísáním ve volbě ruky [13]. Toto období je tak nazýváno chaotickou fází. Podle McManuse [65] se konec tohoto stadia u jednotlivých dětí liší, takže směr rukovosti je jasně znám teprve v osmnácti měsících či dokonce dvou letech, podle Hellige [39] teprve ve třech letech věku dítěte. Během prvního roku jsou úchopy prováděny často oběma rukama současně, přičemž pohyby obou rukou jsou relativně symetrické. Při vzájemně se doplňujících pohybech obou rukou během manipulace s předměty se lateralita objevuje na konci prvního roku věku [19].

Podle Gesella [25] se v prvních měsících a letech života střídají období více symetrického a více asymetrického zapojování horních končetin a toto období končí kolem čtvrtého roku věku, kdy většina dětí začíná soustavně přednostně užívat jedné ruky jako obratnější, aktivnější.

V ustalování rukovosti by mohl hrát významnou roli vývoj corpus callosum, které je hlavní komisurou mezi mozkovými hemisférami. Corpus callosum umožňuje přenos informací mezi hemisférami. Ve věku dvou let corpus callosum dosahuje

velikosti srovnatelné s velikostí corpus callosum dospělého mozku, ovšem proces myelinizace je zde dokončován jako v jednom z posledních systémů [28].

Lateralita horních končetin se plně ustaluje v deseti až jedenácti letech, kdy stále vyzrávají některé oblasti mozku např. části frontálního laloku [17].

Podle výsledků studie Annettové [3] lze usuzovat, že od chvíle, kdy se dominance ruky objeví, zůstávají její směr a stupeň v průběhu života konstantní [39].

2.4.3 Příčiny laterality horních končetin

I přes dlouhou historii zkoumání příčin rukovosti, zůstávají tyto neodhaleny, kořeny laterality jsou tak stále předmětem úvah [45, 52].

2.4.3.1 Teorie o vlivu porodní zátěže

V této teorii je předpokládáno, že levorukost je následkem cerebrální anoxie při porodní zátěži. Anoxie, která zasáhne a poškodí levou hemisféru, by měla vést k posunu v rukovosti [60].

2.4.3.2 Teorie patologického leváctví

V této teorii je rozlišováno přirozené a patologické leváctví a je zastáván názor, že u většiny leváků, přirozených leváků, je rukovost primárně určena genetickými faktory, ale v podskupině leváků je rukovost následkem brzké patologie levé hemisféry. Patologické leváctví je klinický syndrom, kdy přirození praváci utrpí před dosažením šestého roku věku lézi frontotemporální či frontoparietální mozkové kůry vlevo. Syndrom patologického leváctví je charakterizován poruchou zrakově prostorových schopností, pravostrannou hemihyoplazií, změněným vzorcem lateralizace řeči, kdy se struktury řídící řečové funkce nacházejí v pravé hemisféře či obou hemisférách, jazykové schopnosti jsou neporušeny [60].

2.4.3.3 Teorie o vlivu testosteronu

Geschwind a Galaburda [27] vytvořili teorii o vlivu testosteronu. Domnívají se, že funkční asymetrie mají základ v anatomických asymetriích mozkové kůry. Podle původní verze této teorie měla zvýšená hladina testosteronu v děloze zpomalovat růst posteriorních oblastí levé hemisféry, čímž by anatomická asymetrie těchto oblastí byla redukována. Podle Geschwinda a Galaburdy je u osob se symetrickými mozky stejná pravděpodobnost stát se praváky i leváky. Do této skupiny s tzv. anomální dominancí hemisfér řadí i osoby s méně výraznou dominancí levé hemisféry pro řeč. Osoby s asymetrickými mozky s větším rozsahem oblasti planum temporale vlevo řadí do skupiny se standardní dominancí hemisfér. Jedná se o silně vyhraněné praváky s výraznou dominancí levé hemisféry pro řeč. Po přezkoumání dat bylo zjištěno, že testosteron má spíše trofický vliv na pravé planum temporale nežli zpomalující vliv na planum temporale vlevo [14].

2.4.3.4 Teorie o vlivu polohy plodu v děloze

Tato teorie předpokládá, že rukovost je důsledkem polohy plodu v děloze. Během posledního trimestru těhotenství leží většina plodů v děloze hlavou dolů se zády směřujícími k levé straně těla matky. Tato poloha spolu s matčinými lokomočními vzory stimuluje především vývoj levého vestibulárního aparátu [60].

2.4.3.5 Genetické teorie

Jsou-li oba rodiče pravorucí, výskyt levorukosti mezi jejich dětmi je 9,5%. Je-li jeden z rodičů levoruký, zvýší se poměr levorukosti u jejich dětí na 19,5%. A pokud jsou oba rodiče levorucí, dosahuje tento poměr 26,1% [65]. Zjištěná data nesplňují základní pravidla Mendelových zákonů. Přesto je zřejmé, že výskyt levorukosti u dětí levorukých rodičů je znatelně vyšší než u dětí pravorukých rodičů [60].

V následujících odstavcích jsou popsány nejvýznamnější z genetických teorií, model genetických vlivů dle Annettové, model genetických vlivů dle McManuse, polygenní model. Model dvou genů podle Levyho a Nagylakiho není popisován

vzhledem k tomu, že s výjimkou dat podle Rifeho [80] neodpovídá datům zjištěným v rodinách a u dvojčat [60].

V novější verzi modelu genetických vlivů dle Annettové [4] autorka předpokládá existenci RS+ alely, která reprezentuje přítomnost struktur řídicích řečové funkce v levé hemisféře. (RS je zkratka pro posun doprava, v anglickém jazyce right shift). Pravorukost má vyplývat z tohoto standardního vzoru cerebrální dominance. Chybí-li RS+ alela, vzory cerebrální dominance a rukovosti jsou náhodné. RS+ alela má vykazovat semidominanci či aditivitu. U homozygotů s oběma alelami RS+ v genotypu je tak pravorukost vyjádřena více než u heterozygotů s pouze jednou RS+ alelou v genotypu [3].

V modelu genetických vlivů dle McManuse [63] je prezentován názor, že by rukovost mohla být kódována autosomálním genem s možnou přítomností alel D či C. Alela D reprezentuje pravorukost a levostrannou dominanci pro řeč. Alela C reprezentuje náhodnou rukovost a náhodnou dominanci pro řeč. Rukovost a dominance pro řeč jsou v rámci alely C na sobě nezávislé. Všichni homozygoti s alelami DD jsou pravoručí s levostrannou dominancí pro řeč. V genotypu heterozygotů DC se uplatňuje aditivita. Mezi těmito heterozygoty tak má být 25% levorukých a nezávisle na tom má 25% heterozygotů dominantní pravou hemisféru pro řeč. U homozygotů s alelami CC jsou čtyři stejně pravděpodobné varianty kombinací rukovosti a dominance pro řeč.

Gangestad a kol. [22] v polygenním modelu vysvětlují lateralitu horních končetin vývojovým vzorem směřujícím k mírné pravorukosti. Míra přesnosti, s jakou je tento vzor vyjádřen, je ovlivňována genetickými faktory, které činí organismus náchylným k vývojové nestabilitě. Vývojová nestabilita se projevuje nepatrnými fyzickými anomáliemi (např. malformované uši) a kolísavými asymetriemi (např. asymetrie šířky nohy). Vývojová nestabilita má pravděpodobně vysoce polygenní základ. Autoři se domnívají, že by vývojová nestabilita měla narušovat vývojový vzor mírné pravorukosti a vést k levorukosti či k silně vyhraněné pravorukosti. Při srovnání s dětmi pravorukých rodičů by se mezi dětmi levorukých rodičů častěji měli vyskytovat nejen leváci, ale i výrazně vyhranění praváci.

2.4.3.6 Teorie o kulturních vlivech

V této teorii je levorukost považována za důsledek vlivu společnosti a nácviku. Jako příklad je uváděna situace, kdy levoruká matka učí dítě používat levou ruku [60]. Ovšem v minulosti společnost levorukost spíše potlačovala. V některých společnostech jsou děti stále nuceny psát pravou rukou [14]. Mimo to leváci žijí ve světě, kde nejrůznější vybavení, pomůcky jsou uzpůsobeny k použití pravou rukou. Proti této teorii je dále namítáno, že děti vychovávané levorukými pěstouny nevykazují zvýšenou tendenci k používání levé ruky [60].

2.4.3.7 Hybridní model – kombinace genetických a kulturních vlivů

Laland a kol. [55] zastávají názor, že leváci a praváci mají stejný genotyp a přirozeným výběrem došlo ke zvýšení pravděpodobnosti pravorukosti na 0,78. Domnívají se, že kulturní faktory hrají důležitou roli. Za nejvýznamnější kulturní faktor považují rukovost rodičů. Jsou-li oba rodiče praváci, pravděpodobnost výskytu pravorukosti u jejich dětí stoupne o 0,14 na pravděpodobnost 0,92. U levorukých rodičů tato pravděpodobnost klesne na 0,64 a u rodičů s odlišnou rukovostí odpovídá tato pravděpodobnost genotypické pravděpodobnosti 0,78.

2.4.3.8 Hybridní model – kombinace genetických a intrauterinních vlivů

Orlebeke a kol. [73] předpokládají, že ženy jsou nositelkami genu pro produkci hormonu, který je vylučován v organismu těhotné ženy a ovlivňuje prostředí plodu. Současně muži jsou nositeli genu vázaného na chromozom Y, jenž zodpovídá za produkci testosteronu v plodu mužského pohlaví. Děti s nízkou porodní váhou a děti při vysoké porodní zátěži jsou na tyto hormonální vlivy obzvláště citlivé. Autoři zjistili významně vyšší výskyt levorukosti u prvorozených z páru dvojčat. Pouze u prvorozených dvojčat shledali vztah mezi nízkou porodní váhou a zvýšenou pravděpodobností výskytu levorukosti.

3 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

3.1 Cíle práce

1. Zpracovat a shrnout teoretické poznatky týkající se laterality a čítí v oblasti horních končetin. Pomocí vybraného testu u skupiny třiceti studentů fyzioterapie vyhodnotit preferenci horní končetiny.
2. Pomocí vybraných testů u skupiny třiceti studentů fyzioterapie vyhodnotit, zda je citlivost stereognozie a palestezie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než v oblasti preferované horní končetiny či zda se citlivost stereognozie a palestezie obou horních končetin neliší.

3.2 Hypotézy

H_{01} : Citlivost stereognozie se v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší. Výsledky vyšetření stereognozie vybraným testem se v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší.

H_{A1} : Neplatí H_{01} . Citlivost stereognozie je u studentů fyzioterapie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší. Při vyšetření stereognozie vybraným testem dosahují studenti fyzioterapie lepších výsledků v oblasti nepreferované horní končetiny.

H_{02} : Citlivost palestezie se v dané oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší. Výsledky vyšetření palestezie vybraným testem se v dané oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší.

H_{A2} : Neplatí H_{02} . Citlivost palestezie je u studentů fyzioterapie v dané oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než ve stejné oblasti preferované horní končetiny. Při vyšetření palestezie vybraným testem dosahují studenti fyzioterapie v dané oblasti nepreferované horní končetiny lepších výsledků než ve stejné oblasti preferované horní končetiny.

4 METODIKA PRÁCE

Projekt diplomové práce a informovaný souhlas byly schváleny Etickou komisí FTVS UK v Praze pod jednacím číslem 098 / 2013 (viz příloha č. 1, 2). Všichni probandi byli seznámeni s průběhem studie a podepsali informovaný souhlas.

4.1 Sběr dat

Diplomová práce je pilotní studií, která má charakter průzkumu v rámci kvantitativního výzkumu. Využívá metodologii průřezové studie.

4.1.1 Časový rozvrh, vedení a podmínky sběru dat

Testování probíhalo v učebně Katedry fyzioterapie FTVS UK v Praze v dubnu 2013.

Všichni účastníci studie byli vyšetřeni při pokojové teplotě ve stejné místnosti. Při každém testování jsem se snažila zajistit totožné podmínky, avšak nebylo možné vyšetřit všechny probandy v jeden den. Pomůcky použité při měření byly pro všechny účastníky tytéž, stoly a židli nevyjímaje. Do učebny jsem vždy uvedla pouze vyšetřovaného probanda. Pomůcky jsem předem zakryla prostěradlem. Průběh každého testu byl probandovi znovu vysvětlen před příslušným vyšetřením. Před zahájením testování stereognózie a palestézie jsem probandovi zavázala oči šátkem, poté jsem sejmula prostěradlo z pomůcek. Na vyšetření jedné končetiny jedním testem vždy navazovala přestávka o délce trvání 2 minuty, po testu palestézie trvala přestávka 5 minut.

4.2 Popis výzkumného souboru

Studie se účastnilo 30 probandů. Jednalo se o studenty studijního oboru Fyzioterapie FTVS UK v Praze, kteří byli zařazeni záměrným výběrem. Věkový průměr souboru byl 24,9 let. Nejnižší věk byl 24 let, nejvyšší 27 let. Studie se zúčastnilo 5 mužů a 25 žen. Účastníci studie museli splňovat tato kritéria:

- Jedná se o celkově zdravého jedince ve věku 20 – 30 let, který nemá strukturální poruchy v oblasti horních končetin, netrpí celkovými vážnými onemocněními (včetně diabetes mellitus, stavů po cévních mozkových příhodách, roztroušené sklerózy mozkomíšní), poruchami zraku, periferní neuropatií nebo jiným neurologickým onemocněním.
- Nejedná se o těhotnou ženu.
- Není celkově unaven ani nejeví známky únavy.
- Minimálně 24 hodin před testováním nekonzumoval alkohol.
- Nejméně měsíc před vyšetřením neužil jinou omamnou či psychotropní látku.
- Není znalý čtení Braillova písma.
- Po seznámení s průběhem testování a jeho účelem podepíše informovaný souhlas.

Splnění kritérií bylo zjišťováno dotazem.

4.3 Použité metody

Pro experiment jsem zvolila následující 4 testy.

4.3.1 Vyšetření preference horní končetiny

Pomůcky: k vyšetření preference horní končetiny jsem použila Musálkův dotazník [68]. Jeho znění je uvedeno v příloze č. 6.

Průběh testování: před vyplněním dotazníku jsem probandovi vysvětlila význam jednotlivých odpovědí (viz tabulka č. 2 v příloze č. 7). Během vyplňování dotazníku měl proband možnost do tabulky s významem odpovědí nahlížet. Výsledek testu jsem zaznamenala do tabulky č. 3 v příloze č. 8.

Hodnocení: výsledkem dotazníku je laterální kvocient LQ, který může nabývat hodnot v intervalu <0,100>. Význam hodnot laterálního kvocientu je uveden v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Význam hodnot laterálního kvocientu

Hodnota laterálního kvocientu	Význam
<0 , 50)	levostranný jedinec (preferance levé ruky)
50	ambilaterální jedinec s nevyhraněností
(50 , 100>	pravostranný jedinec (preferance pravé ruky)

Laterální kvocient byl vypočítán podle vzorce $LQ = \frac{\sum_{i=1}^5 x_i}{500} * 100$, kde x_i je hodnota získaná zodpovězením i -té položky dotazníku (otázky č. 1, 2, 3, 4 či 5). Jednotlivým odpovědím v dotazníku jsou přiřazeny hodnoty 0, 25, 50, 75 nebo 100 vyjadřující míru preference viz tabulka č. 5 v příloze č. 9. Laterální kvocient je součin čísla 100 a zlomku, v jehož čitateli je součet hodnot dosažených v jednotlivých položkách dotazníku, a ve jmenovateli je nejvyšší možná hodnota součtu, tj. 500 [68].

4.3.2 Test stereognozie 1

Pomůcky: pro tento test jsem využila dva dřevěné bloky, které svými rozměry odpovídají blokům používaným v testu Petrie [88]. Testovací blok má tvar kvádrů, vyhodnocovací blok je ve tvaru jehlanu (viz fotografie č. 1). Na horní ploše jehlanu je vyznačena čára (ryska) o délce odpovídající šíři kvádrů (63 mm).



Fotografie č. 1: Pomůcky pro test stereognozie 1 - dřevěné bloky

Průběh testování: proband seděl čelem ke stolu s pomůckami, jejichž dlouhá osa byla rovnoběžná s frontální rovinou probanda. Jehlan byl orientován užším koncem ke straně nevyšetřované horní končetiny. Úkolem probanda bylo vzdáleností mezi palcem a ukazovákem určit na jehlanu rozměr (šířku), která odpovídá šířce kvádru. Oba bloky byly hmatány (každý zvlášť) prvním a druhým prstem testované ruky. Proband byl instruován, aby při přemístění ruky z kvádru na jehlan (či naopak) sevřel ruku v pěst. V nejvzdálenějším (od dlouhé osy prstu) místě kontaktu měkkých tkání prstu s hranou jehlanu jsem vedla mikrotužkou čáru po horní stěně jehlanu kolmo na jeho hranu. Na protilehlých hranách horní stěny jehlanu jsem tak získala dvě úsečky. Pomocí milimetrového pravítka jsem určila středy úseček, které jsem vyznačila. Přiložením pravítka k těmto bodům (vyznačeným středům úseček) jsem získala jejich spojnici, jejíž délku jsem zapsala do tabulky č. 6 v příloze č. 10 a spočetla odchylku Δl určeného rozměru od šířky kvádru.

Hodnocení: kritériem hodnocení byla velikost odchylky Δl . S klesající absolutní hodnotou velikosti odchylky roste citlivost stereognozie.

4.3.3 Test stereognozie 2

Pomůcky: k vyšetření stereognozie byly v tomto testu využity dvě sady karet s Braillovým písmem. V každé sadě se nacházely 4 karty se shodným obrazcem z šesti teček Braillova písma. Karty se lišily svou orientací (viz fotografie č. 2 – 7 v příloze č. 11). U dvou karet, vzorové a hledané párové karty, byla orientace shodná, zbylé dvě karty byly otočeny o 90° a 180° oproti vzorové kartě. Použity byly dvě různé čtveřice karet, každá čtveřice pro jednu horní končetinu. Na každé kartě (obou čtveřic) se vyskytovaly tyto vzdálenosti dvou sousedních teček: 2 x 1 mm, 5x 2 mm, 1x 3 mm, 2x 4 mm. Všechny 4 karty (každá o velikosti 12mm x 12mm) byly přilepeny ke čtvrtce prostřednictvím čtyř větších karet, čtvrtka byla připevněna izolepou k desce stolu. Karty byly uspořádány do řady, vzorová karta se nacházela nejbližší k probandovi (k hraně stolu).

Průběh testování: proband směl karty hmatat pouze bříškem druhého prstu nikoli nehtem. Po zavázání očí šátkem a sejmutí prostěradla z pomůcek jsem navedla testovanou ruku probanda tak, aby druhým prstem hmatal postupně hrany všech větších karet. Poté jsem ruku navedla tak, aby se proband druhým prstem dotknul spodní hrany vzorové karty. Od tohoto okamžiku jsem začala měřit čas. Úkolem probanda bylo určit kartu se shodnou orientací, správnou párovou kartu, v co nejkratším čase. Měření času jsem zastavila při označení párové karty a výsledek zapsala do tabulky č. 7 v příloze č. 12.

Hodnocení: kritérii hodnocení byly správnost určení shodné orientace karty a doba t, za kterou byla karta správně určena. S klesající dobou potřebnou k určení shodné orientace karty roste citlivost stereognozie.

4.3.4 Test palestezie

Pomůcky: k vyšetření palestezie byla použita graduovaná ladička o frekvenci 128 Hz (viz fotografie č. 8).



Fotografie č. 8: Pomůcka pro test palestezie - graduovaná ladička

Průběh testování: v testu byl měřen čas, po který proband vnímal vibrace po přiložení rozvibrované ladičky na dorsální stranu proximálního interfalangového kloubu druhého prstu a v oblasti processus styloideus radii. Od chvíle, kdy jsem rozvibrovanou ladičku přiložila na výběžek (kloub), jsem začla měřit čas. Úkolem probanda bylo označit okamžik, kdy přestane cítit vibrace. V tuto chvíli jsem ukončila měření času a výsledek zapsala do tabulky č. 8 v příloze č. 13.

Hodnocení: kritériem hodnocení byla doba, po kterou proband vnímal vibrace. Citlivost k vibracím stoupá s rostoucí dobou jejich vnímání.

4.4 Analýza dat

Během testování jsem naměřené hodnoty zapisovala do tabulek v přílohách č. 8, 10, 12, 13. Tato data byla následně statisticky zpracována v tabulkovém procesoru Microsoft Excel 2007. K vytvoření grafů jsem využila program Statistica 6. V kapitole 5 uvádím výsledky pro jednotlivá provedená vyšetření.

K vyhodnocení hypotéz jsem použila párový t – test, protože probandi jednoho výběrového souboru absolvovali dvě měření, měření v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny. V testu se vychází z rozdílů párových hodnot obou měření. Pomocí párového testu se rozhodujeme, zda určitá míra polohy, např. střední hodnota, rozdílu pozorovaných veličin je nulová [92, 93]. Hladinu významnosti α jsem zvolila 0,05. Výsledky párových t-testů a vyhodnocení hypotéz uvádím v kapitole 5.

5 VÝSLEDKY

5.1 Zhodnocení preference horní končetiny

Tabulka č. 9 v příloze č. 14 popisuje výběrový soubor z hlediska preference horní končetiny. Je zde uveden laterální kvocient LQ jednotlivých probandů i míry polohy a variability souboru.

Účastník studie mohl dosáhnout hodnot laterálního kvocientu $0 \leq LQ \leq 100$. Osoby, které dosáhly hodnot $50 < LQ \leq 100$, preferují pravou horní končetinu. Takových jedinců bylo v souboru 27. Probandi s hodnotou kvocientu $0 \leq LQ < 50$, preferují levou horní končetinu. Jednalo se o 3 účastníky studie. Ve výběrovém souboru nebyl žádný ambilaterální jedinec s hodnotou $LQ = 50$.

5.2 Test stereognozie 1 – statistické zpracování

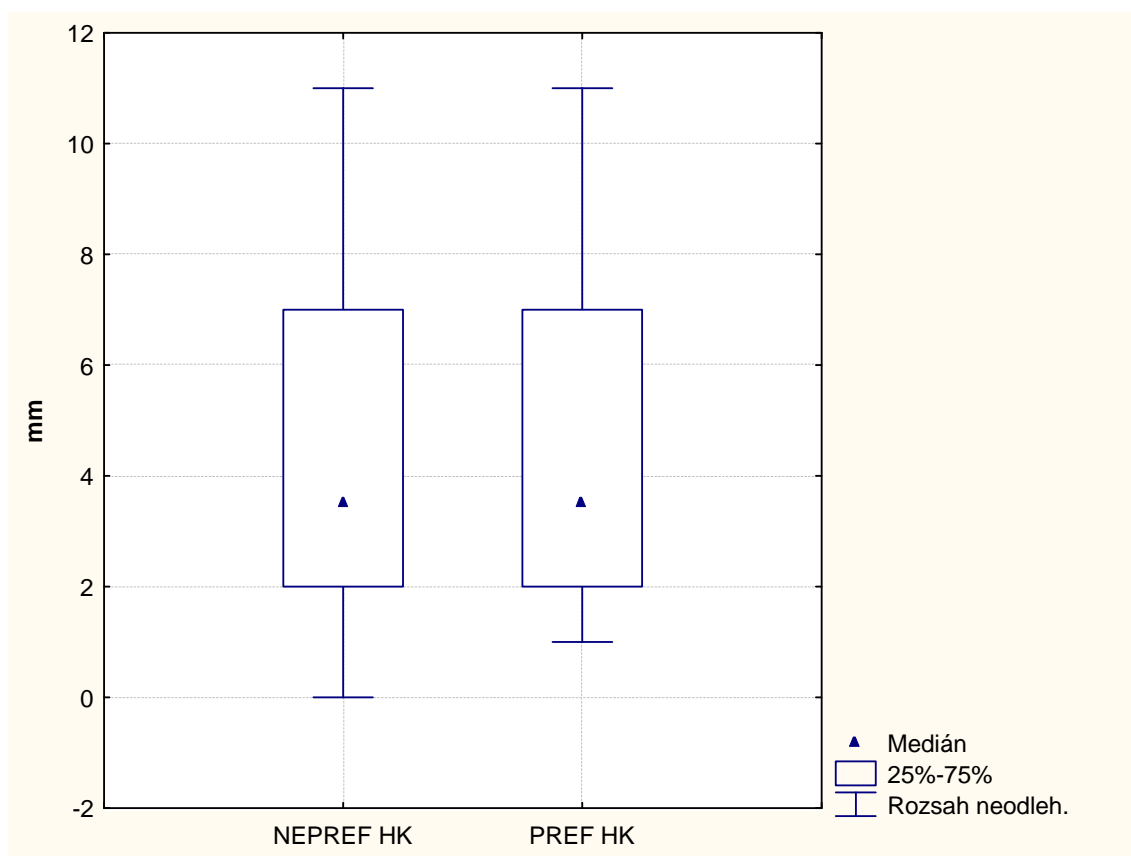
V testu stereognozie 1 dosahovala odchylka (určené šířky na jehlanu od skutečné šířky kvádrů) průměrné hodnoty 4,6 mm při měření v oblasti preferované horní končetiny, při měření v oblasti nepreferované horní končetiny 4,033 mm (viz tabulka č. 10 v příloze č. 15). Průměrná hodnota odchylky tak byla o 0,567 mm nižší při měření v oblasti nepreferované horní končetiny. V tomto testu roste citlivost stereognozie s klesající hodnotou odchylky.

Nejmenší hodnota odchylky byla 1 mm na preferované horní končetině a 0 mm na nepreferované horní končetině. Největší odchylka vykazovala při vyšetření preferované i nepreferované horní končetiny stejnou hodnotu, 11 mm. Velikosti odchylek jednotlivých probandů a popisná statistika jsou uvedeny v tabulce č. 10 v příloze č. 15 a grafu č. 1. V grafu je přehledně zobrazeno rozložení naměřených hodnot výběrového souboru. Patrný je rozdíl v nejmenší naměřené hodnotě a stejné hodnoty pro medián, kvartily a pro největší naměřenou hodnotu na preferované a nepreferované horní končetině.

Nejmenší rozdíl v hodnotách odchylek mezi oběma horními končetinami byl 0 mm, tedy v tomto případě byly hodnoty odchylek na preferované a nepreferované horní končetině stejné. Tato situace nastala u jedné osoby. U 15 osob byla hodnota

odchylky menší na nepreferované horní končetině a u 14 osob na preferované horní končetině. Největší absolutní hodnota rozdílu odchylek mezi oběma končetinami byla 7 mm. Rozdíl této velikosti byl naměřen u jednoho probanda.

Data získaná provedením testu stereognozie 1 byla vyhodnocena párovým t-testem. Hodnota p tohoto párového t-testu činila 0,15. Je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$, proto pro citlivost stereognozie při testu stereognozie 1 nemohu nulovou hypotézu H_{01} na zvolené hladině významnosti 5% zamítnout. Výsledky testu stereognozie 1 se v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie statisticky významně neliší.



Graf č. 1: Výsledky testu stereognozie 1

osa y – velikost odchylky určené šířky na jehlanu od skutečné šířky kvádrů v [mm]

osa x – NEPREF HK = nepreferovaná horní končetina, PREF HK = preferovaná horní končetina

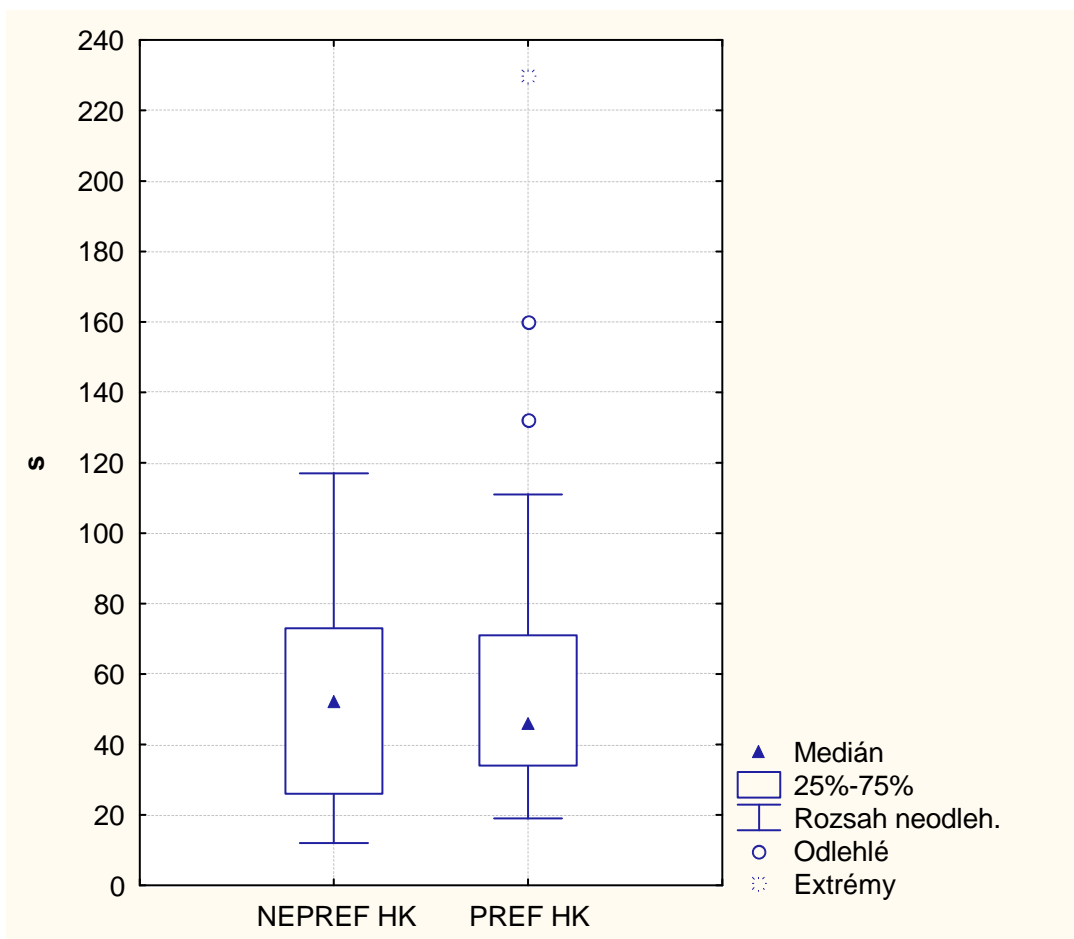
5.3 Test stereognozie 2 – statistické zpracování

V testu stereognozie 2 určili všichni probandi shodnou orientaci karty správně. Průměrná hodnota času potřebného k určení této orientace karty byla 65,067s při měření v oblasti preferované horní končetiny a 52,167s při měření v oblasti nepreferované horní končetiny (tabulka č. 11 v příloze č. 16). Pro nepreferovanou končetinu tak byla tato průměrná hodnota o 12,9s nižší. V tomto testu roste citlivost stereognozie s klesající hodnotou potřebného času.

Shodná orientace karty byla určena za nejkratší dobu 19s preferovanou rukou a 12s nepreferovanou rukou. Naopak nejdéle trvalo určení shodné orientace 230s preferovanou rukou a 117s nepreferovanou rukou. Popisnou statistiku výběrového souboru shrnuje tabulka č. 11 v příloze č. 16, kde jsou rovněž uvedeny naměřené hodnoty jednotlivých probandů, a graf č. 2. V grafu vidíme rozložení naměřených hodnot, vyšší hodnotu mediánu pro měření provedená na nepreferované končetině, vysoké odlehle hodnoty naměřené na preferované horní končetině.

Nejmenší absolutní hodnota rozdílu hodnot naměřeného času obou končetin byla 2s, největší absolutní hodnota rozdílu pak 209s. Oba krajní rozdíly byly zjištěny vždy pouze u jednoho účastníka studie. U dvanácti probandů trvalo určení shodné orientace karty kratší dobu preferovanou rukou, u osmnácti probandů nepreferovanou rukou.

Naměřená data byla vyhodnocena párovým t-testem. Hodnota p párového t-testu je 0,076. Vypočtená hodnota p je tedy mírně vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Na zvolené hladině významnosti 5% nezamítám nulovou hypotézu H_0 pro citlivost stereognozie při testu stereognozie 2. Výsledky testu stereognozie 2 se v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie statisticky významně neliší.



Graf č. 2: Výsledky testu stereognozie 2

osa y – doba potřebná k určení shodné orientace karty v [s]

osa x – NEPREF HK = nepreferovaná horní končetina, PREF HK = preferovaná horní končetina

5.4 Test palestezie – statistické zpracování

Průměrná doba vnímání vibrací v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu (dále jen PIP kloubu) byla delší na nepreferované horní končetině. Na této končetině měla hodnotu 21,6s, na preferované horní končetině 20,2s (viz tabulka č. 12 v příloze č. 17). Rozdíl v průměrné době vnímání vibrací mezi oběma končetinami tak byl 1,4s. V tomto testu citlivost k vibracím stoupá s rostoucí dobou jejich vnímání.

V oblasti processus styloideus radii byla průměrná doba palestézie mírně delší na preferované horní končetině. Zde dosahovala hodnoty 19,967s, na nepreferované

horní končetině pak 19,933s (tabulka č. 13 v příloze č. 18). Rozdíl mezi oběma končetinami v této průměrné době tak činil pouze 0,034s.

Nejkratší doba palestézie v oblasti PIP kloubu II. prstu byla vyšetřena na preferované ruce, 15s. Nejkratší doba palestézie naměřená na nepreferované ruce v této oblasti činila 16s.

V oblasti proc. styloideus radii byly vibrace vnímány po nejkratší dobu 16s na preferované i nepreferované horní končetině.

Nejdelší doba vnímání vibrací trvala v oblasti PIP kloubu II. prstu i proc. styloideus radii na obou končetinách 25s.

Rozložení naměřených hodnot znázorňují grafy č. 3 a 4. V grafu č. 3, který se týká vyšetření palestézie provedeného v oblasti PIP kloubu, je patrná vyšší hodnota mediánu a kvartilů v souboru hodnot naměřených na nepreferované horní končetině. V grafu č. 4 sestrojeného z dat získaných vyšetřením v oblasti proc. styloideus radii vyčteme stejné minimální, maximální hodnoty i hodnoty mediánu a kvartilů pro soubory hodnot naměřené na preferované a na nepreferované horní končetině.

Největší absolutní hodnota rozdílu mezi hodnotami naměřenými na preferované a na nepreferované horní končetině činila 9s. Rozdíl této velikosti byl zjištěn u dvou probandů při měření v oblasti PIP kloubu a u jednoho probanda při měření v oblasti proc. styloideus radii.

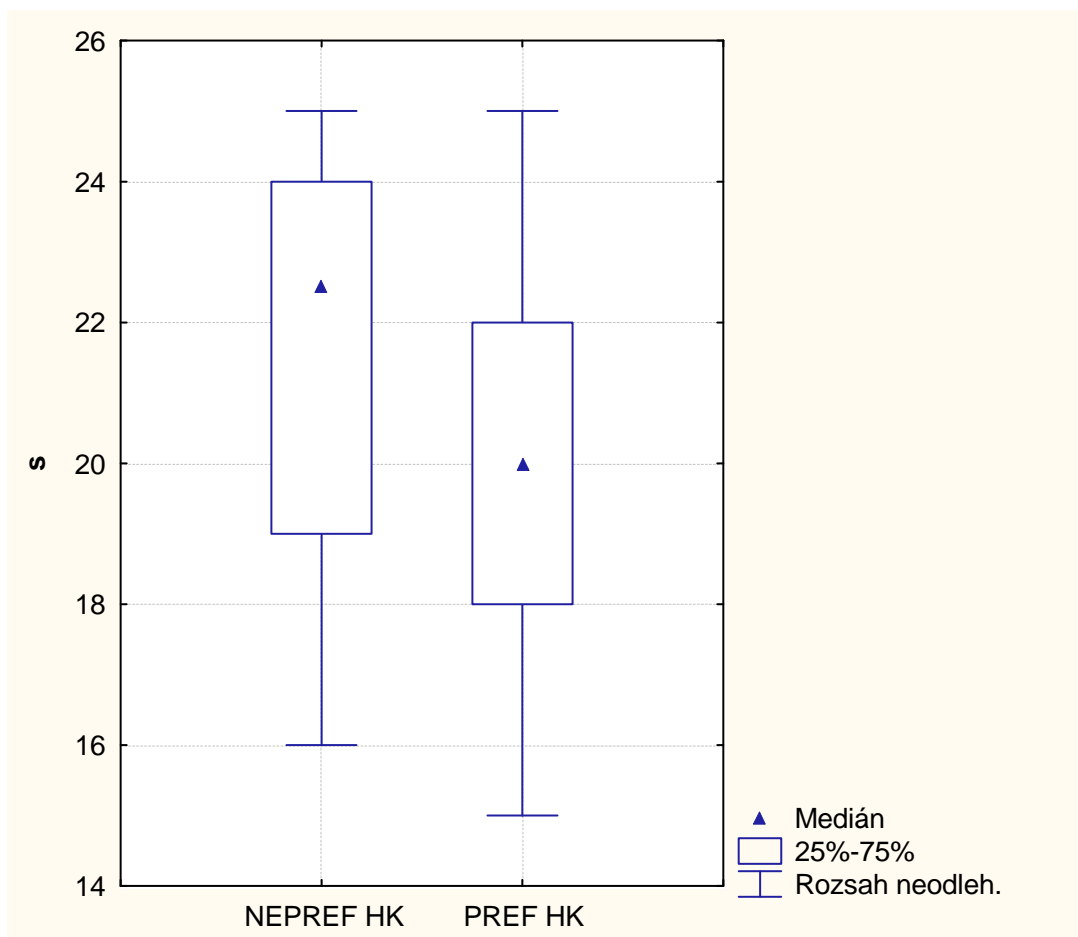
Stejně dlouhá doba vnímání vibrací na obou končetinách byla zjištěna u tří osob při měření v oblasti PIP kloubu a u dvou osob při měření v oblasti proc. styloideus radii. Při testování v oblasti PIP kloubu vnímalo devět osob vibrace déle na preferované horní končetině, 18 osob na nepreferované končetině. V oblasti proc. styloideus radii byly vibrace na preferované končetině vnímány déle v patnácti případech, na nepreferované končetině ve třinácti případech.

Pro vyhodnocení dat naměřených v oblasti PIP kloubu II. prstu byl použit párový t-test. Výsledná hodnota p ve výši 0,031 je nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$. Průměrná hodnota¹ doby trvání palestézie v oblasti nepreferované horní končetiny je vyšší než průměrná hodnota naměřená v oblasti

¹ Namísto střední hodnoty je užíván průměr, jelikož střední hodnota představuje parametr základního souboru [92].

preferované horní končetiny. Pro citlivost k vibracím v oblasti PIP kloubu II. prstu na zvolené hladině významnosti 5% nulovou hypotézu H_{02} zamítám a přijímám hypotézu alternativní H_{A2} . Výsledky testu palestie se v oblasti PIP kloubu II. prstu preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie statisticky významně liší, studenti dosahují lepších výsledků v oblasti nepreferované horní končetiny.

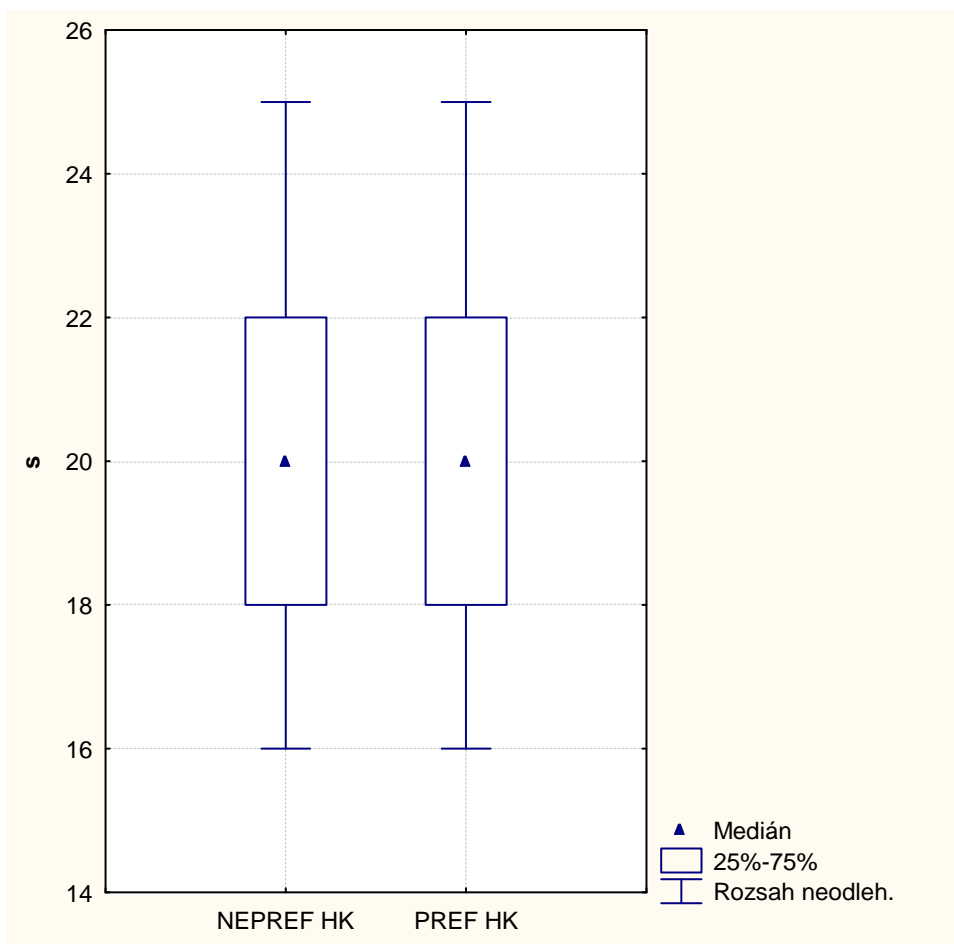
Párovým t-testem byla vyhodnocena rovněž data naměřená v oblasti proc. styloideus radii. Vypočtená hodnota p ve výši 0,481 přesahuje zvolenou hladinu významnosti $\alpha = 0,05$. Pro citlivost k vibracím v oblasti proc. styloideus radii nelze na zvolené hladině významnosti 5% nulovou hypotézu H_{02} zamítnout. Výsledky testu palestie se v oblasti proc. styloideus radii preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie statisticky významně neliší.



Graf č. 3: Výsledky testu palestie v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu

osa y – doba vnímání vibrací v [s]

osa x – NEPREF HK = nepreferovaná horní končetina, PREF HK = preferovaná horní končetina



Graf č. 4: Výsledky testu palestezie v oblasti processus styloideus radii

osa y – doba vnímání vibrací v [s]

osa x – NEPREF HK = nepreferovaná horní končetina, PREF HK = preferovaná horní končetina

5.5 Vyhodnocení hypotéz

Hodnota p párového t-testu byla nižší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ pouze při vyhodnocení dat naměřených při testu palestezie v oblasti PIP kloubu II. prstu (viz tabulka č. 14). Průměr doby vnímání vibrací v oblasti PIP kloubu II. prstu nepreferované horní končetiny byl vyšší než průměrná hodnota naměřená ve stejné oblasti preferované horní končetiny. Pro tato data lze na zvolené hladině významnosti 5% nulovou hypotézu H_{02} zamítnout a přijmout alternativní hypotézu H_{A2} . Na zvolené hladině významnosti se citlivost palestezie v oblasti PIP kloubu II. prstu preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie liší, je vyšší v oblasti

nepreferované horní končetiny. Výsledky testu palestezie se v oblasti PIP kloubu II. prstu preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie na zvolené hladině významnosti liší, studenti dosahují lepších výsledků v oblasti nepreferované horní končetiny.

Hodnota p párových t -testů při vyhodnocení dat naměřených při testech stereognozie 1 a 2 a testu palestezie v oblasti proc. styloideus radii byla vyšší než zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ (viz tabulka č. 14). Proto pro citlivost stereognozie a citlivost palestezie v oblasti proc. styloideus radii nelze na zvolené hladině významnosti 5% nulové hypotézy H_{01} , H_{02} zamítnout a přijmout alternativní hypotézy H_{A1} , H_{A2} . Citlivost stereognozie se v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny při testech stereognozie 1 a 2 u studentů fyzioterapie na zvolené hladině významnosti neliší. Výsledky testů stereognozie 1 a 2 se u studentů fyzioterapie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny na zvolené hladině významnosti neliší. Rovněž tak citlivost palestezie se v oblasti proc. styloideus radii preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie na zvolené hladině významnosti neliší. Výsledky testu palestezie se v oblasti proc. styloideus radii preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie na zvolené hladině významnosti neliší.

Tabulka č. 14: Hodnota p párových t -testů

Provedená vyšetření	Hodnota p párového t -testu
Test stereognozie 1	0,15
Test stereognozie 2	0,076
Test palestézie - PIP kloub II. prstu	0,031
Test palestézie - proc. styl. radii	0,481

6 DISKUSE

Proprioceptivní údaje z receptorů ve svalech, šlachách, kloubech se podílejí na zpětnovazební informaci o průběhu pohybu v pohybovém segmentu. Tyto informace jsou pro řízení a plynulý průběh koordinovaného pohybu nezbytné [50]. Motorický a senzitivní systém jsou mnohdy chápány izolovaně, jedná se ale o jediný integrovaný řídící celek. Motorickou aktivitu je možné realizovat, avšak není možné ji řídit bez současné aktivace senzitivních systémů [18]. Aby mohl fyzioterapeut pohybovou funkci určitého pohybového segmentu účinně terapeuticky ovlivnit, musí ji dobře znát a zvažovat v souvislosti celého těla, postury, přičemž by neměl opomíjet individualitu dotyčné osoby [88]. Na individualitu pacienta je nutno pomýšlet jak v průběhu terapie, tak i při vyšetření. Danému jedinci vlastní asymetrie, které se v průběhu terapie či vyšetření projeví, nemusí být nutně patologií [87], pouze vyjádřením určité funkce. K tomu aby fyzioterapeut dovedl informace, jež během kontaktu s pacientem získává, pro svůj postup interpretovat, je potřeba propojit poznatky o dotyčné osobě, její individualitě se znalostmi z neurofyziologie, kineziologie, kde mozkové funkce zastávají významnou roli.

Stereognozie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny: v žádném z provedených testů stereognozie (test 1 a 2) nebyla rozdílná citlivost ve stereognozii horních končetin u studentů fyzioterapie prokázána. Na zvolené hladině významnosti tak byla nulová hypotéza H_{01} potvrzena, alternativní hypotéza H_{A1} přijata nebyla. Ačkoli se na zvolené hladině významnosti v žádném z testů výsledky vyšetření stereognozie v oblasti upřednostňované a neupřednostňované horní končetiny neliší, při obou testech vykazuje průměr hodnot zjištěných v oblasti nepreferované horní končetiny (v testu 1: $\bar{x} = 4,033$ mm; v testu 2: $\bar{x} = 52,167$ s) nižší hodnotu (a tedy lepší výsledky avšak nikoli statisticky významně) než průměr hodnot vyšetřených v oblasti preferované horní končetiny (v testu 1: $\bar{x} = 4,6$ mm; v testu 2: $\bar{x} = 65,067$ s). Následující popsaná studie rozdíl ve stereognostické funkci horních končetin prokázala.

Ragland a kol. [79] testovali stereognozii u 75 zdravých osob, 40 mužů a 35 žen, jejichž úkolem bylo za co nejkratší dobu poznat předmět vložený do ruky. Jednalo se o předměty běžné denní potřeby. Objekt byl průměrně identifikován za kratší dobu nepreferovanou rukou.

Naopak stejnou citlivost ve stereognozii obou rukou zjistili Ihori a kol. [47]. Účastníci studie rozpoznávali dřevěná písmena připevněná na blocích o velikosti 4,5 cm x 4,5 cm x 0,4 cm.

Podobné výsledky uvádí i Myers [69], který srovnával citlivost stereognozie obou rukou prostřednictvím určení počtu hmataných teček Braillova písma. Studie se zúčastnilo 30 probandů bez poruchy zraku, kteří nebyli znalí Braillova písma. Tečky byly hmatány zvlášť bříškem ukazováku a bříškem prostředníčku. Nebyla prokázána rozdílná citlivost stereognozie preferované a nepreferované ruky, ačkoli byla patrná tendence k přesnějšímu určení počtu teček nepreferovanou rukou.

Značné množství studií je věnováno srovnání citlivosti stereognozie obou rukou pomocí Braillova písma u nevidomých osob či osob, které již mají zkušenosti se čtením Braillova písma. Ačkoli konfrontace s těmito studiemi by nebyla správná, přinášejí tyto výzkumy zajímavé informace. Hermelin a kol. [41] zjistili, že lepší rozpoznání Braillova písma je u dětí vázáno spíše na levou ruku než na nepreferovanou ruku. Dospělí se při stejném úkolu vykonávaném levou rukou rovněž dopouštějí méně chyb než pravou rukou, ale v rychlosti rozpoznání písmen levou a pravou rukou není u dospělých rozdíl.

Henderson a kol. [40] tvrdí, že levá ruka u dospělých vykazuje vyšší citlivost stereognozie. Witelson [89] toto vztahuje k převaze pravé hemisféry při zpracování prostorových informací a dodává, že se výhoda levé ruky projeví především při rozpoznávání tvarů, které nemají jasný význam. Podobně Kolb [51] se domnívá, že pravá mozková hemisféra je specializována na složité geometrické vzory, složité taktilní poznávání.

Palestezie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny: zatímco pro citlivost palestezie v oblasti proc. styloideus radii byla nulová hypotéza H_{02} potvrzena a alternativní hypotéza H_{A2} přijata nebyla, pro citlivost palestezie v oblasti PIP kloubu II. prstu byla hypotéza H_{02} vyvrácena a potvrzena alternativní hypotéza H_{A2} . V oblasti PIP kloubu II. prstu preferované a nepreferované ruky se výsledky vyšetření palestezie u studentů fyzioterapie na zvolené hladině významnosti lišily. V této oblasti nepreferované ruky byly vibrace vnímány déle, průměrně 21,6s, v porovnání s průměrnou dobou vnímání vibrací 20,2s ve stejné oblasti nepreferované ruky. Naopak

rozdílná citlivost k vibracím nebyla v oblasti proc. styloideus radii preferované a nepreferované horní končetiny na zvolené hladině významnosti prokázána. S výsledky provedeného vyšetření v oblasti proc. styloideus radii souhlasí zjištění následujících studií.

Hilz a kol. [42] zjistili stejný práh vnímání vibrací na obou rukou při vyšetření v oblasti II. metacarpu. Testování bylo provedeno u 20 zdravých osob, 10 mužů a 10 žen, pomocí graduované ladičky o frekvenci 128 Hz a elektromagnetického vibračního stimulačního přístroje.

Podobné výsledky přináší i studie Honga a kol. [44], kteří tvrdí, že prahová hodnota vnímání vibrací se v oblasti preferované a druhostranné horní končetiny neliší.

Výsledky uvedených studií jsou naopak v rozporu s výsledkem statistické analýzy hodnot vyšetřených v oblasti PIP kloubu. O rozdílném vnímání vibrací v oblasti horních končetin se zmiňují autoři dvou studií Gerr [24] a Goff [31] s kolektivy. V obou studiích autoři zjistili nižší práh pro vnímání vibrací v oblasti neupřednostňované horní končetiny, rozdíl ale v žádné ze studií nebyl na zvolené hladině významnosti statisticky významný. S ohledem na neprokázanou významnost se autoři studií vysvětlení tohoto zjištění blíže nevěnují. Zaměříme-li se obecně na propiocepci, která zprostředkovává i vnímání vibrací [2], lze zvažovat vysvětlení prostřednictvím tvrzení Gobleho [29]. Podle Gobleho hemisferální systém kontralaterální k preferované horní končetině (u většiny osob levá hemisféra) lépe zpracovává informace propioceptivní společně s vizuálními v porovnání se samotnými informacemi propioceptivními, na což je naopak specializován druhý z hemisferálních systémů. Tyto specializace by mohly přispívat k vyšší citlivosti k vibracím v oblasti nepreferované horní končetiny. V běžném životě je zraková kontrola přednostně zaměřována k preferované ruce, která provádí vlastní úkol např. sejmutí víka z krabice, zatímco druhá ruka obvykle přidržuje objekt, přičemž je využívána informace propioceptivní bez informace vizuální. Ve studii týkající se polohocitu v oblasti loketního kloubu byly úkoly lépe plněny nepreferovanou horní končetinou, pokud cílového postavení měli probandí dosáhnout při dostupnosti pouze propioceptivní informace. Oproti tomu pokud mohli probandí využít propioceptivní i vizuální informace, byl úkol lépe splňován preferovanou horní končetinou [29].

Tvrzení Gobleho [29] stejně jako Witelsova [89] (viz výše) je založeno na předpokladu, že končetina kontralaterální k hemisféře je pod větší přímou kontrolou touto hemisférou a má k ní privilegovaný přístup, protože senzomotorická kontrola distální muskulatury je z velké části překřížena [32]. Zůstává zde ale možnost, že jiné další faktory (např. další specializace hemisfér) mohou tento vliv specializace určitého hemisferálního systému zastírat či že cerebrální komisury přenášejí informace natolik výkonně, že specializace určité hemisféry nepřináší kontralaterální končetině oproti druhé končetině výhodu [69]. Tomu by nasvědčovala skutečnost, že v jednom z testovaných míst (PIP kloub II. prstu) bylo rozdílné vnímání vibrací mezi preferovanou a nepreferovanou horní končetinou prokázáno, na druhém místě (proc. styloideus radii) prokázáno nebylo.

Uvedené zjištění, že v distálnější z oblastí (PIP kloub II. prstu) byla rozdílná citlivost k vibracím mezi preferovanou a nepreferovanou horní končetinou prokázána a v proximálnější z oblastí (proc. styloideus radii) nikoli, je v souladu s pozorováním Nishizawy [71] a Colleyho [12], uvažujeme-li o palestezii v rámci propiocepce. Autoři ve svých studiích došli k závěru, že zatímco při vyšetření polohocitu v oblasti kloubů prstů se funkční asymetrie projeví, při testování polohocitu v oblasti ramenního kloubu se stranový rozdíl neprojeví. Vysvětlováno je to tím, že distální muskulatura je primárně inervována kontralaterální hemisférou, zatímco proximální svalstvo je inervováno oběma hemisférami. V tomto modelu se předpokládá, že rozdílný polohocit preferované a nepreferované horní končetiny se prokáže, pokud jsou k vykonání úkolu zapojeny pouze distální svaly, ale asymetrie zůstane skryta, pokud je k vykonání úkolu potřeba zapojit proximální i distální muskulaturu [67]. K ipsilaterálně probíhajícím drahám senzitivního systému Hellige [39] uvádí, že somatosenzorická mozková kůra každé hemisféry přijímá vzruchy primárně z opačné strany těla, ale ipsilaterální zásobení může být rovněž přítomné.

Propriocepce v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny: součástí vyšetření hluboké citlivosti je vyšetření statestézie, kinestézie, palestézie i stereognozie [72]. V této části diskuse uvádím další přínosné poznatky plynoucí ze studií zabývajících se propiocepcí preferované a nepreferované horní končetiny, zejména polohocitem.

Podobně jako Adamo a kol. [1], Carson a kol. [9] testoval Goble [30] v další ze svých studií statestézi v oblasti loketního kloubu pomocí tří úkolů. V prvním úkolu proband zopakoval předchozí nastavenou pozici stejné horní končetiny. Ve druhém z úkolů byla vzorovou pozicí pozice kontralaterální končetiny, která zůstala nastavena po dobu řešení úkolu. Ve třetím úkolu pak proband cílové postavení končetiny zaujal podle vzorové pozice kontralaterální končetiny, která byla před začátkem řešení úkolu navrácena do výchozí pozice stejné na obou končetinách. Ve všech třech úkolech bylo dosaženo větší přesnosti nepreferovanou horní končetinou. Nejvýraznější funkční asymetrie byla pozorována ve třetím úkolu, který vyžadoval jak zapamatování si a vybavení, tak i interhemisferální přenos proprioceptivní informace. Rozdílná přesnost horních končetin v zaujmutí cílového postavení nebyla provázána rozdílnou pohybovou strategií.

Funkční asymetrie v polohocitu horních končetin je autory Nishizawa [70], Roy [83] vztahována ke specializaci pravé hemisféry na zpracování proprioceptivní informace o pozici. Podobně Haaland [35] a Goble [30] se kloní k názoru, že je tato asymetrie způsobena specializací hemisferálního systému kontralaterálního k preferované horní končetině na kontrolu trajektorie pohybu, zatímco druhý ze systémů je specializován na kontrolu statické pozice končetiny.

Použité testy, průběh testování: v obou testech stereognozie se jednalo o aktivní hmatání předmětu, které je provázáno drážděním receptorů v kůži, kloubech, šlachách, svalech [40]. Oproti pasivnímu hmatání umožňuje aktivní hmatání přesnější rozpoznání předmětů či jejich vlastností. Ve studii Hellera [38] zkoumali probandi v prvním úkolu předměty různých tvarů aktivně prsty, ve druhém úkolu aktivně dlaní, ve třetím úkolu byly předměty účastníkům přiloženy na dlaň a ve čtvrtém úkolu byly předměty po jejich dlani posunovány. Přesnost rozlišení tvarů předmětů klesala od prvního úkolu ke čtvrtému takto: průměrně bylo poznáno 80%, 64%, 49% a 32% tvarů.

Jako pomůcky jsem v testech stereognozie využila karty s Braillovým písmem a dřevěné bloky tvaru jehlanu a kvádrů. Na kartách s Braillovým písmem byla nejmenší vzdálenost mezi dvěma sousedními tečkami 1 mm. Nejmenší rozlišitelná vzdálenost dvou současných taktilních podnětů na konečcích prstů je u zdravého člověka 3-5 mm [50]. Během vyšetření diskriminačního cití je ale testovaná část těla pasivní, podnět je

aplikován vyšetřujícím, jedná se pouze o dva dotyky provedené vždy současně, není rozlišován tvar ani orientace předmětu, obrazce.

Všichni probandi zvládli splnit úkol určení shodně orientovaných karet s Braillovým písmem. Orientace karty byla průměrně určena za dobu 65,067s preferovanou rukou a 52,167s druhou rukou. Nejkratší a nejdelší potřebná doba byla při testování v oblasti preferované ruky 19s a 230s, při vyšetření nepreferované ruky 12s a 117s.

Podle Klatzkyho [48] a McGee [62] je hmatovou analýzou zdravý člověk schopen rozpoznat 90 - 94% běžných známých předmětů do 5s.

Zadaný úkol s kartami Braillova písma kladl rovněž nároky na mentální rotaci tvarů, obrazců. Podle Peterse [77] patří tato funkce ke specializaci pravé mozkové hemisféry, což by mohlo poskytovat výhodu levé ruce. Dílčí výsledky vyšetření odpovídají tomuto tvrzení, neboť více probandů (21 z celkového počtu 30 probandů) vyřešilo úkol rychleji rukou levou než pravou.

Úkol určení rozměru na jehlanu odpovídající šířce kvádrů byl účastníky studie považován za náročný, což je v souladu s tvrzením Plaisiera [78], který tvrdí, že rozlišení geometrie předmětu (velikost, tvar) musí být pozornost při haptickém zkoumání předmětu věnována déle než při rozlišování vlastností materiálu (měkký – tvrdý, teplota), z něhož je objekt vyroben.

Při obou stereognostických úkolech (test 1 a 2) směli probandi vzorový předmět hmatat opakovaně, řešení úkolů tak nekladlo vysoké nároky na paměť. Podle Gobleho [30] vedou rostoucí nároky na paměť, rovněž tak na interhemisferální přenos proprioceptivní informace k poklesu přesnosti zaujmutí původního postavení v daném kloubu preferovanou končetinou, zatímco u druhostranné končetiny k výrazným změnám nedochází. Jelikož se při stereognozií uplatňuje vnímání taktilních i proprioceptivních podnětů [88], lze zvažovat, zda by se asymetrie ve stereognozií horních končetin prokázala, pokud by směl být vzorový předmět hmatán po omezenou dobu bez možnosti opakování.

V testu s dřevěnými bloky dosáhla průměrná hodnota odchylky určeného rozměru od skutečné šířky kvádrů 4,6 mm při testování v oblasti upřednostňované horní končetiny a 4,033 mm při vyšetření nepreferované končetiny. Nejmenší a největší

zjištěná odchylka preferované končetiny činily 1mm a 11 mm, při vyšetření nepreferované končetiny pak 0 mm a 11 mm.

Podobný úkol absolvovali studenti fyzioterapie ve studii Dlaskové [15]. Jednalo se ale o stereognostický úkol v rámci testu Petrie, který je testem hodnocení sensorických podnětů pro zjištění, zda testovaný podněty nadhodnocuje, podhodnocuje či hodnotí normálně. Navíc doba hmatové analýzy kvádrů je omezena na 30s bez možnosti opakování [88]. I přes odlišnosti úkolu lze z výsledků vyčíst, že rozměr kvádrů určený preferovanou rukou se od skutečné šířky kvádrů odchyloval o hodnotu nižší než 6 mm u pěti ze třiceti probandů, v případě druhé ruky byla odchylka nižší než 6 mm u šesti probandů. V našem experimentu se při určení šířky kvádrů preferovanou rukou odchylovalo o méně než 6 mm 21 probandů, při testování nepreferované končetiny pak 22 probandů. K přesnějšímu určení rozměru kvádrů v našem výzkumu mohlo vést zmíněné opakované hmatání vzorového předmětu.

Jako řešení stereognostického úkolu jsou uplatňovány různé formy odpovědi. Hmatové analýze může být podroben vzorový i odpovídající předmět (intramodální porovnání), souhlasný předmět může být nalezen za zrakové kontroly (intermodální porovnání) či je předmět pojmenován [21, 40]. Použité stereognostické testy (test 1, 2) byly řešeny spárováním s odpovídajícím rozměrem, orientací tvaru aktivním hmatáním. Slovní popis by byl velmi náročný. Řešení úkolu spárováním předmětů aktivním hmatáním či pojmenováním poskytuje odlišné informace, neboť zatímco levá hemisféra většiny osob je specializovaná na řeč, zvládání prostorových úloh je specializací pravé hemisféry [52]. Specializace levé hemisféry na řeč by tak mohla poskytovat výhodu pro slovní označení předmětu v pravé ruce. O tom svědčí poznatky, které byly získány vyšetřením osob s protětím corpus callosum. Tito pacienti mají značné obtíže při pojmenování předmětu umístěném v jejich levé ruce. Ukázání na odpovídající předmět zvládnou při stejném úkolu pohotově. Tyto zkušenosti naznačují, že pojmenování předmětu v levé ruce předchází vstup prostorové informace do pravé hemisféry, která je poté přenesena do hemisféry levé [79]. Jak výkonně jsou informace komisurami mezi hemisférami u zdravého člověka přenášeny, není stále objasněno [84].

Test palestézie byl do sledu vyšetření zařazen na konec z důvodu eliminace případného ovlivnění propriocepce v testech, které by po tomto vyšetření následovaly. Vibrace mohou způsobovat dočasné změny polohocitu a pohybecitu [46]. Průměrná doba, po kterou byly vibrace v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny

vnímány, trvala 21,6s a 20,2s při přiložení ladičky k PIP kloubu II. prstu, při vyšetření v oblasti proc. styloideus radii trvala průměrně 19,933s a 19,967s. Nejkratší a nejdelší naměřená doba vnímání vibrací byla v oblasti proc. styloideus radii obou horních končetin a PIP kloubu II. prstu nepreferované horní končetiny 16s a 25s, v oblasti preferované horní končetiny pak 15s a 25s. Podle McGee [62] zdravý člověk vnímá vibrace po dobu alespoň 15s od přiložení ladičky na oblast proc. styloideus ulnae. Tato doba se zkracuje o 2s za každou dekádu nad 40 let věku.

Kromě věku bývá také diskutován vliv teploty kůže na palestézii. Podle výsledků studie Clause a kol. [11] a Hilze [42] nebyla zjištěna významná korelace mezi teplotou kůže a prahovou hodnotou vnímání vibrací. Popisováno je zvýšení prahových hodnot pouze pokud je teplota kůže nižší než 20°C. Odborníci se proto shodují, že při pokojové teplotě 18 - 24°C není potřeba kůži testované části těla zahřívat či ochlazovat.

K nepřesnosti při použitých testech mohlo dojít např. aplikací případně různé kontaktní síly během přiložení ladičky ke kostěnému výběžku či vznikem případně prodlevy mezi označením řešení úkolu a stiskem stopek. Tyto chyby jsem se snažila zmírnit či eliminovat nácvikem provedení vyšetření u dobrovolníků z rodiny před vlastním testováním probandů, jak je doporučováno Hongem [44]. K problému odlišné kontaktní síly u testů stereognozie nedochází, neboť proband si podněty aplikuje sám. Výhodou použitých testů je kvantitativní vyjádření jejich výsledku. Rovněž pomůcky potřebné k provedení testů jsou z hlediska materiálu i finanční zátěže dobře dostupné nebo jsou tyto pomůcky využívány i při jiných vyšetřeních (např. dřevěné bloky).

Před každým úkolem jsem probandovi důkladně vysvětlila jeho průběh a zodpověděla doplňující otázky, neboť vyšetření čítí je subjektivní a dobré porozumění a spolupráce probanda jsou nezbytné. Aby se účastníci studie mohli na úkoly dobře soustředit a z důvodu předcházení vzniku únavy, snažila jsem se zajistit tiché prostředí, mezi jednotlivé testy a vyšetření každé horní končetiny byly zařazeny přestávky. Tyto byly po vyšetření palestézie před začátkem měření na druhé končetině delší z důvodu eliminace případného přetrvávajícího pocitu vibrací [44].

Výběrový soubor: do výběrového souboru byli zařazeni studenti fyzioterapie, poněvadž při výkonu povolání fyzioterapeuta / fyzioterapeutky, na které se studenti

připravují, bývají při různých činnostech zapojovány obě horní končetiny a nedochází k přetrvávajícímu dlouhodobému zapojení pouze jedné z nich. Testování bylo poměrně časově náročné, celý soubor vyšetření trval přibližně 45 minut. Časové možnosti studentů přispěly ke snaze eliminovat spěch při vyšetření, jenž by mohl působit na psychiku probandů, což by mohlo dle výsledky ovlivnit. Vnímání senzitivních podnětů totiž závisí i na stavu psychiky vyšetřovaného [88]. Zařazení studentů bylo výhodné i z hlediska věku probandů, neboť u této věkové kategorie je výskyt nejrůznějších zdravotních obtíží relativně nízký [49]. Testování bylo zaměřeno na zdravé osoby.

Věk je významným faktorem působícím na citlivost [56]. Podle Legge [57] s přibývajícím věkem klesá přesnost prostorového rozlišení při aktivním hmatání vzorů Braillova písma téměř o 1% za rok ve věkovém rozmezí 12 - 85 let. S rostoucím věkem stoupá i práh vnímání vibrací [36, 42]. Podle Perreta [74] stoupá s věkem práh vnímání vibrací strměji v oblasti preferované horní končetiny v porovnání s nepreferovanou horní končetinou. Nicméně Gerr a kol. [24] toto popírají.

Výběrový soubor se skládal z 25 žen a 5 mužů, což odpovídá menšímu zastoupení mužů mezi studenty fyzioterapie. Citlivost k vibracím a stereognostická funkce se u mužů a žen neliší [40, 44]. Odlišnost případné funkční asymetrie ve stereognosii ani palestézii v závislosti na pohlaví není uváděna.

Tato studie je pilotní studií, rozsah výběrového souboru (30 probandů) by bylo vhodné v případných navazujících studiích rozšířit.

Lateralita horních končetin, lateralizace mozkových funkcí: lateralizace mozkových funkcí vykazuje určitý typický vzorec přítomný u většiny osob, praváků i leváků. U části osob, častěji u leváků, může být na danou funkci specializována druhá z hemisfér či obě hemisféry současně [39, 54]. Pokud by vliv specializace jedné z hemisfér nebyl zastírán jinými faktory či velmi výkonným přenosem informací prostřednictvím cerebrálních komisur (viz výše), domnívám se, že různé lateralizační vzorce by tak mohly mít vliv na to, zda se citlivost jeví symetrická či asymetrická. O tom, že se u většiny osob vyskytuje určitý typický vzorec svědčí i závěry některých autorů, kteří určité mozkové funkce vztahují k hemisféře určené stranou pravou či levou v porovnání k určení stranou kontralaterální k preferované či nepreferované ruce.

K otestování preference jsem využila dotazník, který byl sestaven v rámci disertační práce Musálka [68], kde mezi cíle práce patřilo přispět ke standardizaci testování motorických projevů laterality. V naší studii upřednostňovali levou ruku 3 probandi, pravou ruku pak 27 probandů. Toto složení výběrového souboru odpovídá podílu leváků a praváků v populaci uváděném v literárních zdrojích [45, 52, 65]. Podle zmíněných zdrojů se tak v populaci vyskytuje 10% leváků, 90% praváků, ačkoli o lateralitě horních končetin se stále více uvažuje jako o kontinuu [79]. Mezi praváky a leváky se citlivost palestezie ani stereognozie neliší [6, 58]. Podobně Riolo-Quinnová [81] neshledala mezi praváky a leváky rozdíl v polohocitu.

Absence ambilaterálních jedinců ve výběrovém souboru je ve shodě s tvrzením McManuse [65]. Podle něj se některé osoby za ambilaterální jedince považují, při testování je ale vždy určitá míra funkční asymetrie shledána.

Preferovaná horní končetina je k vykonávání nejrůznějších činností zapojována častěji než druhostranná horní končetina [60, 65]. Nabízí se úvaha, že je tak pro oblast preferované horní končetiny získávána větší či častější zkušenost s využitím hluboké citlivosti, která je důležitým zdrojem informací o průběhu pohybu [50], i s využitím povrchové citlivosti, která se při hmatání různých objektů rovněž uplatňuje [6, 40]. Zatímco korové projekční oblasti pro čítí ze zad a trupu jsou malé, mnohem větší oblast odpovídá vzruchům přicházejícím z ruky a části úst podílející se na řeči. S rozsahem projekčních oblastí koresponduje citlivost reprezentované části těla [23]. Například nejmenší vzdálenost, kdy dva současné taktilní podněty rozpoznáme od jednoho, je na jazyku 1 mm, na rtech a konečcích prstů 3-5 mm, na zádech 4-7cm. Toto je obvykle vysvětlováno hustotou receptorů v dané oblasti těla [50]. Korová plasticita umožňuje, že neuronální spojení somatosenzorické kůry mohou být změněna zkušeností. Korová reprezentace častěji používané části těla se rozšiřuje, takové plastické procesy probíhají v ontogenezi i v dospělosti [23]. Vyšší frekvence používání preferované horní končetiny by tak mohla vést k vyšší citlivosti v této oblasti. Rozdílná citlivost stereognozie horních končetin nebyla v tomto výzkumu prokázána, v palestézii bylo pouze v jedné ze dvou testovaných oblastí (PIP kloubu II. prstu) dosaženo průměrně lepších výsledků při vyšetření nepreferované horní končetiny. Jedním z možných vysvětlení by mohlo být, že ačkoli nepreferovaná horní končetina obvykle neprovádí vlastní úkol, jeho řešení (např. vyjmutí předmětu z nádoby), poskytuje potřebné podmínky k provedení úkolu. Vykonává především důležité statické funkce

(např. přidržení nádoby), při nichž se rovněž exterocepce i propiocepce uplatňují. Bez zmíněných funkcí nepreferované horní končetiny by řešení úkolu bylo realizováno na nižší úrovni či by úkol splněn nebyl [87].

7 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byla u třiceti probandů testována preference horní končetiny, následně pak stereognozie a palestezie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny. V hypotéze H_{01} bylo předpokládáno, že se citlivost stereognozie v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší a že se výsledky vyšetření stereognozie vybraným testem v oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší. Při žádném z provedených testů stereognozie nebyla rozdílná citlivost stereognozie mezi preferovanou a nepreferovanou horní končetinou prokázána. V testu stereognozie 1 se průměrně probandi odchýlili v určení šířky kvádrů preferovanou horní končetinou o 4,6 mm, při určování nepreferovanou horní končetinou o 4,033mm. V testu stereognozie 2 byly shodně orientované karty průměrně spárovány preferovanou rukou za 65,067s, nepreferovanou rukou za 52,167s. Na zvolené hladině významnosti jsem tedy přijala hypotézu H_{01} , zatímco nebyla přijata alternativní hypotéza H_{A1} , že je citlivost stereognozie vyšetřená vybraným testem u studentů fyzioterapie v oblasti nepreferované horní končetiny vyšší (než v oblasti preferované horní končetiny).

Při vyšetření palestezie v oblasti PIP kloubu II. prstu nepreferované ruky byly vibrace statisticky významně vnímány déle než na stejném místě preferované ruky. Průměrná doba palestezie na zmíněném místě nepreferované ruky trvala 21,6s, v oblasti preferované ruky pak 20,2s. Na zvolené hladině významnosti byla nulová hypotéza H_{02} pro palestézii v oblasti PIP kloubu II. prstu zamítnuta a přijata alternativní hypotéza H_{A2} . V hypotéze H_{02} bylo očekáváno, že se citlivost palestezie vyšetřená vybraným testem v dané oblasti preferované a nepreferované horní končetiny u studentů fyzioterapie neliší. Přijatá alternativní hypotéza H_{A2} zní takto: „Citlivost palestezie je u studentů fyzioterapie v dané oblasti nepreferované horní končetiny vyšší než ve stejné oblasti preferované horní končetiny. Při vyšetření palestezie vybraným testem dosahují studenti fyzioterapie v dané oblasti nepreferované horní končetiny lepších výsledků než ve stejné oblasti preferované horní končetiny.“

Palestezie vyšetřená v oblasti proc. styloideus radii preferované a nepreferované horní končetiny se statisticky významně nelišila. Doba vnímání vibrací trvala ve zmíněné oblasti preferované horní končetiny průměrně 19,967s, na nepreferované horní končetině pak 19,933s. Pro palestézii v oblasti proc. styloideus radii byla

na zvolené hladině významnosti hypotéza H_{02} přijata, alternativní hypotéza H_{A2} přijata nebyla.

Spolu se zpracováním teoretických poznatků tak byly cíle diplomové práce splněny. Diplomová práce naznačuje, jaké vlivy mohou případnou rozdílnou citlivost stereognozie a citlivost k vibracím v oblasti horních končetin způsobovat. Pokud by některá studie na diplomovou práci navazovala, bylo by vhodné rozšířit výběrový soubor. V rámci takové studie by bylo zajímavé se zaměřit na identifikaci dalších faktorů, které mohou k eventuální funkční asymetrii v citlivosti horních končetin přispívat, či za jakých dalších podmínek mohou tyto funkční asymetrie nastávat. V příštích studiích by mohlo být přínosné využít i funkční zobrazování mozkové tkáně.

SEZNAM LITERATURY

1. ADAMO, D. E., MARTIN, B. J. Position sense asymmetry. *Experimental Brain Research*, 2009, roč. 192, č. 1, s. 87-95.
2. AMBLER, Z. *Základy neurologie*. 7. vyd. Praha: Galén, 2011, 351 s. ISBN 978-80-7262-707-3.
3. ANNETT, M. *Left, right, hand and brain: The right shift theory*. 1. vyd. Hillsdale: Lawrence Erlbaum, 1985, 474 s. ISBN 978-08-6377-018-0. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 49, 226. ISBN 978-0-7923-6660-7.
4. ANNETT, M. The right shift theory of a genetic balanced polymorphism for cerebral dominance and cognitive processing. *Current psychology of cognition*, 1995, roč. 14, č. 5, s. 427–480. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 49. ISBN 978-0-7923-6660-7.
5. BEATON, A. Anatomy of manual skill. *Cortex*, 2004, roč. 40, č. 1, s. 228-229.
6. BOFF, K. R., KAUFMAN, L. *Handbook of perception and human performances*. 2. vyd. Michigan: Wiley-Interscience Publication, 1986, 1568 s. ISBN 0-471-8-8544-4.
7. CAMPBELL, W. W. *Pocket Guide and Toolkit to DeJongs Neurologic Examination*. 1. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007, 360 s. ISBN 978-0-7817-7359-1.
8. CAMPBELL, W. W., DEJONG, R. N. *DeJong's the neurologic examination*. 7. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012, 797 s. ISBN 978-1-4511-0920-7.
9. CARSON, R. G., et al. Manual asymmetries in the reproduction of a 3-dimensional spatial location. *Neuropsychologia*, 1990, roč. 28, č. 1, s. 99-103.

10. CLARK, D. L., BOUTROS, N. N., MENDEZ, M. F. *The brain and behavior: An introduction to behavioral neuroanatomy*. 1. vyd. Cambridge: University Press, 2005, 265 s. ISBN 100-521-84050-3.
11. CLAUS, D., et al. Assessment of diabetic neuropathy: Definition of normal and discrimination of abnormal nerve function. *Muscle & nerve*, 1993, roč. 16, č. 7, s. 757-768.
12. COLLEY, A. Spatial location judgements by right and left-handers. *Cortex*, 1984, roč. 20, č. 1, s. 47-53.
13. CORBETTA, D., THELEN, E. Lateral biases and fluctuations in infants' spontaneous arm movements and reaching. *Developmental Psychobiology*, 1999, roč. 34, č. 4, s. 237–255.
14. COREN, S. *Left-handedness: Behavioral implications and anomalies*. 1. vyd. Amsterdam: North-Holland, 1990, 596 s. ISBN 0-444-88438-6.
15. DLASKOVÁ, L. *Hodnocení stereognozie v oblasti rukou u studentů fyzioterapie*. Praha, 2013. 93 s. Diplomová práce na UK FTVS. Vedoucí diplomové práce Tereza Nováková.
16. DOUGLAS, G., NICOL, F., ROBERTSON, C. *Macleod's clinical examination*. 12. vyd. New York: Elsevier Health Sciences, 2009, 476 s. ISBN 0-4430-6-848-8.
17. DRNKOVÁ-PAVLÍKOVÁ, Z., SYLLABOVÁ, R. *Záhada leváctví a praváctví*. Vyd. 2. dopl. Praha: Avicenum, 1991, 88 s. ISBN 80-201-0113-6.
18. DYLEVSKÝ, I. *Obecná kineziologie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, 190 s. ISBN 978-80-247-1649-7.
19. FAGARD, J., MARKS, A. Unimanual and bimanual tasks and the assessment of handedness in toddlers. *Developmental science*, 2000, roč. 3, č. 2, s. 137–147.

20. FOUNDAS, A., et al. MRI asymmetries of Broca's area: The pars triangularis and pars opercularis. *Brain and language*, 1998, roč. 64, č. 3, s. 282 – 296.
21. GADDES, W. H., EDGELL, D. *Learning disabilities and brain function: A neuropsychological approach*. 3. vyd. New York: Springer, 1994, 594 s. ISBN 0-387-94041-3.
22. GANGESTAD, S. W., YEO, R. A. Parental handedness and relative hand skill: A test of the developmental instability hypothesis. *Neuropsychology*, 1994, roč. 8, č. 4, s. 572-578. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 51. ISBN 978-0-7923-6660-7.
23. GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie*. 20. vyd. Praha: Galén, 2005, 890s. ISBN 80-7262-311-7.
24. GERR, F., HERSHMAN, D., LETZ, R. Vibrotactile threshold measurement for detecting neurotoxicity: Reliability and determination of age-and height-standardized normative values. *Archives of Environmental Health: An International Journal*, 1990, roč. 45, č. 3, s. 148-154.
25. GESELL, A., AMES, L. B. Development of handedness. *Journal of Genetic Psychology*, 1947, roč. 70, č. 2, s. 155-175. In DRNKOVÁ-PAVLÍKOVÁ, Z., SYLLABOVÁ, R. *Záhada leváctví a praváctví*. Vyd. 2. dopl. Praha: Avicenum, 1991, s. 69. ISBN 80-201-0113-6.
26. GESCHWIND, N., LEVITSKY, W. Human brain: Left – right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 1968, roč. 16, č. 7, s. 186 – 187. In HUGDAHL, K., DAVIDSON, R. J. *The asymmetrical brain*. 1. vyd. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003, s. 89. ISBN 0-262-08309-4.
27. GESCHWIND, N., GALABURDA, A. M. *Cerebral lateralization: Biological mechanisms, associations, and pathology*. 2. vyd. Cambridge: MIT Press, 1987, 284 s.

ISBN 0-262-07101-0. In HELLIGE, J. B. *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left*. 3. vyd. Cambridge: Harvard University Press, 2001, s. 115. ISBN 0-674-00559-7.

28. GIEDD, J. N., et al. Development of the human corpus callosum during childhood and adolescence: A longitudinal MRI study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 1999, roč. 23, č. 4, s. 571–588.

29. GOBLE, D. J., BROWN, S. H. Upper limb asymmetries in the matching of proprioceptive versus visual targets. *Journal of Neurophysiology*, 2008, roč. 99, č. 6, s. 3063-3074.

30. GOBLE, D. J. Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: From basic science to general practice. *Physical Therapy*, 2010, roč. 90, č. 8, s. 1176-1184.

31. GOFF, G. D., et al. Vibration perception in normal man and medical patients. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 1965, roč. 28, č. 6, s. 503-514.

32. GOODALE, M. A. *Vision and action: The control of grasping*. 2. vyd. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1990, 367s. ISBN 0-89391-554-8.

33. GREENSTEIN, B., GREENSTEIN, A. *Color atlas of neuroscience: Neuroanatomy and neurophysiology*. 2. vyd. New York: Thieme, 2000, 438s. ISBN 0-86577-710-1.

34. GUIARD, Y. Asymmetric division of labor in human skilled bimanual action: The kinematic chain as a model. *Journal of motor behaviour*, 1987, roč. 19, č. 4, s. 486-517. In HAMMOND, G. R. *Cerebral control of speech and limb movements*. 1. vyd. Amsterdam: North-Holland, 1990, s. 59-60. ISBN 0-444-88477-7.

35. HAALAND, K. Y., et al. Hemispheric asymmetries for kinematic and positional aspects of reaching. *Brain*, 2004, roč. 127, č. 5, s. 1145-1158.

36. HALONEN, P. Quantitative vibration perception thresholds in healthy subjects of working age. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 1986, roč. 54, č. 6, s. 647-655.
37. HEALEY, J. M. *Leváci a jejich výchova*. 1. vyd. Praha: Portál, 2002, 111s. ISBN 80-7178-701-9.
38. HELLER, M. A. Reproduction of tactually perceived forms. *Perceptual and Motor Skills*, 1980, roč. 50, č. 3, s. 943-946.
39. HELLIGE, J. B. *Hemispheric asymmetry: What's right and what's left*. 3. vyd. Cambridge: Harvard University Press, 2001, 396 s. ISBN 0-674-00559-7.
40. HENDERSON, A., PEHOSKI, C. *Hand function in the child: Foundations for remediation*. 2. vyd. Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 2005, 480 s. ISBN 978-0323-03186-8.
41. HERMELIN, B., O'CONNOR, N. Functional asymmetry in the reading of Braille. *Neuropsychologia*, 1971, roč. 9, č. 4, s. 431-435.
42. HILZ, M. J., et al. Normative values of vibratory perception in 530 children, juveniles and adults aged 3–79 years. *Journal of the neurological sciences*, 1998, roč. 159, č. 2, s. 219-225.
43. HOLUBÁŘOVÁ, J., PAVLŮ, D. *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2007, 115 s. ISBN 978-80-246-1294-21.
44. HONG, C., et al. Equal vibrotactile sense thresholds of the fingers and its diagnostic significance for hand-arm vibration syndrome. *American Industrial Hygiene Association*, 1995, roč. 56, č. 1, s. 11-15.
45. HUGDAHL, K., DAVIDSON, R. J. *The asymmetrical brain*. 1. vyd. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003, 796 s. ISBN 0-262-08309-4.

46. CHANNAMALLU, R. R. *Neuromotor transmissibility of horizontal seatpan vibration*. Kansas, 2007. 98 s. Diplomová práce na University of Kansas.
47. IHORI, N., et al. Somesthetic disconnection syndromes in patients with callosal lesions. *European neurology*, 2000, roč. 44, č. 2, s. 65-71.
48. KLATZKY, R. L., LEDERMAN, S. J., METZGER, V. A. Identifying objects by touch: An “expert system”. *Perception & Psychophysics*, 1985, roč. 37, č. 4, s. 299-302.
49. KLENER, P. *Vnitřní lékařství*. 3. přeprac. a dopl. vyd. Praha: Karolinum, 2006, 1158 s. ISBN 80-7262-430-x.
50. KOLÁŘ, P., aj. *Rehabilitace v klinické praxi*. 1. vyd. Praha: Galén, 2009, 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.
51. KOLB, B., WHISHAW, I. Q. *Fundamentals of human neuropsychology*. 4. vyd. New York: W. H. Freeman and company, 1996, 691 s. ISBN 978-07-1672-387-5. In KULIŠŤÁK, P. *Neuropsychologie*. 2. vyd. Praha: Portál, 2011, s. 156. ISBN 978-80-7367-891-3.
52. KOUKOLÍK, F. *Lidský mozek: funkční systémy: norma a poruchy*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Portál, 2002, 451 s. ISBN 80-7178-632-2.
53. KRÁLÍČEK, P. *Úvod do speciální neurofyziologie*. 3. vyd. Praha: Galén, 2011, 235 s. ISBN 978-80-7262-618-2.
54. KULIŠŤÁK, P. *Neuropsychologie*. 2. vyd. Praha: Portál, 2011, 380 s. ISBN 978-80-7367-891-3.
55. LALAND, K. N., et al. A gene–culture model of human handedness. *Behavior genetics*, 1995, roč. 25, č. 5, s. 433 – 445. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 53. ISBN 978-0-7923-6660-7.

56. LEDERMAN, S. J., KLATZKY, R. L. Haptic perception: A tutorial. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 2009, roč. 71, č. 7, s. 1439-1459.
57. LEGGE, G. E., et al. Retention of high tactile acuity throughout the life span in blindness. *Perception & psychophysics*, 2008, roč. 70, č. 8, s. 1471-1488.
58. LINDSELL, C. J., GRIFFIN, M. J. Normative data for vascular and neurological tests of the hand-arm vibration syndrome. *International archives of occupational and environmental health*, 2002, roč. 75, č. 1-2, s. 43-54.
59. MACINTOSH, B. R., GARDINER, P. F., MCCOMAS, A. J. *Skeletal muscle: Form and function*. 2. vyd. Leeds: Human kinetics, 2006, 423 s. ISBN 0-7360-4517-1.
60. MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, 350 s. ISBN 978-0-7923-6660-7.
61. MCCARTNEY, G., HEPPER, P. Development of lateralized behavior in the human fetus from 12 to 27 weeks' gestation. *Development Medical Child Neurology*, 1999, roč. 41, č. 2, s. 83-86.
62. MCGEE, S. R. *Evidence-based physical diagnosis: Expert Consult - Online and Print*. 3. vyd. Philadelphia: Saunders, 2012, 719 s. ISBN 978-1-4377-2207-9.
63. MCMANUS, I. C. Handedness, language dominance and aphasia: A genetic model. *Psychological medicine*, 1985a, roč. 8, č. 1, s. 3-40. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 49. ISBN 978-0-7923-6660-7.
64. MCMANUS, I. C. Right- and left-hand skill: Failure of the right shift model. *British journal of the psychology*, 1985b, roč. 76, č. 1, s. 1-16.

65. MCMANUS, I. C. *Right hand, left hand: The origins of asymmetry in brains, bodies, atoms and cultures*. Cambridge: Harvard University Press, 2004, 412 s. ISBN 0-674-01613-0.
66. MORANGE, F., BLOCH, H. Lateralization of the approach movement and the prehension movement in infants from 4 to 7 months. *Early development and parenting*, 1996, roč. 5, č. 2, s. 81-92.
67. MÜLLER, F., et al. Residual sensorimotor functions in a patient after right-sided hemispherectomy. *Neuropsychologia*, 1991, roč. 29, č. 2, s. 125-145.
68. MUSÁLEK, M. *Development of test batteries for diagnostics of motor laterality manifestation – Link between Cerebellar Dominance and Hand Performance*. Praha, 2012. 254 s. Disertační práce na UK FTVS. Vedoucí disertační práce Jitka Chytráčková.
69. MYERS, D. H. Right- and left-handed counting of Braille dots in subjects unaccustomed to Braille. *British Journal of Psychology*, 1976, roč. 67, č. 3, s. 407-412.
70. NISHIZAWA, S., SASLOW, C. A. Lateralization of kinesthetically guided spatial perception. *Cortex*, 1987, roč. 23, č. 3, s. 485-494.
71. NISHIZAWA, S. Different pattern of hemisphere specialization between identical kinesthetic spatial and weight discrimination tasks. *Neuropsychologia*, 1991, roč. 29, č. 4, s. 305 – 312.
72. OPAVSKÝ, J. *Neurologické vyšetření v rehabilitaci pro fyzioterapeuty*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2003, 91 s. ISBN 80-244-0625-x.
73. ORLEBEKE, J. F., et al. Left handedness in twins: Genes or environment? *Cortex*, 1996, roč. 32, č. 3, s. 479 – 490. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 54. ISBN 978-0-7923-6660-7.

74. PERRET, E., REGLI, F. Age and the perceptual threshold for vibratory stimuli. *European neurology*, 1970, roč. 4, č. 2, s. 65-76.
75. PETERS, M., DURDING, B. M. Handedness measured by finger tapping: A continuous variable. *Canadian journal of psychology*, 1978, roč. 32, č. 4, s. 257-261. In HUGDAHL, K., DAVIDSON, R. J. *The asymmetrical brain*. 1. vyd. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2003, s. 107. ISBN 0-262-08309-4.
76. PETERS, M. Hand preference and performance in left handers. In ELLIOTT, D., et al. *Manual asymmetries in motor performance*. Raton: CRC Press, 1996, s. 99.
77. PETERS, M., REIMERS, S., MANNING, J. T. Hand preference for writing and associations with selected demographic and behavioral variables in 255,100 subjects: The BBC internet study. *Brain and cognition*, 2006, roč. 62, č. 2, s. 177-189.
78. PLAISIER, M. A., BERGMANN, W. M., KAPPERS, A. M. Haptic pop-out in a hand sweep. *Acta psychologica*, 2008, roč. 128, č. 2, s. 368-377.
79. RAGLAND, J. D., et al. Neuropsychological laterality indices of schizophrenia: Interactions with gender. *Schizophrenia bulletin*, 1999, roč. 25, č. 1, s. 79.
80. RIFE, D. C. Handedness with special reference to twins. *Genetics*, 1940, roč. 25, č. 2, s. 178-186. In MANDAL, M. K., BULMAN-FLEMING, M., TIWARI, G. *Side Bias: A Neuropsychological Perspective*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 51. ISBN 978-0-7923-6660-7.
81. RIOLO-QUINN, L. Relationship of hand preference to accuracy on a thumb-positioning task. *Perceptual and motor skills*, 1991, roč. 73, č. 1, s. 267-273.
82. ROHKAMM, R. *Color atlas of neurology*. 2. vyd. New York: Thieme, 2004, 440 s. ISBN 1-58890-191-2.
83. ROY, E. A., MACKENZIE, C. Handedness effects in kinesthetic spatial location judgements. *Cortex*, 1978, roč. 14, č. 2, s. 250-258.

84. SACCO, S., MOUTARD, M., FAGARD, J. Agenesis of the corpus callosum and the establishment of handedness. *Developmental psychobiology*, 2006, roč. 48, č. 6, s. 472-481.
85. STEDMAN, T. L. *Stedman's medical dictionary for the health professions and nursing*. 7. vyd. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2012, 512 s. ISBN 978-1-60831-692-2.
86. SUN, Z. Y., et al. The effect of handedness on the shape of the central sulcus. *NeuroImage*, 2012, roč. 60, č. 1, s. 332–339.
87. VAŘEKA, I., ŠIŠKA, E. Lateralita – interdisciplinární problém. *Československá psychologie*, 2005, roč. 49, č. 3, s. 237-249.
88. VÉLE, F. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. 2. vyd. Praha: Triton, 2006, 375 s. ISBN 80-7254-837-9.
89. WITELSON, D. F. Sex and the single hemisphere: Specialization of the right hemisphere for spatial processing. *Science*, 1976, roč. 193, č. 4251, s. 425-427.
90. ZELINKOVÁ, O. *Poruchy učení*. 5. vyd. Praha: Portál, 2000, 196 s. ISBN 80-7178-481-8.
91. ZOCHE, H. *Vidím svět i z druhé strany: mimořádné schopnosti leváků*. 1. vyd. Praha: Ikar, 2006, 158 s. ISBN 80-249-0647-3.
92. ZVÁRA, K. *Biostatistika*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1998, 210 s. ISBN 80-7184-773-9.
93. ZVÁROVÁ, J. *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2001, 218 s. ISBN 80-7184-786-0.

PŘÍLOHY

Seznam příloh

- Příloha č. 1: Vyjádření etické komise UK
- Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu
- Příloha č. 3: Kožní mechanoreceptory
- Příloha č. 4: Somatosenzorická kůra
- Příloha č. 5: Areae radicales
- Příloha č. 6: Formulář dotazníku
- Příloha č. 7: Tabulka s vysvětlením významu odpovědí v dotazníku
- Příloha č. 8: Záznam výsledku dotazníku
- Příloha č. 9: Hodnocení odpovědí v dotazníku
- Příloha č. 10: Záznam naměřených hodnot v testu stereognozie 1
- Příloha č. 11: Pomůcky pro test stereognozie 2
- Příloha č. 12: Záznam hodnot naměřených v testu stereognozie 2
- Příloha č. 13: Záznam naměřených hodnot v testu palestezie
- Příloha č. 14: Preference horní končetiny jednotlivých probandů
- Příloha č. 15: Tabulka hodnot naměřených při testu stereognozie 1
- Příloha č. 16: Tabulka hodnot naměřených při testu stereognozie 2
- Příloha č. 17: Tabulka hodnot naměřených při testu palestezie v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu
- Příloha č. 18: Tabulka hodnot naměřených při testu palestezie v oblasti processus styloideus radii

Příloha č. 1: Vyjádření etické komise UK



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

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

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

Název: Vliv laterality a postavení horní končetiny na číti v oblasti ruky

Forma projektu: diplomová

Autor (hlavní řešitel): Bc. Martina Boráňová

Školitel: PhDr. Tereza Nováková, PhD.

Popis projektu: V rámci diplomové práce budou u probandů ve věku 18-30 let vyšetřovány motorické projevy laterality horních končetin (pomocí testů dle Musálka), kvalita palestézie (pomocí ladičky) a stereognozie (pomocí karet s Braillovým písmem a dřevěných bloků) v oblasti ruky při dvou různých postaveních testované končetiny. Jedná se o postavení, kdy se ruka testované horní končetiny nachází v prostoru odpovídajícím oblasti homolaterální a následně kontralaterální poloviny pracovní plochy. Citlivost bude vyšetřována při zavřených očích probanda zavázaných šátkem. Následně budu srovnávat výsledky vyšetření na dominantní a nedominantní horní končetině (či nevyhraněných horních končetinách u ambidextrů). Rovněž budu srovnávat výsledky vyšetření při dvou různých postaveních stejné horní končetiny. Žádný z testů není invazivní ani bolestivý, nehrozí riziko vzniku poranění. Každému z probandů předem vysvětlím průběh vyšetření, probandi podepíší informovaný souhlas. Informovaný souhlas je k žádosti přiložen.

V Praze dne

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

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

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 098/2013

dne: 25.3.2013

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

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

1


podpis předsedy EK

Příloha č. 2: Vzor informovaného souhlasu

Informovaný souhlas

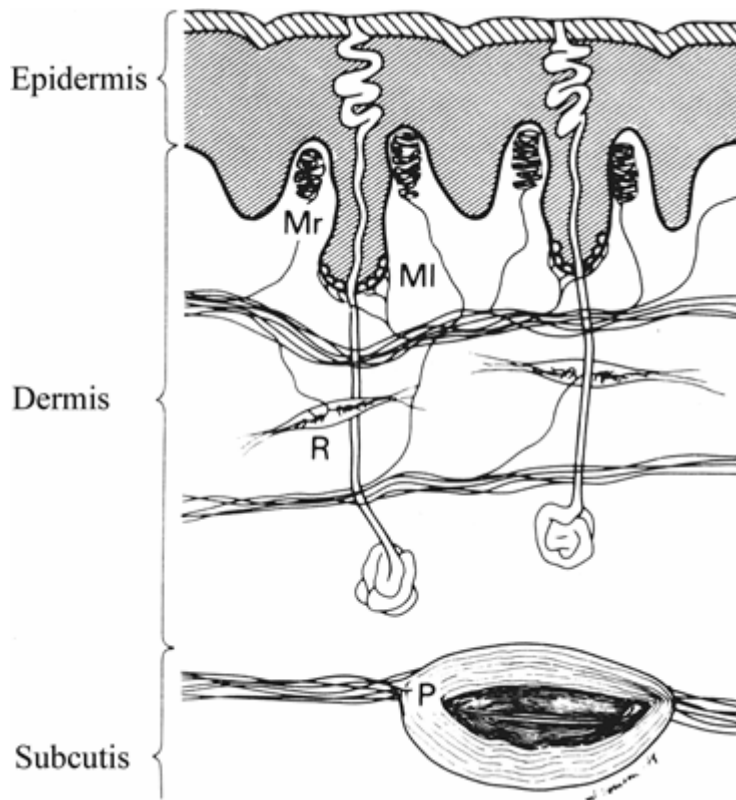
Já,, jsem byl(a) osloven(a) a požádán(a) Bc. Martinou Boráňovou o účast ve výzkumu v rámci diplomové práce na téma „Vliv laterality a postavení horní končetiny na čítí v oblasti ruky“. Cílem studie je zhodnotit motorické projevy laterality horních končetin, dále vyšetřit a srovnat kvalitu čítí v oblasti ruky dominantní a nedominantní horní končetiny (či nevyhraněných horních končetin u ambidextrů), kvalitu čítí v oblasti ruky při dvou různých postaveních testované horní končetiny. Jedná se o postavení, kdy se ruka testované horní končetiny nachází v prostoru odpovídajícím oblasti stejnostranné a následně opačné poloviny pracovní plochy. Testy motorických projevů laterality zahrnují vyplnění dotazníku, hod míčkem na kruh, ukázání na kresbu špejlí, vygumování nakreslené čáry, kreslení spirály, navlékání korálek na drát, vyznačení teček do kroužků psací potřebou, vyšetření kloubní pasivity v zápěstí měřením pomocí goniometru. Citlivost bude vyšetřována při zavřených očích probanda s využitím těchto pomůcek: ladička, karty s Braillovým písmem, dřevěné bloky. U žádného ze zvolených testů nehrozí riziko vzniku poranění, testy jsou neinvazivní a bezbolestné. Testování bude trvat maximálně 90 minut (včetně přestávek), probíhat bude v prostorech FTVS UK v Praze. Osobní údaje a výsledky vyšetření budou použity pouze pro účely diplomové práce, budou zpracovány anonymně.

Prohlašuji a svým podpisem stvrzuji, že do výzkumu vstupuji dobrovolně, průběh testování i veškeré skutečnosti uvedené v informovaném souhlasu mi byly srozumitelným způsobem vysvětleny, mé dotazy byly zodpovězeny.

V Praze dne.....

Podpis.....

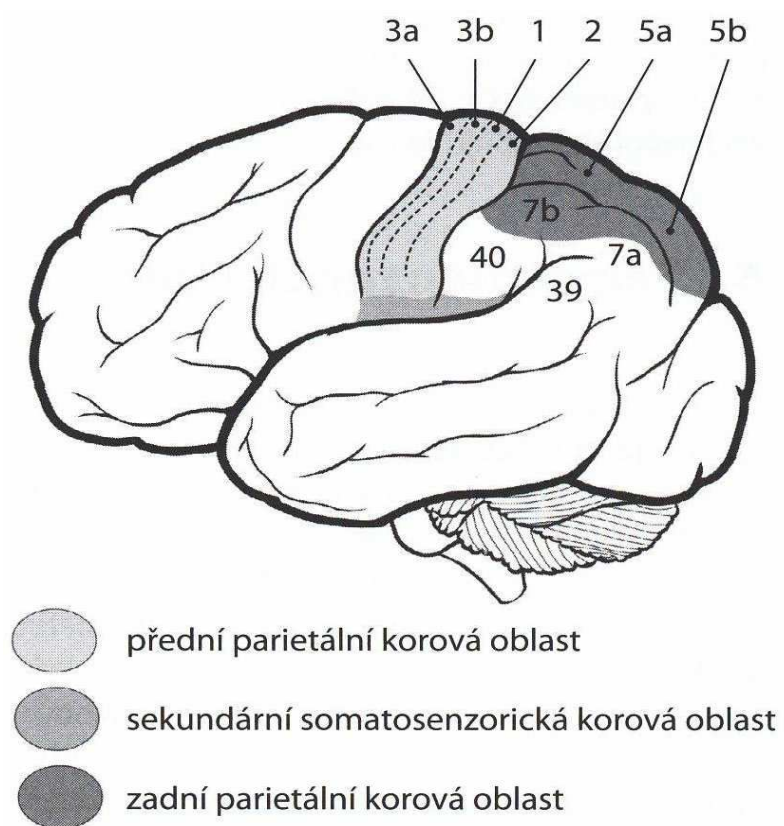
Příloha č. 3: Kožní mechanoreceptory



Obrázek č. 1: Receptory v jednotlivých vrstvách kůže [56]

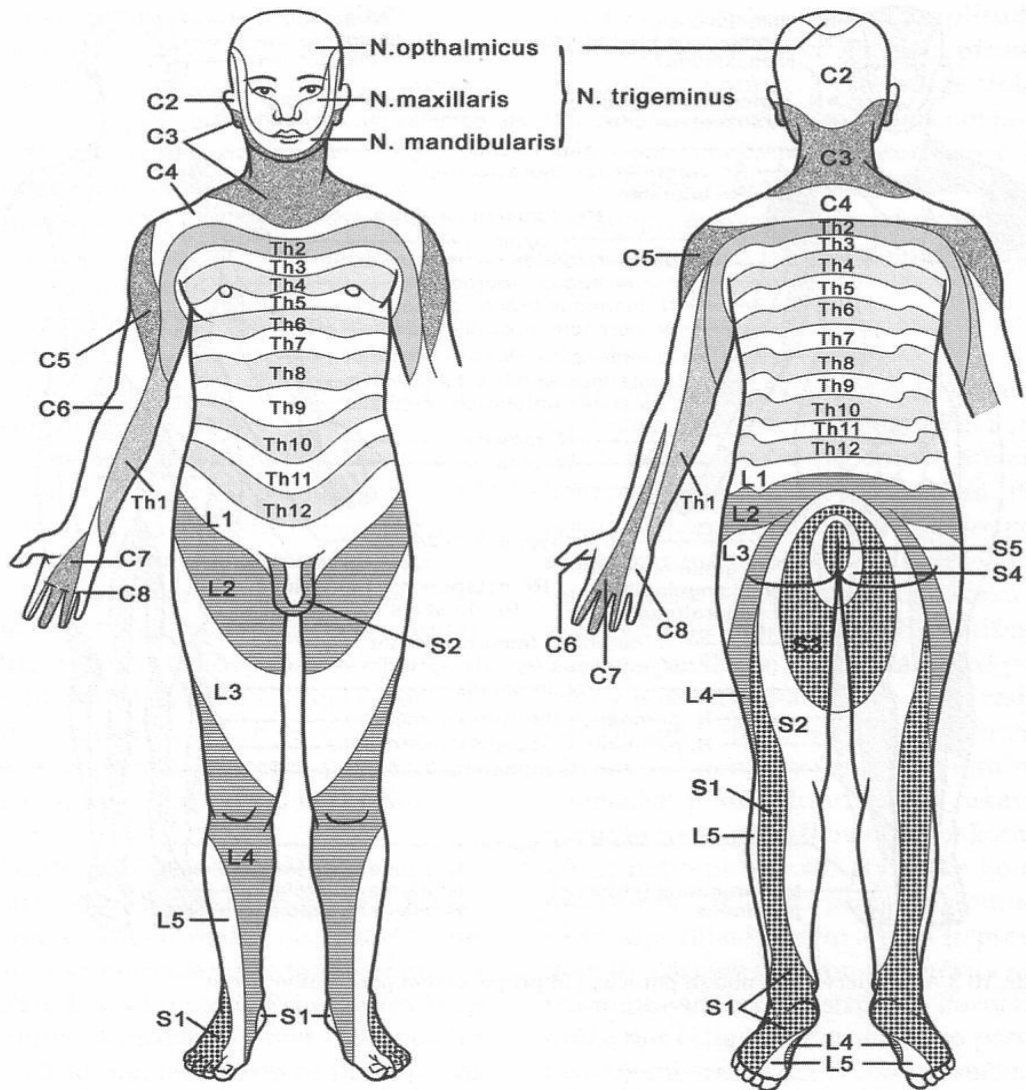
Mr = Meissnerovo tělísko; MI = Merkelovy disky; R = Ruffiniho tělísko; P = Vater-Paciniho tělísko

Příloha č. 4: Somatosenzorická kůra



Obrázek č. 2: Korové projekční oblasti somatosenzorického systému [53]

Příloha č. 5: Areae radicales



Obrázek č. 3: Oblasti poruchy cití při poruše míšního kořene [88]

Příloha č. 6: Formulář dotazníku [68]

1. V které ruce držíte hřebík při zatloukání do podložky?

vždy v pravé ruce raději v pravé ruce nemám pro tuto činnost preferovanou ruku
raději v levé ruce vždy v levé ruce

2. V které ruce držíte gumu při gumování?

vždy v levé ruce raději v levé ruce nemám pro tuto činnost preferovanou ruku
raději v pravé ruce vždy v pravé ruce

3. V které ruce držíte zubní kartáček při čištění zubů?

vždy v levé ruce raději v levé ruce nemám pro tuto činnost preferovanou ruku
raději v pravé ruce vždy v pravé ruce

4. V které ruce držíte kuchyňský nůž při krájení?

vždy v levé ruce raději v levé ruce nemám pro tuto činnost preferovanou ruku
raději v pravé ruce vždy v pravé ruce

5. V které ruce držíte klíče, když odemykáte dveře?

vždy v levé ruce raději v levé ruce nemám pro tuto činnost preferovanou ruku
raději v pravé ruce vždy v pravé ruce

Příloha č. 7: Tabulka s vysvětlením významu odpovědí v dotazníku

Tabulka č. 2: Význam odpovědí v dotazníku [68]

Odpověď	Význam odpovědi
Vždy používám pravou horní končetinu.	Neumím si představit, že bych k dané aktivitě použil(a) levou horní končetinu (kromě situací při zranění a nemožnosti zapojení pravé horní končetiny do úkonu).
Raději používám pravou horní končetinu.	Již jsem se při běžných činnostech setkal(a) se situací, kdy jsem spontánně použila i levou horní končetinu. (Situací není myšleno zranění či nemožnost zapojení pravé horní končetiny.) Zapojení levé horní končetiny je však ojedinělé a činnost vykonávaná pravou horní končetinou je přirozenější.
Nemám pro tuto činnost preferovanou horní končetinu.	V běžné činnosti při dané aktivitě spontánně používám levou i pravou horní končetinu. Činnost levou i pravou horní končetinou je stejně přirozená.
Raději používám levou horní končetinu.	Již jsem se při běžných činnostech setkal(a) se situací, kdy jsem spontánně použila i pravou horní končetinu. (Situací není myšleno zranění či nemožnost zapojení levé horní končetiny.) Zapojení pravé horní končetiny je však ojedinělé a činnost vykonávaná levou horní končetinou je přirozenější.
Vždy používám levou horní končetinu.	Neumím si představit, že bych k dané aktivitě použil(a) pravou horní končetinu (kromě situací při zranění a nemožnosti zapojení levé horní končetiny do úkonu).

Příloha č. 8: Záznam výsledku dotazníku

Tabulka č. 3: Tabulka pro záznam výsledku dotazníku

Číslo otázky	Odpověď					Hodnocení odpovědi
	Vždy v pravé ruce	Raději v pravé ruce	Nemám pro tuto činnost preferovanou ruku	Raději v levé ruce	Vždy v levé ruce	
1	0	25	50	75	100	
2	100	75	50	25	0	
3	100	75	50	25	0	
4	100	75	50	25	0	
5	100	75	50	25	0	
Součet bodů						
Laterální kvocient						
$LQ = \frac{\sum_{i=1}^5 x_i}{500} * 100$						

Příloha č. 9: Hodnocení odpovědí v dotazníku

Tabulka č. 5: Hodnoty přiřazené odpovědím v dotazníku

Odpověď	Hodnota přiřazená odpovědi v otázce č. 2-5	Hodnota přiřazená odpovědi v otázce č. 1
Vždy levou	0	100
Raději levou	25	75
Nemám preferovanou horní končetinu	50	50
Raději pravou	75	25
Vždy pravou	100	0

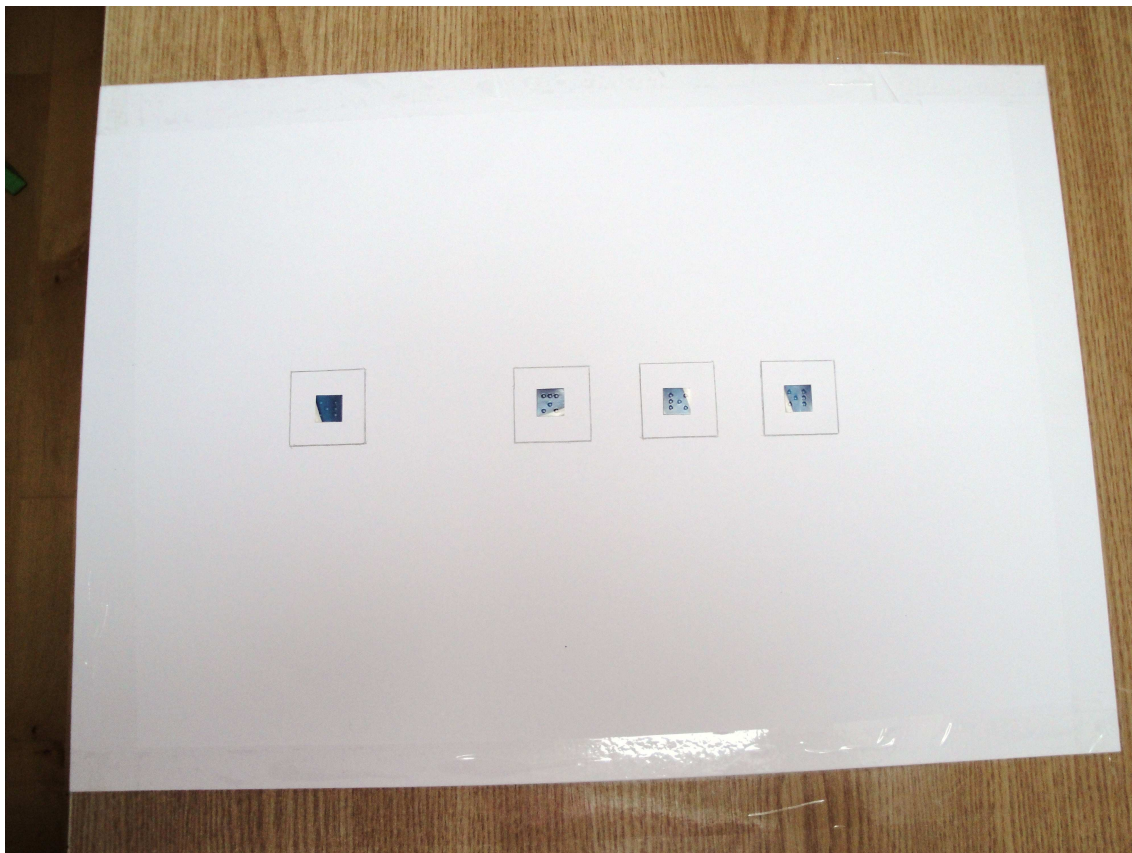
Příloha č. 10: Záznam naměřených hodnot v testu stereognozie 1

Tabulka č. 6: Tabulka pro záznam naměřených hodnot v testu stereognozie 1

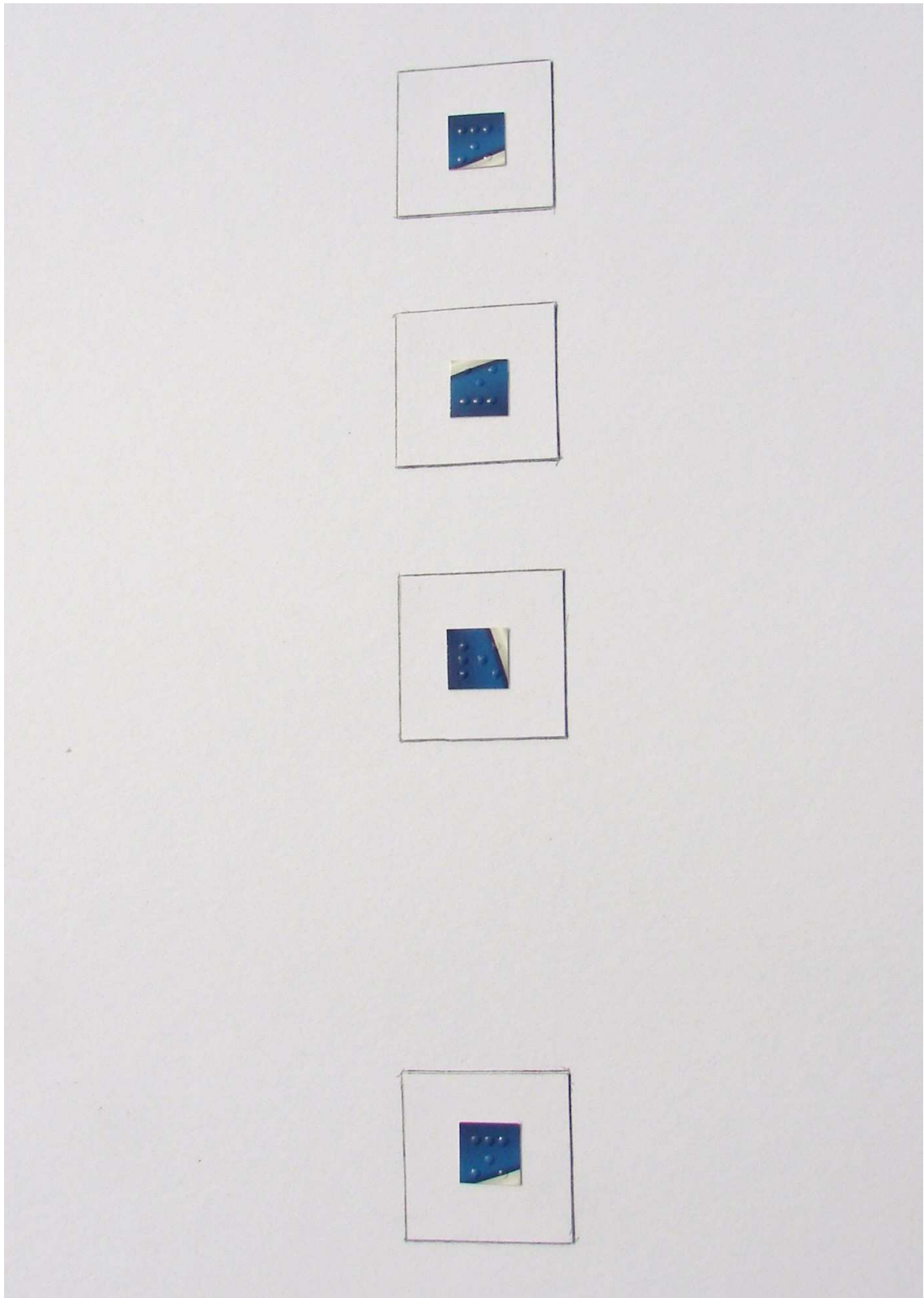
	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Určený rozměr na jehlanu v [mm]		
Odchylka Δl od šířky kvádrů¹ v [mm]		

1. odchylka: $\Delta l = |63 - x|$ mm, kde x je rozměr určený probandem

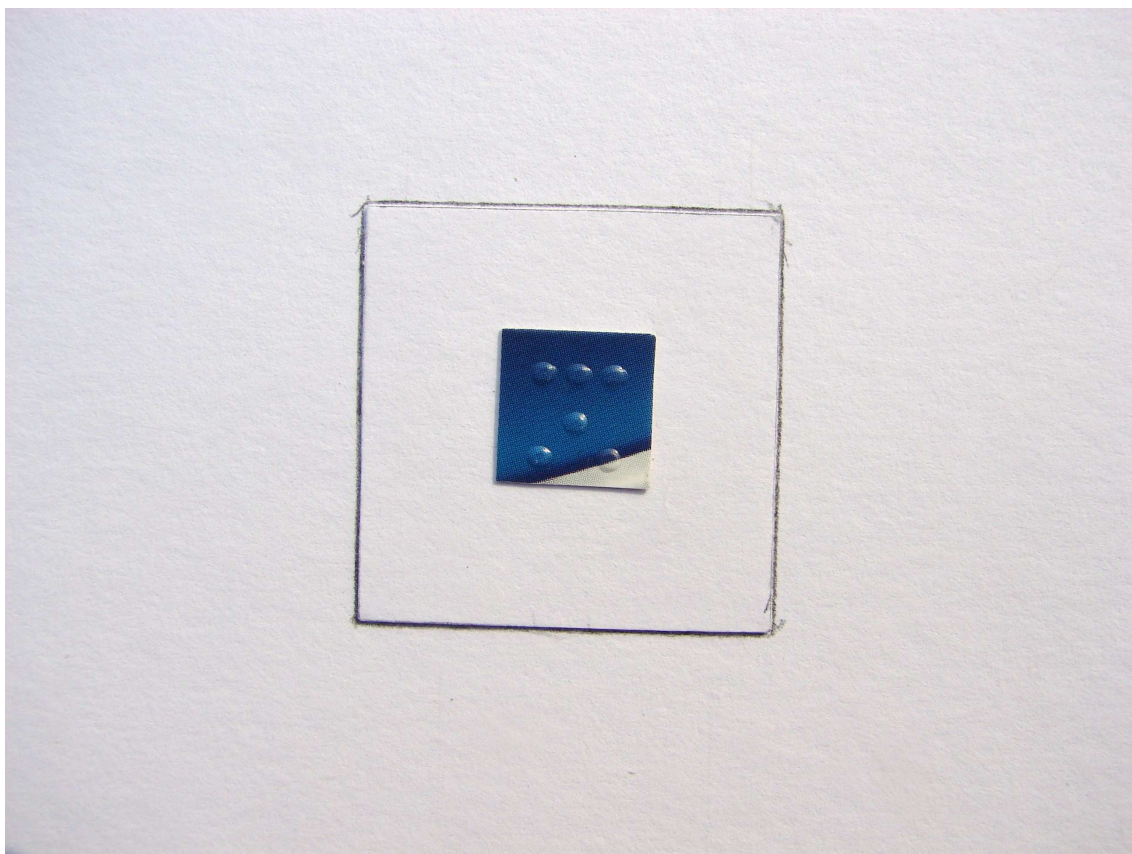
Příloha č. 11: Pomůcky pro test stereognozie 2



Fotografie č. 2: Čtvrťka s kartami pro vyšetření preferované horní končetiny



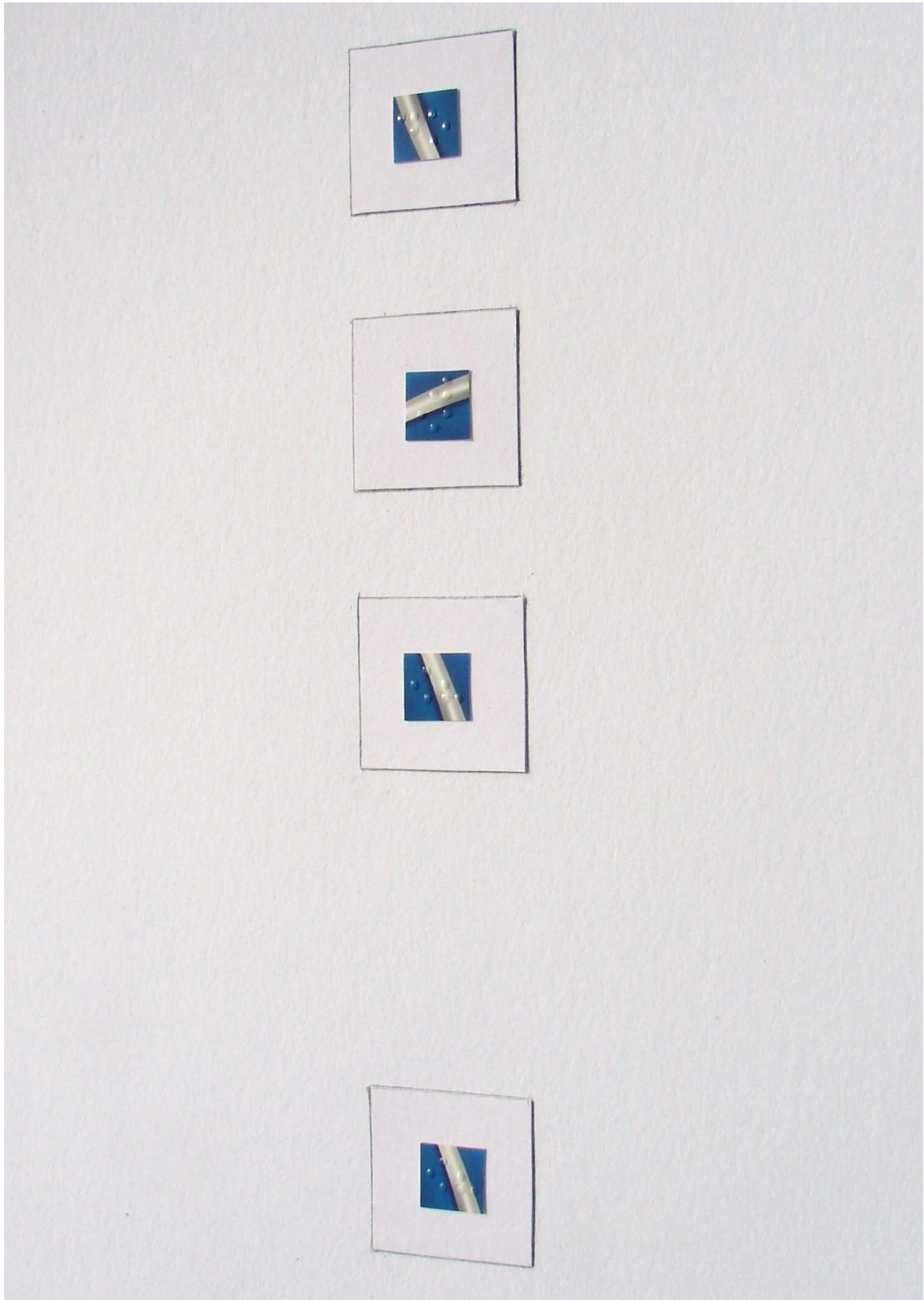
Fotografie č. 3: Detail karet pro vyšetření preferované horní končetiny



Fotografie č. 4: Detail karty pro vyšetření preferované horní končetiny



Fotografie č. 5: Čtvrťka s kartami pro vyšetření nepreferované horní končetiny



Fotografie č. 6: Detail karet pro vyšetření nepreferované horní končetiny



Fotografie č. 7: Detail karty pro vyšetření nepreferované horní končetiny

Příloha č. 12: Záznam hodnot naměřených v testu stereognozie 2

Tabulka č. 7: Tabulka pro záznam hodnot naměřených v testu stereognozie 2

	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Doba t v [s], za kterou byla karta určena		

Příloha č. 13: Záznam naměřených hodnot v testu palestezie

Tabulka č. 8: Tabulka pro záznam naměřených hodnot v testu palestezie

	Nepreferovaná HK		Preferovaná HK	
	PIP kloub II. prstu	Proc. styl. radii	PIP kloub II. prstu	Proc. styl. radii
Doba vnímání vibračí t v [s]				

Příloha č. 14: Preference horní končetiny jednotlivých probandů

Tabulka č. 9: Laterální kvocient jednotlivých probandů

	Hodnota laterálního kvocientu¹
Proband 1	90
Proband 2	100
Proband 3	100
Proband 4	95
Proband 5	95
Proband 6	95
Proband 7	100
Proband 8	70
Proband 9	90
Proband 10	30
Proband 11	100
Proband 12	85
Proband 13	100
Proband 14	95
Proband 15	95
Proband 16	5
Proband 17	100
Proband 18	90
Proband 19	35
Proband 20	85
Proband 21	100
Proband 22	80
Proband 23	100
Proband 24	75
Proband 25	85
Proband 26	90
Proband 27	100
Proband 28	65
Proband 29	100
Proband 30	100
Průměr	85
Medián	95
Směrodatná odchylka	23.305
Minimum	5
Maximum	100

1. Laterální kvocient LQ může nabývat hodnot $0 \leq LQ \leq 100$. Hodnoty $50 < LQ \leq 100$ vyjadřují preferenci pravé ruky, $0 \leq LQ < 50$ preferenci levé ruky, při $LQ = 50$ ambilateralitu s nevyhraněností.

Příloha č. 15: Tabulka hodnot naměřených při testu stereognozie 1

Tabulka č. 10: Hodnoty naměřené při testu stereognozie 1

	Velikost odchylky ¹ v [mm]	
	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Proband 1	2	1
Proband 2	1	4
Proband 3	0	1
Proband 4	1	3
Proband 5	3	7
Proband 6	5	2
Proband 7	0	4
Proband 8	4	9
Proband 9	2	6
Proband 10	1	8
Proband 11	9	11
Proband 12	4	2
Proband 13	5	3
Proband 14	4	3
Proband 15	5	8
Proband 16	11	8
Proband 17	2	1
Proband 18	3	6
Proband 19	1	2
Proband 20	7	5
Proband 21	9	10
Proband 22	4	2
Proband 23	3	1
Proband 24	2	2
Proband 25	0	5
Proband 26	8	7
Proband 27	8	9
Proband 28	3	2
Proband 29	7	3
Proband 30	7	3
Průměr	4.033	4.6
Medián	3.5	3.5
Směrodatná odchylka	3.023	3.024
Minimum	0	1
Maximum	11	11

1. absolutní hodnota odchylky určené šířky na jehlanu od skutečné šířky kvádrů v [mm]

Příloha č. 16: Tabulka hodnot naměřených při testu stereognozie 2

Tabulka č. 11: Hodnoty naměřené při testu stereognozie 2

	Doba ¹ v [s], za kterou byla karta určena	
	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Proband 1	73	47
Proband 2	62	132
Proband 3	81	38
Proband 4	23	34
Proband 5	26	63
Proband 6	13	29
Proband 7	29	71
Proband 8	21	230
Proband 9	117	160
Proband 10	30	28
Proband 11	86	97
Proband 12	62	34
Proband 13	54	66
Proband 14	12	33
Proband 15	87	111
Proband 16	84	66
Proband 17	61	45
Proband 18	43	109
Proband 19	49	30
Proband 20	51	43
Proband 21	72	56
Proband 22	23	38
Proband 23	41	64
Proband 24	74	105
Proband 25	18	34
Proband 26	32	53
Proband 27	12	19
Proband 28	105	38
Proband 29	60	42
Proband 30	64	37
Průměr	52.167	65.067
Medián	52.5	46
Směrodatná odchylka	28.719	46.351
Minimum	12	19
Maximum	117	230

1. doba potřebná k určení shodné orientace karty v [s]

Příloha č. 17: Tabulka hodnot naměřených při testu palestezie v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu

Tabulka č. 12: Hodnoty naměřené při testu palestezie v oblasti proximálního interfalangového kloubu II. prstu

	Doba vnímání vibrací v [s]	
	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Proband 1	25	22
Proband 2	19	19
Proband 3	23	25
Proband 4	19	21
Proband 5	20	24
Proband 6	20	22
Proband 7	23	19
Proband 8	23	22
Proband 9	22	17
Proband 10	16	24
Proband 11	19	22
Proband 12	25	16
Proband 13	24	24
Proband 14	21	25
Proband 15	23	20
Proband 16	23	20
Proband 17	20	19
Proband 18	24	22
Proband 19	18	20
Proband 20	25	23
Proband 21	24	15
Proband 22	19	17
Proband 23	20	17
Proband 24	21	15
Proband 25	24	20
Proband 26	19	22
Proband 27	23	17
Proband 28	19	19
Proband 29	24	20
Proband 30	23	18
Průměr	21.6	20.2
Medián	22.5	20
Směrodatná odchylka	2.444	2.882
Minimum	16	15
Maximum	25	25

Příloha č. 18: Tabulka hodnot naměřených při testu palestezie v oblasti processus styloideus radii

Tabulka č. 13: Hodnoty naměřené při testu palestezie v oblasti processus styloideus radii

	Doba vnímání vibrací v [s]	
	Nepreferovaná HK	Preferovaná HK
Proband 1	24	25
Proband 2	18	17
Proband 3	21	22
Proband 4	19	21
Proband 5	25	20
Proband 6	21	25
Proband 7	20	18
Proband 8	22	23
Proband 9	18	20
Proband 10	18	24
Proband 11	23	20
Proband 12	20	16
Proband 13	20	17
Proband 14	23	16
Proband 15	20	17
Proband 16	23	22
Proband 17	20	20
Proband 18	21	18
Proband 19	16	21
Proband 20	19	21
Proband 21	17	19
Proband 22	18	18
Proband 23	16	21
Proband 24	16	25
Proband 25	22	18
Proband 26	17	18
Proband 27	23	17
Proband 28	18	20
Proband 29	20	18
Proband 30	20	22
Průměr	19.933	19.967
Medián	20	20
Směrodatná odchylka	2.463	2.684
Minimum	16	16
Maximum	25	25