

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ
CENTRUM TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU

**ZMĚNY EMG SIGNÁLU PŘI VYPLŇOVÁNÍ DOTAZNÍKU
ŽIVOSTI POHYBOVÉ IMAGINACE**
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Michaela Stuchlová

Pedagogika pohybové prevence

Vedoucí práce: Mgr. Daniela Benešová, Ph.D.

Plzeň 2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni, červenec 2020

.....
vlastnoruční podpis

Děkuji Mgr. Daniele Benešové, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytnutí cenných rad a odborný dohled v průběhu tvorby práce. Dále děkuji za vstřícnost všem studentům, kteří se zúčastnili výzkumné části práce.

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINÁL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

Úvod	3
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA	5
1.1 ASPEKTY POHYBU.....	5
1.2 CÍLENÝ POHYB	6
1.3 PŘEDSTAVA POHYBU	6
1.4 ZAPOJENÉ NERVOVÉ STRUKTURY PŘI PROVEDENÍ ÚMYSLNÉHO POHYBU	7
1.5 ZRCADLOVÉ NEURONY	9
1.5.1 Definice neuroplasticity.....	11
1.5.2 Typy neuroplasticity	12
1.6 IMAGINACE	13
1.6.1 Funkční teorie imaginace.....	14
1.6.2 Typy imaginace	15
1.6.3 Principy imaginace.....	16
1.6.4 Imaginace a její vliv na aktivaci tělních systémů	17
1.6.5 Imaginace a její využití ve sportu	18
1.6.6 Imaginace a její využití v rehabilitaci	19
1.7 DOTAZNÍK ŽIVOSTI POHYBOVÉ IMAGINACE (VMIQ-2).....	20
1.7.1 Externí vizuální imaginace	21
1.7.2 Interní vizuální imaginace.....	21
1.7.3 Kinestetická imaginace	21
1.7.4 Dotazníky využívané ve sportu	21
1.8 ELEKTROMYOGRAFIE	22
1.8.1 Jehlová elektromyografie	22
1.8.2 Povrchová elektromyografie	23
1.8.3 Umístění elektrod	23
1.8.4 Elektromyografický signál a jeho zpracování	25
1.8.5 Faktory ovlivňující elektromyografický signál	25
2 METODOLOGICKÁ ČÁST	27
2.1 CÍL.....	27
2.2 ÚKOLY.....	27
2.3 VÝZKUMNÁ OTÁZKA.....	27
2.4 HYPOTÉZY	27
2.5 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU.....	28
2.6 REALIZACE TESTOVÁNÍ.....	28
2.7 METODIKA PRÁCE	28
2.8 TECHNICKÉ ZÁZEMÍ.....	31
2.9 STATISTICKÉ METODY	31
3 VÝSLEDKY	32
3.1 SPEARMANŮV KORELAČNÍ KOEFICIENT	33
3.2 ČETNOST SUBJEKTIVNÍHO HODNOCENÍ.....	35
3.3 VÝSLEDKY VZHLEDEM K HYPOTÉZÁM	39
3.3.1 Výsledky vzhledem k hypotéze H1	39
3.3.2 Výsledky vzhledem k hypotéze H2	40
3.3.3 Výsledky vzhledem k hypotéze H3	40
3.3.4 Další výsledky.....	41
4 DISKUZE	46

ZÁVĚR.....	52
RESUMÉ.....	54
SUMMARY.....	55
SEZNAM LITERATURY.....	56
SEZNAM ZKRATEK.....	63
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A PŘÍLOH.....	64
PŘÍLOHY.....	I

ÚVOD

Imaginace, neboli představivost je jednou ze základních schopností lidské mysli, schopná simulace pocitů nebo vjemů. Význam tohoto slova může obsahovat celou řadu slovních definic jako například představivost, obrazotvornost, vizualizaci či fantazii. V průběhu pohybové imaginace dochází k utváření představ v naší mysli, bez viditelného vykonání pohybu a za úmyslné inaktivace svalů.

Pohybová imaginace výrazně využívá v rehabilitaci, kde jsou její pozitivní účinky uplatňovány především u pacientů s cévní mozkovou příhodou nebo v terapii po míšních lézích. V posledních letech roste počet studií, které se zabývají využitím pohybu v představě, jak u zdravých jedinců (motorické učení), tak u pacientů v rámci rehabilitace pro zlepšení motorického výkonu. Již delší dobu má pohybová imaginace své uplatnění také ve sportu, kde atletům umožňuje představu významných aspektů před nebo po sportovním výkonu. Mnoho sportovních trenérů zahrnuje pohybovou imaginaci do běžného tréninku, jelikož napomáhá zvýšení výkonnosti sportovce a uvědomění si chyb předchozího výkonu.

Právě pohybová imaginace a její aplikace na vybrané skupině sportovců je předmětem této práce. Hlavním cílem je definovat reálnost pohybové imaginace u vybrané skupiny respondentů při vyplňování Dotazníku živosti pohybové imaginace, kdy současně dojde ke snímání elektromyografického signálu musculus tibialis anterior pomocí povrchové elektromyografie. Důvodem užití této metody jsou její výhody v podobě poměrně snadného a neinvazivního snímání elektrického signálu, přičemž elektromyografické vyšetření je jednou z nejvýznamnějších metod v lékařské diagnostice, umožňující snímání elektrického biosignálu z kosterního svalstva.

Při zkoumání bude pracováno s externí vizuální imaginací, interní vizuální imaginací a kinestetickou imaginací, přičemž ve všech těchto případech bude u respondentů snímán signál svalu uvedenou metodou lékařské diagnostiky. Dalšími dílčími cíli práce je načerpat teoretické a praktické znalosti o změnách elektromyografického signálu a Dotazníku živosti pohybové imaginace, a zjistit případné zajímavosti vzešlé při vyhodnocování získaných výsledků z dotazníkového šetření.

Práce bude členěna do kapitol, přičemž první pojednává o aspektech na lidský pohyb. Následující kapitoly seznamují s neurologickými pojmy spojovanými s představou pohybu, jako například neuroplasticita či zrcadlové neurony. Další kapitoly zahrnují podrobnější vysvětlení použitého dotazníku a imaginace. Metodologická část bude zaměřena na testování výzkumného souboru, který se bude skládat z 25 studentů Západočeské univerzity v Plzni, Centra tělesné výchovy a sportu. Následně získaný elektromyografický signál bude zpracován na data potřebná ke zpracování vhodnými statistickými metodami, které povedou k stanovení diskuze a závěru.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

1.1 ASPEKTY POHYBU

Lidský pohyb je základním projevem existence a je nezbytný pro každého jedince. Není pojmem pouze obecným, ale pojmem zahrnujícím také i tělocvičné aktivity a nově vznikající tělesná cvičení (Hodaň, 2000). Pastucha (2011) ve své knize uvádí, že pohyb společně s koordinací hraje zásadní roli ve vývoji člověka, je součástí každodenního života a mimo jiné zastává také důležitou roli ve sportu či tělovýchovném lékařství. Kolář et al. (2009, str. 38) pohyb ve své knize popisuje takto: „*Postura je základní podmínkou pohybu a nikoliv naopak.*“ Do pohybu je zahrnován kosterní systém, kosterní svalstvo a jejich součinnost, která je řízena somatickými složkami mozku a míchy. Každý pohyb má svoji anatomickou a funkční organizaci řízenou mozkem a míchou (Pastucha, 2011).

Aktivní pohyb je cíleně řízen podle fyzikálních zákonů a regulován nervovou soustavou, která zaznamenává podněty z vnějšího a vnitřního prostředí. Za jakým účelem bude pohyb proveden, je ovlivněno potřebami organismu pro udržení jeho integrity, ale také funkcemi psychickými. Typickým znakem pro člověka je rytmické střídání pohybových fází, jako je např. flexe a extenze (Véle, 2006).

V každodenním životě je vykonáváno nepřeberné množství pohybů, které se zdají být běžnými, rutinními a nijak zajímavými. Jsou brány jako automatická část našeho života, během níž si neuvědomujeme vědomou kontrolu. K tomu, abychom zaznamenali běžné každodenní pohyby, jako jsou například hygiena či stravování dochází až tehdy, dojde-li k narušení jejich pohybového stereotypu. Pokud vznikne porucha (úraz) na dominantní horní končetině a nemůžeme tedy pohyb vykonávat, přebírá funkci kontralaterální horní končetina, na které se pohyb učíme prakticky od začátku (Kračmar et al., 2016).

Ve sportu je pohybová aktivita spojována s kladnými prožitky, proto je pohyb při léčbě využíván nejen motoricky, ale také u mentálně postižených. Sport je velmi často užíván jako léčebný i preventivný nástroj pro zdravotnické a psychologické účely (Véle, 2006).

1.2 CÍLENÝ POHYB

Cílená motorika, tedy pohybová komponenta, se projevuje cílenými pohyby. Ty jsou dále děleny na pohyby volní a mimovolní, které jsou spolu při každé činnosti neoddělitelně spojeny. Podpurná a cílená motorika je zajišťována nervovými strukturami hierarchicky organizovanými od páteřní míchy až po kůru mozkovou. Tyto struktury jsou hierarchicky uspořádány na základě dlouhodobého fylogenetického vývoje (Kralíček, 2011).

Pohyb je řízený centrální nervovou soustavou (CNS). Přesně cílený pohyb vzniká působením mechanických sil a odporů, řídicí částí se na něm podílí právě CNS. Ta reguluje a ovládá mechanickou sílu vzniklou ve svalech a tím umožňuje dosažení stanoveného cíle. Řízení pohybu je popisováno jako uspořádaná aktivita nervové soustavy k docílení zamýšleného cíle (Véle, 2006).

Véle (2006) ve své knize uvádí, že pohyb je řízen v obou směrech, což znamená, že výměna informací probíhá mezi řídicími orgány CNS a výkonným pohybovým aparátem. Zpětnou informaci o pohybu zajišťují proprioceptory, které jsou umístěny ve svalech, šlachách, kloubech a vestibulárním aparátu. Dalšími receptory jsou kožní, zrakové či sluchové (Véle, 2006).

Švestková et al. (2017) rozděluje nervový systém na somatickou a autonomní složku. Somatická složka dostává informace získané ze senzitivních vláken míšních nervů, hlavových nervů a přijímá informace z kůže a pohybového aparátu. Motorickými vlákny míšních a hlavových nervů dochází k řízení příčně pruhované svaloviny. Druhá, autonomní složka vede činnost vnitřních orgánů. Kosterní svalstvo je řízeno centrálním mechanismem, který je uložen v míše, mozkovém kmeni a hemisférách. Volní mechanismy jsou řízeny především z bazálních ganglií a mozkové kůry (Švestková et al., 2017).

1.3 PŘEDSTAVA POHYBU

Představivost pohybu je možné definovat jako kognitivní proces, v průběhu kterého jsou motorická jednání mentálně nacvičována a to bez pohybů těla. Mnoho studií dokazuje, že oblast mozku začleněná do aktuálního výkonu pohybů jsou z velké části aktivní v průběhu představy pohybu (Mulder et al., 2005). Fadiga et al. (1999) dokázali, že

kortikální dráždivost ovlivnila představa pohybu, a že tento vliv je korelující se svaly zapojenými do představy pohybu. Výsledky studie ukázaly, že vzorec podráždění během představy pohybu dynamicky imituje to, k čemuž dochází v průběhu provádění pohybu.

Pelphrey et al. (2003) uvádějí, že kdo prokázal biologický pohyb, aktivoval superior temporal sulcus významně více, než při prokázání pohybu nebiologického. Driskell, Copper, & Moran (1994) publikovali, že se při představě konkrétního pohybu aktivovaly stejné svaly jako při provádění pohybu. Do jaké míry vede, představa pohybu k aktivaci periferního svalstva zatím není jasné, jelikož mnoho autorů zatím nebylo schopno tuto aktivaci prokázat (Mulder et al., 2005).

Představa pohybu je kognitivní úkol, do kterého se do jisté míry zapojuje parietální kortikální oblast, bazální ganglia, cerebellum, premotorická a doplňková motorická oblast (Hanawaka et al., 2002).

1.4 ZAPOJENÉ NERVOVÉ STRUKTURY PŘI PROVEDENÍ ÚMYSLNÉHO POHYBU

Centrální motorický systém je uspořádán od předního mozku nahoře až po míchu dole. Podle úrovně bychom rozdělili hierarchii řízení motoriky na vysokou, střední a nízkou. Nejvyšší jsou asociační oblasti neokortexu a bazálních ganglií, přičemž jejich cílem je strategie pohybu a nejlepší dosah cíle. Přesný a hladký strategický cíl je zajištěn střední úrovní, tedy motorickou kůrou a mozkem a tato část mozku se zabývá taktikou. Nejnižší úroveň představuje mozkový kmen a mícha, u které aktivuje motorické neurony a interneurony, zajišťuje držení těla a cílený pohyb (Bear, Connors, & Paradiso, 2007).

Aby mohl být pohyb proveden, musí být nejprve naplánován. Tato akce začíná v asociačních oblastech, ve kterých dochází ke vzniku myšlenky na samotný pohyb. Informaci o tom, v jaké poloze se tělo nachází, přichází ze senzitivní a sensorické oblasti. Motivaci k vykonání pohybu získáme díky limbickému systému a mozeček naše tělo informuje o tom, jak je možné pohyb vykonat vzhledem k tomu, v jaké poloze se tělo nachází. Na naplánování pohybu se také podílejí motorické oblasti, které dají vzniknout návrhu na pohyb a odešlou jej do bazálních ganglií (Hudák & Kachlík et al., 2013).

Bazální ganglia se společně s cerebrálním mozečkem a mozkovou kůrou účastní na přípravě a programování cílených úmyslných pohybů (Králíček, 2011). Mezi hlavní funkce bazálních ganglií pro vytvoření pohybu se zařadí především přijetí informací a vybrání

vhodného pohybového vzorce. Mozeček poté poskytne informace o získaných podnětech a společně se podílejí na výběru motorického vzorce. Posléze je ideální motorický vzorec odeslán do primární motorické oblasti (Hudák & Kachlík et al., 2013).

Vybídnutí k pohybu je uskutečněno pomocí pyramidové dráhy, přičemž velmi důležitý je tímig, tedy správné načasování pohybu (Hudák & Kachlík et al., 2013). Kortikospinální trakt, nazývaný také pyramidový, obsahuje axony centrálních motorických neuronů, jejichž buněčné tělo leží v motorické kůře. Tato cesta vede od kůry, mezi thalamus a bazální jádra, skrz interna kapsula. V mozkovém kmeni se pyramidová dráha kříží převážně v obloucích meduly, takže periferní motorický neuron je řízen kontralaterální centrálním motorickým neuronem (Kuks & Snoek, 2007).

Samotné provedení pohybu je uskutečněno několika složkami. Míšní motoneurony a motorická jádra hlavových nervů přeposílají informace do příčně pruhovaných svalů, přičemž o změnách ve svalech podávají zpětnou vazbu CNS svalová a šlachová vřeténka. Mozeček je informován o současných obměnách polohy a pohybu těla proprioceptory, rovnovážným ústrojím a zrakovou dráhou. Aby mohl být upravován směr a kvalita prováděného pohybu, ale také poloha těla a napětí svalů, předává mozeček informace do primární motorické oblasti a podkorových struktur (Hudák & Kachlík et al., 2013).

Dále probíhá kontrola pohybu, kterou Hudák & Kachlík et al. (2013, str. 457) popisují následovně: „*mozeček během celého pohybu neustále kontroluje jeho směr, rychlost, přesnost a ukončení*“. Objevily se také studie zpochybňující názor na to, že se bazální ganglie a mozeček zapojují do kontroly pohybu, jelikož byly objeveny nové souvislosti mezi bazálními ganglii a mozečkovými vztahy s mozkovou kůrou. Middleton & Strick (1999) se zabývali některými novými anatomickými, fyziologickými a behaviorálními nálezy, které přispěly k přehodnocení funkce týkající se bazálních ganglií a cerebelárních smyček s mozkovou kůrou. V závěru své zprávy uvádějí, že mnohočetné kortikální oblasti jsou středem bazálních ganglií a cerebelárního výstupu, včetně nejen primární motorické kůry, ale i dalších oblastí. Zároveň také uvádějí, že jsou zapotřebí další studie o rozsahu mozkové kůry, která je ovlivněna bazálními ganglii a mozečkovými výkony (Middleton & Strick, 1999). Na síť bazálních ganglií může být pohlíženo jako na vícenásobné paralelní smyčky a znovu vstupující obvody, přičemž motorická, asociativní a limbická oblast se zabývá hlavně kontrolou pohybu, chování a emocí (Lanciego, Luquin, & Obeso, 2012).

Nakonec signály laterální dráhy zapojují motorické neurony a interneurony spinální míchy, které způsobují stahy svalů (Bear, Connors, & Paradiso, 2007).

Větévka neuritu, které vychází z alfa-motoneuronu, dobíhá a končí až na nervosvalové ploténce, přičemž jednotlivá svalová vlákna mají svoji jednu jedinou motorickou ploténku. Motorická jednotka je tvořena motoneuronem a svalovými vlákny, které tento neuron inervuje. Obsahuje pouze jeden typ svalových vláken a tvoří nejmenší část hybného systému (Švestková et al., 2017). Motorické jednotky mohou mít rozdílný počet svalových vláken, od desítek až po stovky (Véle, 2006).

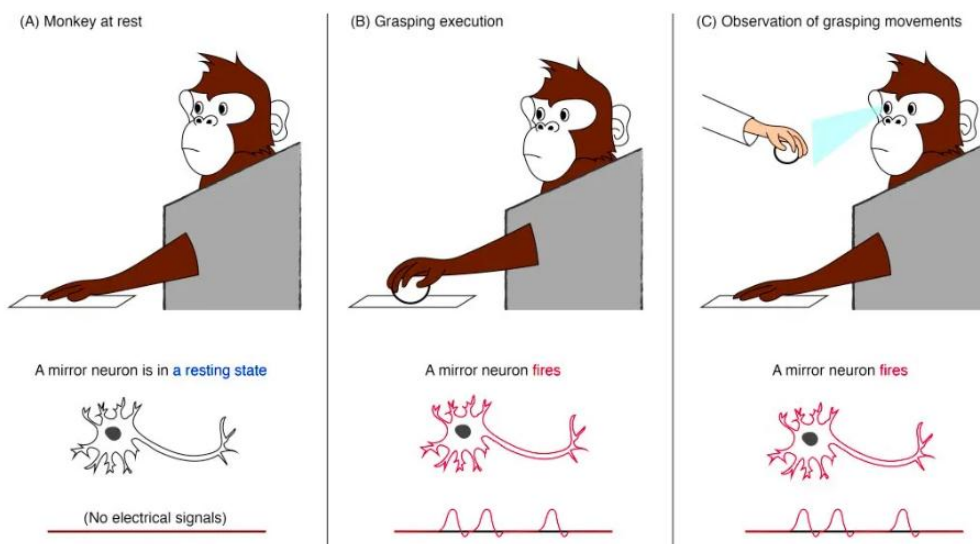
1.5 ZRCADLOVÉ NEURONY

Zrcadlové neurony se řadí mezi jedny z nejdůležitějších objevů neurovědy za poslední desetiletí a ve své podstatě naznačují sociální interakci člověka. Jsou třídou neuronů, které modulují svou aktivitu, když jedinec provádí určité motorické chování, a když pozoruje stejné nebo podobné chování prováděné jiným jedincem. Od jejich objevu bylo mnoho spekulací o jejich možno funkční roli se zvláštním zaměřením na jejich navrhovanou roli v sociálním poznání. Objev zrcadlových neuronů vedl k novému způsobu přemýšlení o tom, jak vytváříme vlastní činnosti, a jak sledujeme a interpretujeme jednání druhých. Z funkčního hlediska provádění a pozorování úzce souvisí se schopností interpretovat jednání druhých a vyžaduje zapojení našeho vlastního motorického systému (Kilner & Lemon, 2013).

Zrcadlové neurony reagují na činy, které pozorujeme u ostatních lidí, a tím dochází k napodobování a dalším myšlenkovým procesům. Vady zrcadlových neuronů se projevují poruchami, jako je například autismus. Mozková aktivita shodná se zrcadlovými neurony byla nalezena v premotorickém kortexu, v suplementární motorické aree, v primárním senzomotorickém kortexu a ve spodní parietální kůře. Člověk dokáže předvídat chování druhých lidí aktivací mentálních procesů, které pokud budou přeneseny do akce, vytvoří podobné jednání, což zahrnuje úmyslné chování i vyjádření emocí. K aktivaci zrcadlových neuronů dochází jak v průběhu chování, tak při jejich sledování. Tato funkce zrcadlových neuronů vysvětluje, jakým způsobem dochází k rozpoznávání a chápání stavu druhých lidí (Acharya & Shukla, 2012).

V roce 1992 tým neurovědčů vedený Giacomem Rizzolattim vložil malé elektrody do mozku opic makaků v naději, že dojde k lepšímu pochopení, jak mozek organizuje jemnou souhru svalů zapojených do pohybu rukou. Velký průzkum zrcadlových neuronů proběhl pomocí invazivní a zobrazovací techniky u opic. Závěry studií ukazují parieto-frontální zrcadlový okruh s množstvím zrcadlových neuronů ve ventrální premotorické oblasti primárního motorického kortexu a dále také v doplňkových vizuálních oblastech parietálního laloku. Zrcadlové neurony jsou fascinujícím jevem, který ukazuje cestu pro vysvětlení široké škály kognitivních funkcí (Linkovski, Katzin & Salti, 2016; Taylor, 2016).

Pomocí zobrazování magnetickou rezonancí několik studií zkoumalo různé oblasti mozku a našly pouze řídké důkazy o tom, že strukturální rozdíly v regionech zrcadlových neuronů by mohly být zapojeny do autismu. Spíše se zdá, že strukturální rozdíly mezi autistickými a neautistickými jedinci a rozdíly v zrcadlových neuronových oblastech neukazují reprodukovatelné vzorce mezi subjekty. Navíc se zdá, že tyto zrcadlové neuronové oblasti vykazují podobnou aktivitu u autistických a neautistických jedinců, když sledují nebo provádějí různé akce, což naznačuje, že neurální základ autismu pravděpodobně leží jinde (Taylor, 2016).



Obrázek 1: Reakce zrcadlového neuronu na uchopení míčku (Taylor, 2016)

Existuje důkaz, že zrcadlové neurony jsou přítomny v celém motorickém systému, včetně ventrálních a dorzálních premotorických kortexů, primárního motorického kortexu, a také jsou přítomny v různých oblastech mozkové kůry (Kilner & Lemon, 2013).

1.5.1 DEFINICE NEUROPLASTICITY

Neuroplasticita je schopnost nervového systému přetvářet se v závislosti na vnitřních či vnějších podmínkách, nebo v závislosti na zkušenostech a opakujících se podnětech. Představuje potenciál dynamické proměny, a proto můžeme v tomto smyslu celý nervový systém za plastický považovat (Kolář et al., 2009). Při poškození CNS se uplatňuje na základě vzniku nové funkce pomocí přicházejících vjemů, nebo obnovením ztracených funkcí (Ambler, 2011).

Neuroplasticita, plasticita mozku a nervová plasticita jsou pozoruhodné schopnosti mozku měnit se a přizpůsobovat. Základním principem neuroplasticity je plasticita synaptických spojení, která jsou neustále odstraňována nebo obnovována, přičemž rovnováha těchto opačných procesů je do značné míry závislá na aktivitě neuronů a zahrnuje fyziologické změny v mozku, které jsou výsledkem interakce organismu s prostředím (Gulyaeva, 2016).

Lidský mozek obsahuje asi 86 miliard neuronů uspořádaných do určitých mozkových oblastí a jader. Specifická synaptická komunikace mezi neurony tvoří základ pro adaptivní chování, učení, paměť a poškozuje je neurologické a neuropsychiatrické poruchy neuronů (Gulyaeva, 2016).

Vahdat et al. (2015) udávají, že při získávání nových motorických dovedností dochází v mozku ke vzniku nových synaptických spojení, a že učení se novým motorickým dovednostem vyvolává funkční plasticitu v distribuované síti oblastí mozku. Ve své studii uvádějí, že mícha představuje nejen aktivní funkční komponentu motorického učení, ale také výrazně přispívá z mozku k procesu učení. Současná zjištění otevírají nové možnosti rehabilitace pacientů s poraněním míchy, protože ukazují, že tato část centrálního nervového systému je mnohem plastičtější, než se předpokládalo dříve (Vahdat et al., 2015).

Neuroplasticita vzniká již v raných stádiích vývoje člověka a zodpovídá za schopnost učení a paměti. Významným způsobem se podílí na stavech po poškození mozku, protože se uplatňuje při reparaci mozkové tkáně, jelikož funkci poškozených neuronů přebírají zdravé plasticky přizpůsobené neurony (Orel & Procházka et al., 2017).

1.5.2 TYPY NEUROPLASTICITY

Neuroplasticita je rozdělována do několika základních typů, mezi které se řadí evoluční neuroplasticita, reaktivní neuroplasticita, adaptační neuroplasticita a reparační neuroplasticita (Kulišťák, 2011).

Evoluční neuroplasticita je charakterizována změnou nervové tkáně v průběhu ontogenetického vývoje (Kulišťák, 2011). Již několik dnů po početí se odehrávají dynamické změny v nervovém systému, což je dáno vysokou plasticitou nezralé nervové tkáně. Indukované a geneticky programované změny jsou z počátku změnami strukturálními a následně také funkčními od neuronů či synapsí, až po vyšší systémové úrovni. Na počátku života má naše nervová soustava až dvojnásobné množství nerovných buněk, ale po vyladění určité části mozku nadbytečné neurony vymizí, buď programovanou buněčnou smrtí nebo apoptózou (Kolář et al., 2009). Evoluční neuroplasticita je vedena genetickými programy zároveň s faktory prostředí, takže hned po narození připadá přibližně 2500 synapsí na jeden kortikální neuron. V průběhu života dochází k odstraňování nepoužívaných synapsí synaptickým okleštěním, které se velmi výrazně projevuje na konci raného dětství (Kučera, 2013).

Reaktivní neuroplasticita je popisována jako změna způsobená krátkodobou stimulací, přičemž nervová tkáň působí na změnu prostředí okamžitou reakcí, příkladem je reakce na bolest či hlad (Kučera, 2013).

Adaptační neuroplasticita vzniká dlouhodobou či stálou stimulací, nebo také dlouhodobým či opakujícím se vlivem (Kučera, 2013; Kulišťák, 2011).

Reparační neuroplasticita představuje schopnost nervové tkáně obnovit svoji funkci, proto probíhá při strukturální a funkční obnově poškozené nervové tkáně (Kučera, 2013; Kulišťák, 2011). V praxi je využíváno poznatku, že cílené stimuly zapříčiňují změny v neurálních strukturách, a tím dochází k upravení, nebo obnově funkce poškozených mozkových oblastí. Reparační děje jsou strukturálně podloženy změnou účinnosti nebo počtem synapsí, přetvářením a tvorbou nových dendritů nebo axonů, což je doprovázeno přetvořením neuronálních okruhů (Kolář et al., 2009).

1.6 IMAGINACE

Pojem imaginace můžeme vysvětlit jako souhrnný proces uskupení představ do určitých struktur a dále také jejich fungování. Lze jej vysvětlit jako psychický proces sloužící k vytvoření představy (obrazu) v mysli (Kavková & Vičar, 2014).

Imaginace se velmi často řadí mezi základ psychologie sportu, jelikož využívá jednoho nebo více smyslů k vytvoření nebo obnově sportovních dovedností, či k navození sportovní situace (White & Hardy, 1998). U sportovců je imaginace velmi oblíbená, protože umožňuje zlepšení výkonu, učení a soběstačnost. Především proto je imaginace využívána trenéry a sportovci na všech úrovních, jelikož má jak kognitivní, tak motivační funkci, účelnou na konkrétní nebo obecné rovině. Kognitivní obecná funkce obsahuje imaginaci strategie nebo také nějaké rutiny, zatímco kognitivní specifická funkce zahrnuje zobrazení konkrétní sportovní dovednosti. Motivační obecná funkce zahrnuje fyziologickou úroveň vzrušení a emoce. Motivační specifická funkce imaginace se skládá z představy jednotlivých cílů (Gregg, Hall et al., 2011).

Proces imaginace obsahuje představování si jednotlivých informací, které má jedinec uložené v paměti z dříve prožitých situací a zkušeností, pomocí kterých dojde k utvoření představy. Pokud je sportovec natolik zkušený a dokáže využívat imaginaci, ve které dojde ke korelaci se smysly, hovoříme o polysenzorické zkušenosti (Kavková & Vičar, 2014).

Malcolm (2008) ve své knize uvádí, že imaginace je vytváření zážitku pomocí představivosti. I když se někdy hovoří o vizualizaci nebo mentální zkoušce, imaginace zahrnuje všechny smysly (vizuální, sluchové, kinestetické nebo hmatové), ale také vyvolává nálady či emoce a je možné ji využít i ke zlepšení koncentrace a sebekontroly (Malcolm, 2008).

Morris, Spittle, & Watt (2005) imaginaci popisují tak, že každý člověk je schopen vytvářet a vyvolávat si zážitky, a proto je představa popisována jako duševní tvorba nebo opětovné vytvoření smyslových zážitků. Ty umožňují osobě, která je zobrazuje, aby byla simulována se skutečnou událostí. Každý ve své mysli neustále prožívá minulé zážitky, či si představuje nějaká přání. Při imaginaci je možné zažít stejné emoce jako ty, které již byly při skutečné události prožívány, proto může docházet k fyziologickým změnám (srdeční

frekvence, dýchání) a ke změně svalového napětí. Vyvoláním imaginární události tedy může dojít k emocionální i fyziologické reakci, jako by tomu bylo v reálném životě (Morris, Spittle, & Watt, 2005).

Motorickou imaginaci lze definovat jako proces mentálního zkoušení motorického jednání bez zjevného pohybu těla (Jeannerod, 1995). Motorická imaginace v podstatě zahrnuje zážitek z pohybu části těla a jednání, jinak řečeno motorická imaginace je ovlivňována interně pomocí motorických reprezentací paměti (Decety, 1996).

1.6.1 FUNKČNÍ TEORIE IMAGINACE

Bylo navrženo několik teorií, ale žádná z nich není dostatečně srozumitelná k tomu, aby dostatečně objasnila vztah imaginace a výkon. Zdá se, že vysvětlení mechanismu imaginace závisí na několika proměnných popisovaných v odstavcích dále (Sheikh & Korn, 1994).

Psychonervosvalová teorie je jedním z častějších vysvětlení. Tvrdí, že v průběhu imaginace mozek vysílá nízké úrovně impulsů přes nervy do svalů, které jsou aktivovány v představě. Tyto impulsy se podobají těm, které jsou vysílány během viditelné aktivity, ale jelikož jsou malé, jsou skoro nezjistitelné. Nervové impulsy na nízké úrovni pomáhají představit mentální plán toho, co je nutné k provedení činnosti. Základy teorii položil Carpenter (in Sheikh a Korn, 1994), tzv. ideomotorickým principem imaginace, jelikož předpokládal, že se nervové impulsy na nízké úrovni vytvářejí během představovaného pohybu. Jeho tvrzení dokázal podpořit Jacobson, který sledoval aktivitu vložení elektrod do cílových svalů (Sheikh & Korn, 1994).

Teorie symbolického učení navrhl Sacket (in Sheikh & Korn, 1994), který dokázal zlepšení výkonu mentálním nácvikem. Symbolická teorie učení prezentuje další vysvětlení, jak imaginace zlepšuje výkon. Uvádí, že pohybové vzorce jsou v našem CNS symbolicky kódovány, jelikož imaginace usnadňuje kódování pohybů do symbolů, a to usnadňuje jejich provádění. Dovednosti kognitivnější povahy jsou podle teorie symbolického učení lehčeji kódovány než čistě motorické dovednosti (Sheikh & Korn, 1994).

Bioinformační teorie je nejnovější teorií říkající, že obraz je složen ze specifické sady struktur uložených v mozku, spočívající ve stimulovaných návrzích složených ze dvou typů údajů: stimulující a reakční. Stimulující údaje jsou znaky z obrazu, který by měl být

představován a reakční údaje vystihují produkci fyzické aktivity testovaného při představě (Sheikh & Korn, 1994).

Ahsenův **Model trojího kódování (ISM)** specifikuje tři základní části imaginace. První částí je samotná Image (**I**), druhá část zahrnuje somatickou (**S**) reakci na obraz a občas trochu opomíjená třetí část obsahuje význam (meaning **M**) obrázku. Podle Ahsena by měly obrazy, které si představujeme, dávat smysl a význam. Současně tvrdil, že každý jedinec přenáší do své představy vše, co doposud prožil (Weinberg & Gould, 2015).

1.6.2 TYPY IMAGINACE

Imaginaci dělíme na **kognitivní /motivační** nebo na **interní/externí** (Kavková & Vičar, 2014).

Paivio navrhl jednoduchý rámec, podle kterého je možné rozdělit imaginaci dle ovlivnění fyzické aktivity. Předpokládal, že **kognitivní imaginace** obsahuje nácvik dovedností a herních strategií, naopak u **motivační**, že ve specifické úrovni zahrnuje interpretaci cílů a aktivity potřebné pro její dosažení. Motivační obecná úroveň je spjata s obecným fyziologickým nabuzením a afektem (Paivio 1969; in Singer et al., 2001). Simonsmeier & Buecker (2016) ve své studii posuzovali imaginační schopnosti, které se týkaly kognitivní a motivační imaginace. Výkonnost gymnastů byla spojena hlavně s využitím kognitivního specifického obsahu, který přímo řeší úspěšné provedení pohybu a obecná motivační imaginace, která může pomoci zvládnout náročnou situaci, jako je např. soutěž.

Sportovci si představují, že sledují, jak úkol vykonávají a jsou tedy externími pozorovateli (Shaw, Goreli, & Corban, 2005). **Interní imaginací** rozumíme zrakovou představu sebe sama v první osobě, tedy co vidíme v našem zorném poli. **Externí imaginace** je interpretována z pozice vnějšího pozorovatele, jako kdybychom se dívali na záznam. Jedná se tedy o představu sebe sama ve třetí osobě (Hardy & Callow, 1999; in Kavková & Vičar, 2014). Mahoney & Avenier (1977) byli první, kdo roztřídili imaginaci do interní a externí klasifikace. Definovali perspektivu externích imaginace jako pohled třetí osoby, kde účastník zaujme pozici pozorovatele. Naopak interní zobrazení imaginace bylo definováno jako vyžadující zkušenosti skutečného života, ve kterých si účastník vybavuje,

že je uvnitř svého těla a zažívá pocity, se kterými se může ve skutečné situaci setkat (Mahoney & Avenier, 1977; in Slimani et al., 2016).

Hardy a jeho kolegové tvrdili, že rozdíly v úkolech mohou ovlivnit použití každé perspektivy. Navrhovali, aby externí imaginace měla nadřazený účinek na získávání a představě dovedností, které do značné míry závisí na formě pro úspěšné provedení. Zatímco u vnitřní perspektivy se předpokládá, že bude lepší pro získávání a plnění úkolů, které silně závisí na vnímání a očekávání pro úspěšné provedení (Hardy & Callow, 1999; in Weinberg & Gould, 2015). Slimani et al. (2016) ve své studii popisují pozitivní účinky interních imaginace na výkon síly ve srovnání s externí imaginací.

1.6.3 PRINCIPY IMAGINACE

V následující kapitole jsou přiblíženy vybrané základní principy, které ve své publikaci uvedla Kavková & Vičar (2014).

Živost představ obsahuje vše, co by měla imaginace zahrnovat. Bioinformační teorie nebo teorie zpracování informací shrnují, že imaginace je složena ze dvou hlavních tvrzení: návrh stimulu, který popisuje scénář a návrhy reakce, které popisují, jak sportovec na tento podnět zareaguje. Další teorií, kterou by chtěla autorka zmínit, je teorie trojího kódování obsahuje tři klíčové složky imaginace. První představa zahrnuje interní reprezentaci vnějšího světa, druhá představa ukazuje somatickou odpověď, která pramení z imaginace, a třetí složkou je význam. Třetí složka naznačuje, že dva lidé nemohou mít stejné zkušenosti s imaginací (Malcolm 2008).

Kontrola představ je schopnost kontroly imaginace, schopnost zacházení s našimi představami a jejich řízení (Kavková & Vičar, 2014).

Reálnost představ znamená, představování si pouze takové reality, které je možné dosáhnout a zvládnout za pomoci vlastních sil. (Kavková & Vičar, 2014). Hra by měla být imaginována za reálných podmínek, jinými slovy, představou snímků, které jsou pro hru běžné. To znamená, že pokud soutěž probíhá obvykle v náročných podmínkách, imaginace by se měla rovnat stejné situaci. Sportovci by si měli vybírat tréninkové a konkurenční situace, které jsou vhodné pro jejich úroveň sportovního rozvoje. Například pokud je fotbalista na střední škole, neměl by si představovat hru ve Světovém poháru proti nejlepším fotbalistům světa (Taylor, 2012).

Pravidelné opakování imaginace je stejně potřebné jako pravidelné fyzické cvičení. Mentální zkouška je pro sportovce dovedností, ve které se mohou pravidelnou každodenní imaginací zlepšovat (Kavková & Vičar, 2014). Taylor (2012) udává, že imaginace by měla být prováděna třikrát až čtyřikrát týdně, aby nedošlo stejně jako u fyzického tréninku k přetažení, přičemž by každá relace imaginace neměla přesahovat 10 minut.

Představa interní/externí imaginace je většinou vybrána dle volby sportovce (Kavková & Vičar, 2014). Externí imaginace vytváří představy, jako by se dívali sami na sebe v televizi, ale při interní imaginaci si sportovci vybavují pohled, jako by se dívali skrze vlastní oči (Tod, Thatcher, & Rahman, 2010).

Pozitivní představa je velmi potřebná k úspěchu toho, čeho chceme dosáhnout. Představa slabého výkonu u sportovce odráží jeho snížené sebevědomí a nedostatek sil (Kavková & Vičar, 2014; Taylor, 2012).

Simonsmeier & Buecker (2016) uvádějí, že výkonnost gymnastů byla spojena především s využitím specifické kognitivní imaginace, která se zabývá úspěšným provedením pohybu.

1.6.4 IMAGINACE A JEJÍ VLIV NA AKTIVACI TĚLNÍCH SYSTÉMŮ

Mulder, Vries, & Zijlstra (2005) ve své studii uvádějí, že k porovnání klidového stavu a představy pohybu dochází při představě k znatelnějším odpovědím na periférii. Výsledky studie naznačují, že imaginace nesouvisí s periferní aktivitou, a to s výjimkou dýchání, což je v rozporu neuromuskulární teorií, která očekává minimální periferní aktivaci.

Fadiga et al. (1999) prokázali, že imaginace ovlivňuje kortikospinální excitabilitu, a že tento vliv je specificky spojen se svaly zapojenými do imaginace (Fariga et al. 1999; in Mulder, Vries, & Zijlstra, 2005). Pokud je motorická kůra aktivní v průběhu imaginace, měla by tato aktivace ovlivňovat motoneuron a část vegetativního systému. Rozpor mezi mírou vegetativní aktivity a změnou spotřeby kyslíku ukazuje, že pokud zvýšená spotřeba kyslíku koresponduje výhradně s periferními metabolickými nároky v důsledku svalové kontrakce, měl by se zvýšit příjem kyslíku, stejně jako u reálné fyzické námahy (Mulder, Vries, & Zijlstra, 2005; Decety, Germain, & Pastene, 1991).

Driskell, Cooper, & Moran (1994) dokázali, že v průběhu imaginace dochází k aktivaci stejných svalů, jako při patrném provedeném pohybu.

Měření srdeční a respirační aktivity v průběhu mentální simulace lokomoce při rostoucí rychlosti ukázali kovariaci srdeční frekvence a plicní ventilace s mírou představeného úsilí. Při představování chůze bylo prokázáno přímo úměrné zvyšování srdeční frekvence i plicní ventilace, přičemž vegetativní změny zahrnující právě srdeční a dechovou frekvenci byly často odhaleny při mentální imaginaci s emočními faktory. Vysvětlením by mohlo být kognitivní nebo citové vzrušení, které zahrnuje zvýšení svalového tonu a tím i vyvolání zvýšení metabolických požadavků (Decety, Germain, & Pastene, 1991).

1.6.5 IMAGINACE A JEJÍ VYUŽITÍ VE SPORTU

Již delší dobu imaginaci ve sportu využívá většina elitních sportovců a sportovních trenérů při práci s atlety. Imaginace je alternativním přístupem i v případě, pokud fyzická aktivita není možná. Například pokud sportovec cestuje a nemá možnost pohybu, může mu imaginace poskytnout způsob, jak cvičit. Poskytuje sportovci také možnost uvědomění si předchozích chyb pohybu a jejich opravu. Imaginace nás však může přimět i k úzkosti, což může ovlivnit naše sebevědomí v průběhu hry, nebo nás motivovat a přesvědčit k dalšímu úsilí (Morris, Spittle, & Watt, 2005).

Imaginace je využívána také jako nástroj plánování buďto individuálně, skupinově nebo přímo trenérem. Plánování je využíváno především v herní dovednosti, při které si hráč představuje např. různé strategie, které bude moci v průběhu hry využít. Po vytvoření plánu si sportovci nové strategie nacvičují, aby je mohli využít při hře a zvyšovat tak svůj výkon (Morris, Spittle, & Watt, 2005).

Sportovci si mohou v rámci imaginace představovat významné aspekty nadcházejícího výkonu, což přispěje k trvalé koncentraci v jeho průběhu. Před výkonem bývá imaginace využívána buď jako uklidňující, nebo naopak jako povzbuzující prostředek k ovlivnění aktivační úrovně. Dochází také ke zlepšení sebevědomění si sebe sama, nebo svého výkonu (Kavková & Vičar, 2014).

1.6.6 IMAGINACE A JEJÍ VYUŽITÍ V REHABILITACI

Motorický trénink je v imaginaci velmi často zařazován do rehabilitačního programu, jelikož je podložený předchozími studiemi a lze jej využít téměř u všech pacientů v klinickém prostředí. Předchozí studie dokazují, že má motorická imaginace díky plasticitě a aktivaci mozku velmi podobnou významnost jako reálné motorické učení. Mezi největší klady motorické imaginace, na rozdíl od všeobecného tělesného tréninku, je možnost provedení pohybů bez omezení, jelikož imaginace je schopnost kognitivní, proto není vyžadována žádná fyzická námaha (Kawasaki, 2017).

Kawasaki (2017) zároveň uvádí, že jsou známy určité problémy s používáním motorické imaginace, a to především u starších lidí nebo pacientů s mozkovou mrtvicí, kteří mají sníženou schopnost motorického imaginace a kognitivní funkce.

Imaginaci je možné aplikovat také v běžném životě pro osobní rozvoj a vyrovnání se s některými psychickými aspekty ovlivňujícími náš psychický stav, jako např. práce či škola (Kavková & Vičar, 2014).

Motorická imaginace je mentální reprezentace pohybu bez reálného pohybu těla. Dřívější studie dokazují četné důkazy o pozitivních účincích motorické představy v praxi u sportovců, zdravých lidí, ale především u pacientů s neurologickými stavy. Vlivem představy dochází ke zdokonalování provedené pohybu a tím také ke zvýšení svalové síly vybraných svalových skupin (Dickstein & Deutsch, 2007).

Pozitivní účinky představy pohybu jsou také zaznamenávány při snižování bolesti, vyrovnání se s bolestí a se zachováním aktivního přístupu v průběhu léčby (Dickstein & Deutsch, 2007).

Cho, Kim, & Lee (2013) ve své studii dokázali, že trénink chůze s trénováním motorické imaginace zlepšuje rovnováhu a schopnost chůze pacientů s chronickou cévní mozkovou příhodou výrazně lépe než trénink chůze samotný.

Dijkerman et al. (2004) posuzovali účinnost tréninku motorické imaginace pro funkci paže u pacientů s mrtvicí a vztah mezi mentálními procesy, jako je pozornost či vnímání osobní kontroly. Došli ke zjištění, že trénink motorické imaginace bez dohledu doma může zlepšit výkon pouze u trénovaného úkolu a vztah mezi zobrazením pohybu, pozorností a vnímanou osobní kontrolou nad zotavením zůstal nadále nejasným.

Slimani et al. (2016) ve své studii shrnují přehled současné literatury o účincích imaginace na svalovou sílu u zdravých jedinců a pacientů s imobilizací horní končetiny a předního zkříženého vazů. Výsledky prokázaly, že kombinace imaginace a fyzické praxe je s ohledem na sílu efektivnější nebo alespoň srovnatelná s fyzickým cvičením. Intervence prevence imaginace byla také účinná při snižování ztráty síly po krátkodobé imobilizaci svalů a předního zkříženého vazů (Slimani et al., 2016).

1.7 DOTAZNÍK ŽIVOSTI POHYBOVÉ IMAGINACE (VMIQ-2)

Dotazník živosti pohybové imaginace je přeložen z anglického názvu Vividness of Movement Imagery Questionnaire a najít ho můžeme pod zkratkou VMIQ-2. Jedná se o přepracovanou verzi dotazníku Vividness of Movement Imagery Questionnaire se zkratkou VMIQ, který má původně 24 položkových verzí. VMIQ-2 je v zahraničí jedním z nejvíce využívaných dotazníků ve sportu, což bylo důvodem jeho přeložení do českého jazyka. Anglická verze dotazníku byla zadána jazykové agentuře kvůli podrobení procesu translace-retranslace, což po následném překladu a konzultaci s jazykovými odborníky vedlo k přeložení dotazníku zpět do anglického jazyka, přičemž výsledky ukázaly téměř 100% shodu bez zásadního vlivu na vliv položek (Kavková & Vičar, 2014).

Primární složkou a hodnotícím ukazatelem dotazníku je živost (vividness), ukazující na reálnou představu měřeného člověka, a proto je hodnocena představená situace (movement imagery) podobná skutečnému, reálnému výkonu. Probandi odpovídají na 12 nesportovně specifických úkolů, přičemž byl dotazník sestaven tak, aby samostatně posuzoval vizuální a kinestetickou složku imaginace pohybů. Vizuální imaginace je dále rozdělována na složku externí a interní, proto je probandem ohodnocováno 3x12 úkolů. Jednotlivci si tedy představují provedení úkolů ze tří perspektiv zobrazení: interní vizuální zobrazení (pohled první osoby), externí vizuální snímky (perspektiva třetí osoby) a kinestetická imaginace (pocit pohybu), přičemž ohodnocují reálnost představ na stupnici od 1 do 5 (Kavková & Vičar, 2014; Roberts et al., 2008; Ziv et al., 2017).

Roberts et al. (2008) provedli výzkum, jehož účelem byla změna VMIQ (VMIQ; Isaac, Marks, & Russell, 1986) společně se současnými modalitami představivosti a otestování platnosti pozměněného dotazníku. Výzkum zahrnoval tři studie, jejichž výsledky společně poskytují počáteční podporu projektu VMIQ-2 a ukázaly, že se zdá být užitečným a psychometricky přijatelným měřítkem schopnosti imaginace pohybu. Výzkum tedy

poskytuje předběžnou podporu za revidovaný VMIQ-2 jako psychometricky platný dotazník (Roberts et al., 2008).

1.7.1 EXTERNÍ VIZUÁLNÍ IMAGINACE

Externí vizuální imaginace (External Visual Imagery, EVI) je definována jako zraková představa, při které se proband dívá na sebe, jak specifický úkol provádí, představuje si sebe sama ve třetí osobě (Kavková & Vičar, 2014). Perspektiva třetí osoby je vizuální zobrazení scén mimo osobu, v externím zobrazování se člověk dívá na sebe z pohledu externího pozorovatele (Dickstein & Deutsch, 2007).

1.7.2 INTERNÍ VIZUÁLNÍ IMAGINACE

Při interní vizuální imaginaci (Internal Visual Imagery, IVI) se proband dívá svými očima, představa probíhá sebe sama v první osobě (Kavková & Vičar, 2014). Interní imaginace využívá skutečného života, že si člověk představuje, jak je uvnitř jeho těla a prožívá ty pocity, které lze očekávat ve skutečné situaci (Dickstein & Deutsch, 2007).

1.7.3 KINESTETICKÁ IMAGINACE

Kinestetická složka imaginace (Kinesthetic Imagery, KIN) specifikována jako představa pocitů, které prováděný pohyb doprovází a soustředí se na pocity ve svém těle (Kavková & Vičar, 2014). Kinestetické pocity jsou spojené se simulovanými pohyby (Malouin & Richards, 2010).

1.7.4 DOTAZNÍKY VYUŽÍVANÉ VE SPORTU

Nevýhodou metod imaginace ve sportu je, že prozkoumávají obširnější vlastnosti člověka a samotná imaginace zde není natolik hodnotně zastoupena. Převážná část dotazníků ve sportu se zabývá kreativní složkou imaginace, a proto nemá ve sportovní praxi takové využití. Trenéři nebo sportovní psychologové mají však možnost ve své praxi aplikovat dotazníky vytvořené přímo pro sportovní akce, bohužel ale pouze v anglických verzích. V další části práce bude podrobně pracováno s dotazníkem VMIQ-2, proto jsou zde pro přehled uvedeny jen názvy dalších dotazníků, které uvádějí Kavková & Vičar (2014).

Movement Imagery Questionnaire (MIQ; Hall & Martin, 1997),

Sport Imagery Questionnaire (SIQ; Halle et al., 2005),

Sport Imagery Ability Measure (SIAM; Watt et al., 2004),

Vividness Movement Imagery Questionnaire (VMIQ-2; Robert et al., 2008).

1.8 ELEKTROMYOGRAFIE

Elektromyografie (EMG) je experimentální vyšetřovací metoda pro vyšetření periferního nervového systému a kosterního svalstva. Snímáním bioelektrických signálů je získáván obraz hodnotící objektivní neuromuskulární činnosti, pomocí kterého je možné například přesněji určit velikost svalové aktivity, komplexněji stanovit svalové synergie, nebo vyjádřit se k sekvenci zapojení jednotlivých svalů či ke svalové únavě. Mezi největší výhody EMG se řadí především relativně snadné a neinvazivní snímání svalu při současném pohybu. Dalšími výhodami v neurologické diagnostice je přesnější stanovení postiženého místa, určení charakteru a postižení, objektivní posouzení vývoje postižení nebo efektivita léčby. V okolí elektrody je snímán akční potenciál vznikající aktivními motorickými jednotkami (Dufek, 1995; Krobot & Kolářová, 2011).

Akční potenciál vzniká přestupem vzruchu na úroveň pro otevření kanálů Na⁺, přičemž stoupne pozitivita v buňce a dojde k jeho rozvoji. Pokud dojde k aktivaci svalu, vznikne v motorickém kortexu akční potenciál, který je dále šířen pyramidovou drahou do předních rohů míšních až do motoneuronů, odkud je veden ke svalovým vláknům dále po jejich membránách. Jelikož vzruchy jsou předávány do motorických jednotek svalu v jiných okamžicích, nekontrahují se současně, ale asynchronně. U povrchové elektromyografie je zaznamenávám na elektrodách poté, co projde skrz svalovou tkáň, tuk a kůži. Akční potenciál motoneuronu je považován za nositele informace v nervové soustavě, šířící se membránou axonu svalových vláken až do kontraktilních bílkovin. (Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, 2018; Čapek et al., 2018; Keller 1998).

1.8.1 JEHLOVÁ ELEKTROMYOGRAFIE

EMG vyšetření se většinou zahajuje elektrickou aktivitou svalu bez vnější stimulace za pomoci intramuskulární jehlové elektrody, která snímá jednotlivé akční potenciály přímo ve vyšetřovaném svalu, během vpichování elektrody, v klidu a za působení různé síly volní kontrakce. Ve zdravém, zcela relaxovaném svalu by neměla být zaznamenána žádná aktivita, přičemž u volní kontrakce by mělo dojít k projevu potenciálu jednotlivých motorických jednotek. Metoda se řadí mezi invazivní techniky způsobující možné

poškození tkáně a využívá se spíše v diagnostice nervosvalových onemocnění (Krobot & Kolářová, 2011; Kolář et al., 2009).

Vlčková & Bednařík (2016) upozorňují na kontraindikace jehlové EMG, mezi které se řadí chronická antikoagulační a antiagregační terapie. Dufek (1995) do kontraindikací vyšetření jehlou uvádí kožní defekty ve vyšetřované oblasti, krvácivé stavy, nepřístupnost vyšetřovaného svalu a infekční onemocnění, při kterých by měla být využívána jednorázová EMG jehla, nebo speciální vyčleněná elektroda.

1.8.2 POVRCHOVÁ ELEKTROMYOGRAFIE

Povrchová elektromyografie pod akronymem SEMG z anglického Surface-Electro-Myo-Graphy je přístrojová technologie pro hodnocení a záznam elektronických potenciálů, které vznikají kontrakční aktivitou kosterního svalstva v průběhu realizace pohybu. Jedná se o rychlou a snadno použitelnou metodu k objektivnímu zobrazení neurálních mechanismů pohybové kontroly, informující o větším množství svalové tkáně, zaznamenávající součinnost až 32 kosterních svalů v průběhu různých pohybových aktivit. Přináší informace týkající se individuální pohybové strategie, funkce systémů pohybové periferie a centrálních senzomotorických oblastí. Z důvodu asynchronní činnosti motorických jednotek v oblasti snímací elektrody získáváme záznam obsahující vysoké frekvence o nepravidelné křivce v důsledku interferenčního charakteru signálu (Krobot & Kolářová, 2011; Penhaker & Imrakovský, 2013).

1.8.3 UMÍSTĚNÍ ELEKTROD

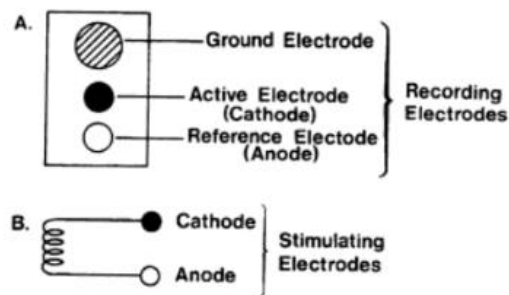
Umístění elektrod je důležitým faktorem pro kvalitní SEMG signál, protože jejich poloha ovlivňuje charakter snímaného signálu. Snímací senzory jsou umístěny na kůži v oblasti testovaného svalu a zaznamenávají bioelektrické signály aktivních motorických jednotek. Elektrody se podle účelu použití dělí na **registrační elektrody** (jehlové a povrchové), přičemž aktivní elektroda zaznamenává elektronickou aktivitu v oblasti svalového bříška a referenční elektroda je umístěna blíže ke šlaše. **Stimulační elektrody** vyvolávají stimulaci a **zemní povrchové** elektrody jsou většinou páskové. Měření se obvykle provádí dvěma elektrodami, takzvanými bipolárními záznamy, a finální signál zobrazuje rozdíl mezi dvěma elektrodami pro získání diferenciálního záznamu (Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, 2018; Enoka, 2008; Krobot & Kolářová, 2011).

V případě bipolárního snímání jsou senzory umístěny paralelně za sebou s průběhem svalových vláken na povrchu, ve střední oblasti svalového břicha. V těchto místech je signál o nejvyšší amplitudě, jelikož se ve střední části svalu nachází vlákna s největším poloměrem, a s ním vzrůstá akční potenciál. Na okraj svalu se elektrody neumísťují z důvodu pravděpodobného zaznamenání aktivity blízkých svalů, úpon šlachy není vhodný, jelikož není elektricky aktivní a inervační zóna není vhodná z důvodu šíření akčního potenciálu v obou směrech ke konci svalových vláken (Krobot & Kolářová, 2011; Masuda & Sadoyama, 1991).

Uvádí se, že vzdálenost elektrod by měla být co nejmenší, aby se zabránilo snímání aktivity okolních svalů a při opakovaném měření by měla vzdálenost elektrod zůstat stále stejná. Neměla přesahovat $\frac{1}{4}$ délky svalového vlákna a referenční elektroda by měla být umístěna v oblasti s minimální, nebo úplně neaktivní elektrickou částí (De Luca, 1997; Krobot & Kolářová, 2011). V případě monopolárního snímání je zaznamenáváno napětí mezi svalem, elektrodou a zemnicí elektrodou (Enoka, 2008).

Seniam je projekt pro neinvazivní hodnocení svalů navržený v rámci programu Biomedicínského zdraví a výzkumného programu Evropské unie. Projekt vyústil v evropská doporučení pro elektrody, metody zpracování signálů a vyvinul doporučení pro umístění elektrod na třiceti jednotlivých svalech. Vzdálenost mezi bipolárními elektrodami se popisuje jako vodivá oblast, jejíž doporučovaná vzdálenost je 20 mm, u krátkých svalů by neměla přesáhnout $\frac{1}{4}$ jeho délky a třetí elektroda by měla být umístěna na elektricky neaktivní tkáni. Po aplikaci elektrod by měl být proveden klinický test, aby se mohlo otestovat správné umístění elektrod a záznam spolehlivého EMG signálu (Stegeman & Hermens, 2007).

Naopak Cuesta-Vargas et al. (2020) ve svém výzkumu ukládali elektrody na břicho svalu podél svalových vláken, přičemž vzdálenost mezi elektrodami byla pouze 1,5 cm. Keller 1999 uvádí, že zemnicí elektroda by měla být umístěna v blízkosti aktivní a referenční elektrody, jelikož je nedílnou součástí celku elektrod. Oh (2003) ve své knize informuje, že většina EMG přístrojů má katodu jako aktivní elektrodu, anodu jako referenční elektrodu a jako nedílnou součást zemnicí elektrodu.



Obrázek 2: Stanovení EMG elektrod (Oh, 2003)

1.8.4 ELEKTROMYOGRAFICKÝ SIGNÁL A JEHO ZPRACOVÁNÍ

Čapek et al. (2018, str. 106, 107) ho definují následovně: „EMG signál je výsledkem sledu akčních potenciálů motorických jednotek, které jsou detekovány povrchovou elektrodou v blízkosti kontrahovaných svalových vláken.“

Surový naměřený záznam není vhodný pro analýzu, pouze nám podává prvotní informace o aktivitě svalu v závislosti na pohybu, proto je potřeba ho nejprve zpracovat, čemuž předchází správné uložení elektrod a nastavení přístroje. Ze snímacích senzorů vychází analogový signál, který vyhodnocovací jednotka přemění na digitální záznam, který můžeme sledovat na monitoru společně se zvukovým ekvivalentem, grafický záznam akčních potenciálů se označuje jako elektromyogram (Čapek et al., 2018; Kaiser et al., 2016; Krobot & Kolářová, 2011; Winter, 2009).

Zpracování EMG signálu probíhá za pomoci **odfiltrování** frekvencí, které jsou nižší než 20 Hz a vyšší než 500 Hz dvoupásovým filtrem. Pokud nedošlo k automatickému odfiltrování, musí dojít k odstranění frekvence střídavého napětí. Aby mohla nativní data splňovat střídavý signál oscilující ve stejném čase a stejnou mírou do kladných i záporných hodnot, musí být nejprve **offsetována**. Další fází je **rektifikace**, znamenající eliminaci negativních hodnot surového záznamu nebo otočení do hodnot pozitivních, a tím vytvoření absolutních hodnot ze všech registrovaných amplitud. Posledním krokem zpracování signálu je **vyhlazení amplitudy EMG**, jejímž principem je potlačit vysokofrekvenční fluktuaci signálu (Čapek et al., 2018; Krobot & Kolářová, 2011).

1.8.5 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ELEKTROMYOGRAFICKÝ SIGNÁL

Kvalitu elektromyografického signálu mohou ovlivňovat **faktory vnitřní a vnější** (Krobot & Kolářová, 2011).

Vnitřní faktory jsou vlastním snímáním neovlivnitelné a jsou dány fyziologickými, anatomickými a biomechanickými vlastnostmi svalu v průběhu jeho kontrakce. Svalová aktivita měřeného svalu je závislá na vlastnostech aktivních svalových vláken, na jejich počtu a umístění vůči elektrodě. Jelikož pohyb jedince není nikdy realizován pouze jedním svalem, může signál SEMG upravit tzv. cross talk, což je ovlivnění konečného signálu aktivitou okolních svalů, čemuž se dá zabránit správným uložením elektrod. Jelikož jsou všechny orgány v lidském těle během své činnosti zdrojem elektrické aktivity, může být signál ovlivněn elektrickou aktivitou jiných tkání. Před každým EMG měřením by mělo dojít k dostatečnému očištění kůže z důvodu jejího odporu (De Luca, 1997; Krobot & Kolářová, 2011).

Vnější faktory jsou ovlivnitelné především správným umístěním elektrod, vhodně zvolenou vzdáleností a velikostí elektrod (podrobněji v předchozí kapitole), kontaktem mezi elektrodami a kůží (dostatečné očištění) či externím šumem, který oslabují elektromagnetické pole (Krobot & Kolářová, 2011).

2 METODOLOGICKÁ ČÁST

2.1 CÍL

Cílem diplomové práce je zjistit, zda dochází ke změně EMG signálu mezi relaxací a pohybovou imaginací a nakolik je subjektivně reálná pohybová imaginace respondentů při vyplňování dotazníku.

2.2 ÚKOLY

Na základě výše uvedeného cíle byly stanoveny následující úkoly:

- rozbor literatury a dalších dostupných zdrojů
- sběr dat měření EMG signálů při vyplňování dotazníku
- zvolení vhodné statistické metody, zpracování a vyhodnocování získaných dat
- analýza výsledků, zformulování závěrů, zhodnocení pro praxi

2.3 VÝZKUMNÁ OTÁZKA

Existuje rozdíl EMG signálu mezi relaxací a pohybovou imaginací?

2.4 HYPOTÉZY

Předpokládá se, že:

H1: dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu externí vizuální imaginace.

H2: dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu interní vizuální imaginace.

H3: dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu kinestetické imaginace.

2.5 CHARAKTERISTIKA VÝZKUMNÉHO SOUBORU

Pro potřeby práce byl složen soubor, který čítal 25 studentů Centra tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, jejichž věková hranice se pohybovala v rozmezí od 19 do 26 let. Jednalo se o 14 mužů a 11 žen, jejichž průměrná výška byla 174,28 cm, váha 71,24 kg a věk 22,88. Testování bylo vykonáváno od prosince 2019 do února 2020 v laboratoři Centra tělesné výchovy a sportu Západočeské univerzity v Plzni. Všichni oslovení studenti se měření zúčastnili dobrovolně a nebyly u nich zjištěny žádné kontraindikace elektromyografického testování. Podmínkou testování bylo studium na Centru tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. V průběhu měření byli testovaní požádáni o subjektivní ohodnocení představy na stupnici od 1 do 5 (1 – dokonale jasná a reálná představa; 2 – jasná a celkem reálná představa; 3 – středně jasná a reálná; 4 – nejasná a neurčitá; 5 – vůbec žádná představa, pouze na danou dovednost myslíte).

Prvotní měření probíhalo pod odborným dohledem vedoucí diplomové práce paní Mgr. Daniely Benešové, Ph.D.

2.6 REALIZACE TESTOVÁNÍ

Testování probíhalo v prostorách laboratoře Centra tělesné výchovy a sportu Západočeské univerzity v Plzni s ideálními podmínkami pro testování, neměnnou teplotou 23 °C a konstantním osvětlením. Všichni studenti měli při imaginaci stejné pořadí sportovně nesespecifických úkolů a měření se účastnili jednotlivě.

2.7 METODIKA PRÁCE

Po příchodu do laboratoře byl probandům vysvětlen průběh a cíl výzkumu. Před testováním byly nejprve zjišťovány na možné kontraindikace elektromyografického testování a poté se začalo a osobní anamnézou, která zahrnovala otázku na jméno, pohlaví, váhu, výšku, věk a zaznamenala také datum měření (Příloha 1).

Ve výzkumu byl sledován musculus tibialis anterior levé dolní končetiny, který byl před aplikací elektrod palpačně vyhledán a izometrickou kontrakcí také potvrzen. Sval je uložen na přední laterální straně tibie a v oblasti před vnitřním kotníkem se stáčí k vnitřnímu okraji nohy pod plantu, kde se upíná k I. metatarsu a os cuneiforme mediale. Hlavní funkcí toho svalu je dorzální flexe a supinace nohy a podílí se na udržení podélné

i příčné klenby nohy. Inervaci svalu zajišťuje nervus peroneus profundus (Čihák, 2011; Hudák & Kachlík et al., 2013).



Obrázek 3: Anatomické zobrazení musculus tibialis anterior (Dai, 2020)

Testující byli požádáni, aby se měření účastnili v kraťasech z důvodu snadnějšího přístupu k testované oblasti, a byli také vyzváni, aby si odložili ponožky, kvůli stabilnějšímu ukotvení dolních končetin.

Před aplikací byla kůže omyta a osušena, poté byly v oblasti středu svalového břicha souběžně s průběhem svalových vláken umístěny dvě elektrody v souladu s projektem SENIAM (Stegeman & Hermens 2007), který doporučuje vzdálenost mezi elektrodami 2 cm. Zemní elektroda byla umístěna na tuberositas tibiae, která splňuje oblast elektricky neaktivní tkáně. Následovalo zapnutí elektrod, ozřejnění aktivity svalu v programu, prostřednictvím volního pohybu a kalibrace přístroje na individuální nulu. Svalová aktivita byla snímána povrchovým EMG, přičemž zaznamenávání EMG signálu probíhalo za současného vyplňování Dotazníku živosti pohybové imaginace (VMIQ 2), který byl autorkou předcítán. Dotazník VMIQ-2 byl po domluvě s vedoucí diplomové práce modifikován a byly vybrány pouze takové pohybové činnosti, při kterých bylo zjevné zapojení dolní končetiny. Z dotazníku byly vyřazeny následující pohybové činnosti: ohnutí se pro minci, odskok stranou, hod kamenem do vody, vykopnutí míče do vzduchu, jízda na kole a zhoupnutí se na provaze (Příloha 2).

Po aplikaci elektrod se testovaný student pohodlně usadil a byl mu vysvětlen průběh testování. Výchozí polohou byl sed s 90°v kolenních kloubech, 90°v hlezenních kloubech a rukama volně položenýma vedle těla.



Obrázek 4: Uložení elektrod na Musculus tibialis anterior (Cuesta-Vargas et al., 2020)

Testování se skládalo vždy z části relaxační, trvající 10 vteřin a 30 vteřinové imaginace. Studenti měli v průběhu imaginace zavřené oči a celé testování bylo provázeno slovními pokyny. Byly předčítány vybrané pohyby modifikovaného dotazníku VMIQ-2, přičemž mezi jednotlivými úkoly byli studenti vyzýváni, nejprve k 10 vteřinové relaxaci a následně 30 vteřinové imaginaci přečteného úkolu. Pořadí testovaných, imaginovaných pohybů bylo všem studentům diktováno ve stejném pořadí i za stejných časových a testovacích podmínek. Jednotlivé pohyby si testování představovali nejprve v externí vizuální imaginaci, poté v interní vizuální imaginaci a naposledy v kinestetické imaginaci. Po každé 30 vteřinové imaginaci pohybu, byla vymezená doba 1 minuty, na otázení testovaného, nakolik byla představa reálná na stupnici od 1 do 5 a na vysvětlení nadcházejícího úkolu. Získaná číselná informace o živosti představy byla zakroužkována do příslušné kolonky připraveného dotazníku.

Výjimku 30 vteřinové imaginace mělo kopnutí do kamínku a seskok z vysoké zdi. Při těchto činnostech měli testování studenti 10 vteřinovou relaxaci bez 30 vteřinové

imaginace, jelikož byli vyzváni, aby po představení pohybu pouze zvedli palec pravé ruky, což bylo smluveným znamením pro ukončení EMG záznamu (tzv. jednorázový pohyb).

Na konci testování byly elektrody z levé dolní končetiny odstraněny šetrným způsobem a studentům bylo poděkováno za jejich ochotu a vstřícnost v průběhu testování. Naměřené EMG signály byly zpracovány systémem LabChart.

2.8 TECHNICKÉ ZÁZEMÍ

Při měření bylo využíváno přístroje firmy ADInstrument Bio Amp FE132, jenž zahrnuje zesilovač s nastavením filtru a je izolován. Přístroj je vhodný pro měření elektromyografického signálu, jelikož odpovídá normě IEC6011. Systém LabChart_8.1.16, který je v přístroji nainstalovaný registruje časovou osu svalového podráždění za pomoci akčních potenciálů. K přístroji je napojen jeden kabel, který se dále větví na tři další mající dle pokynů výrobce libovolné barvy, z důvodu všestranného použití.

Při testování byly využívány ECG elektrody značky Kendall o průměru 35 mm, ve kterých je senzor vložen do lepidla, vodivého kapalného hydrogelu a nosný materiál tvoří pěna.

2.9 STATISTICKÉ METODY

Data, která byla měřením získána, byla pro další parametry upřesněna pomocí průměru, směrodatné odchylky a minima-maxima. Získaná data byla následně přepsána do předem připravené tabulky v programu Microsoft Excel 2006. Do tabulky byla také zahrnuta data získaná ze stupnice ohodnocující reálnost představ.

Ke statistickému zpracování byl využit program STATISTICA 6.0, přičemž byly využity neparametrické testy z důvodu malého výzkumného vzorku. Spearmanova pořadová korelace stanovuje míru závislosti, Mann-Whitney U test byl využit v porovnávání mužů a žen a Wilcoxonův párový test navzájem porovnává dvě proměnné.

3 VÝSLEDKY

Kapitola shrnuje vybrané výsledky, které jsou objasněny v tabulkách a grafech. Za důležité je považováno zmínit, že počáteční hodnota měření se rovnala nule a před každým měřením proběhla kalibrace přístroje ADInstrument Bio Amp FE132. EMG hodnoty byly zaznamenávány v miliVoltech (mV).

Kompletní soubor vyplněných dotazníků a EMG záznamy jsou uloženy u autorky práce. Z důvodu velkého rozsahu získaných dat byla vybrána pouze uvedená měření, která shrnují podstatná data.

Tabulka 1: Popis proměnných využívaných ve výsledcích diplomové práce

Druh pohybové činnosti	Proměnné	Popis dané proměnné
Chůze	CH_E_R	chůze externí vizuální relaxace
	CH_E_I	chůze externí vizuální imaginace
	CH_I_R	chůze interní vizuální relaxace
	CH_I_I	chůze interní vizuální imaginace
	CH_K_R	chůze kinestetická relaxace
	CH_K_I	chůze kinestetická imaginace
Běh	BEH_E_R	běh externí vizuální relaxace
	BEH_E_I	běh externí vizuální imaginace
	BEH_I_R	běh interní vizuální relaxace
	BEH_I_I	běh interní vizuální imaginace
	BEH_K_R	běh kinestetická imaginace
	BEH_K_I	běh kinestetická imaginace
Kopnutí do kamínku	KOP_E_R	kop externí vizuální relaxace
	KOP_E_I	kop externí vizuální imaginace
	KOP_I_R	kop interní vizuální relaxace
	KOP_I_I	kop interní vizuální imaginace
	KOP_K_R	kop kinestetická relaxace
	KOP_K_I	kop kinestetická imaginace
Běh nahoru po schodech	SCH_E_R	schody externí vizuální relaxace
	SCH_E_I	schody externí vizuální imaginace
	SCH_I_R	schody interní vizuální relaxace
	SCH_I_I	schody interní vizuální imaginace
	SCH_K_R	schody kinestetická relaxace
	SCH_K_I	schody kinestetická imaginace
Běh z kopce	BZK_E_R	běh z kopce externí vizuální relaxace
	BZK_E_I	běh z kopce externí vizuální imaginace
	BZK_I_R	běh z kopce interní vizuální relaxace

	BZK_I_I	běh z kopce interní vizuální imaginace
	BZK_K_R	běh z kopce kinestetická relaxace
	BZK_K_I	běh z kopce kinestetická imaginace
Seskok z vysoké zdi	SZZ_E_R	seskok ze zdi externí vizuální relaxace
	SZZ_E_I	seskok ze zdi externí vizuální imaginace
	SZZ_I_R	seskok ze zdi interní vizuální relaxace
	SZZ_I_I	seskok ze zdi interní vizuální imaginace
	SZZ_K_R	seskok ze zdi kinestetická relaxace
	SZZ_K_I	seskok ze zdi kinestetická imaginace

Zdroj: vlastní zpracování

3.1 SPEARMANŮV KORELAČNÍ KOEFICIENT

Spearmanův korelační koeficient využívá pořadí při zjišťování závislosti dvou znaků. Koeficient je zakládán na pořadí poskládaných dle velikosti vzhledem ke dvěma hodnoceným veličinám (Zvárová, 2002). Pokud je hodnota mezi srovnávanými hodnotami 0, není mezi nimi srovnatelný nebo žádný vztah. Pokud se však hodnoty blíží k číslu 1, tím větší je mezi nimi těsnější vztah a závislost (Chráska, 2016).

Tabulka 2: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, chůze

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	CH_E_R	CH_E_I	CH_I_R	CH_I_I	CH_K_R	CH_K_I
CH_E_R	1,00	0,94	0,96	0,94	0,96	0,96
CH_E_I	0,94	1,00	0,98	0,99	0,93	0,98
CH_I_R	0,96	0,98	1,00	0,98	0,96	0,99
CH_I_I	0,94	0,99	0,98	1,00	0,95	0,98
CH_K_R	0,96	0,93	0,96	0,95	1,00	0,98
CH_K_I	0,96	0,98	0,99	0,98	0,98	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 3: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, běh

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	BEH_E_R	BEH_E_I	BEH_I_R	BEH_I_I	BEH_K_R	BEH_K_I
BEH_E_R	1,00	-0,46	-0,42	-0,47	-0,43	-0,50
BEH_E_I	-0,46	1,00	0,98	0,99	0,98	0,98
BEH_I_R	-0,42	0,98	1,00	0,98	0,99	0,97
BEH_I_I	-0,47	0,99	0,98	1,00	0,98	0,99
BEH_K_R	-0,43	0,98	0,99	0,98	1,00	0,96
BEH_K_I	-0,50	0,98	0,97	0,99	0,96	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 4: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, kopnutí do kamínku

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	KOP_E_R	KOP_E_I	KOP_I_R	KOP_I_I	KOP_K_R	KOP_K_I
KOP_E_R	1,00	0,97	0,99	0,99	0,96	0,89
KOP_E_I	0,97	1,00	0,96	0,98	0,91	0,91
KOP_I_R	0,99	0,96	1,00	0,98	0,97	0,88
KOP_I_I	0,99	0,98	0,98	1,00	0,95	0,90
KOP_K_R	0,96	0,91	0,97	0,95	1,00	0,84
KOP_K_I	0,89	0,91	0,88	0,90	0,84	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 5: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr hodnot, běh nahoru po schodech

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	SCH_E_R	SCH_E_I	SCH_I_R	SCH_I_I	SCH_K_R	SCH_K_I
SCH_E_R	1,00	0,99	0,86	0,93	0,91	0,92
SCH_E_I	0,99	1,00	0,87	0,91	0,91	0,92
SCH_I_R	0,86	0,87	1,00	0,96	0,94	0,95
SCH_I_I	0,93	0,91	0,96	1,00	0,98	0,97
SCH_K_R	0,91	0,91	0,94	0,98	1,00	0,99
SCH_K_I	0,92	0,92	0,95	0,97	0,99	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 6: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, běh z kopce

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	BZK_E_R	BZK_E_I	BZK_I_R	BZK_I_I	BZK_K_R	BZK_K_I
BZK_E_R	1,00	0,98	0,95	0,84	0,99	0,84
BZK_E_I	0,98	1,00	0,98	0,82	0,98	0,84
BZK_I_R	0,95	0,98	1,00	0,80	0,96	0,82
BZK_I_I	0,84	0,82	0,80	1,00	0,84	0,99
BZK_K_R	0,99	0,98	0,96	0,84	1,00	0,84
BZK_K_I	0,84	0,84	0,82	0,99	0,84	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 7: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, seskok z vysoké zdi

Spearman Rank Order Correlations						
MD pairwise deleted						
	SZZ_E_R	SZZ_E_I	SZZ_I_R	SZZ_I_I	SZZ_K_R	SZZ_K_I
SZZ_E_R	1,00	0,95	0,97	-0,50	0,97	0,96
SZZ_E_I	0,95	1,00	0,96	-0,49	0,98	0,97
SZZ_I_R	0,97	0,96	1,00	-0,53	0,98	0,98
SZZ_I_I	-0,50	-0,49	-0,53	1,00	-0,50	-0,51
SZZ_K_R	0,97	0,98	0,98	-0,50	1,00	0,97
SZZ_K_I	0,96	0,97	0,98	-0,51	0,97	1,00

Zdroj: vlastní zpracování

Z uvedených tabulek vyplývá (Tabulka 2–7), že jsou na sobě jednotlivé hodnoty průměru EMG křivky závislé a tudíž spolu korelují. Spearmanova pořadová korelace (Spearman Rank Order Correlations) odhaluje vysokou míru závislosti mezi jednotlivými proměnnými, jelikož většina získaných dat má hodnotu vyšší než 0,4 a tudíž se jedná o míru závislosti dvou proměnných. Výsledky korelační analýzy nikterak neovlivnily výkony, ani hodnoty průměru EMG křivky.

3.2 ČETNOST SUBJEKTIVNÍHO HODNOCENÍ

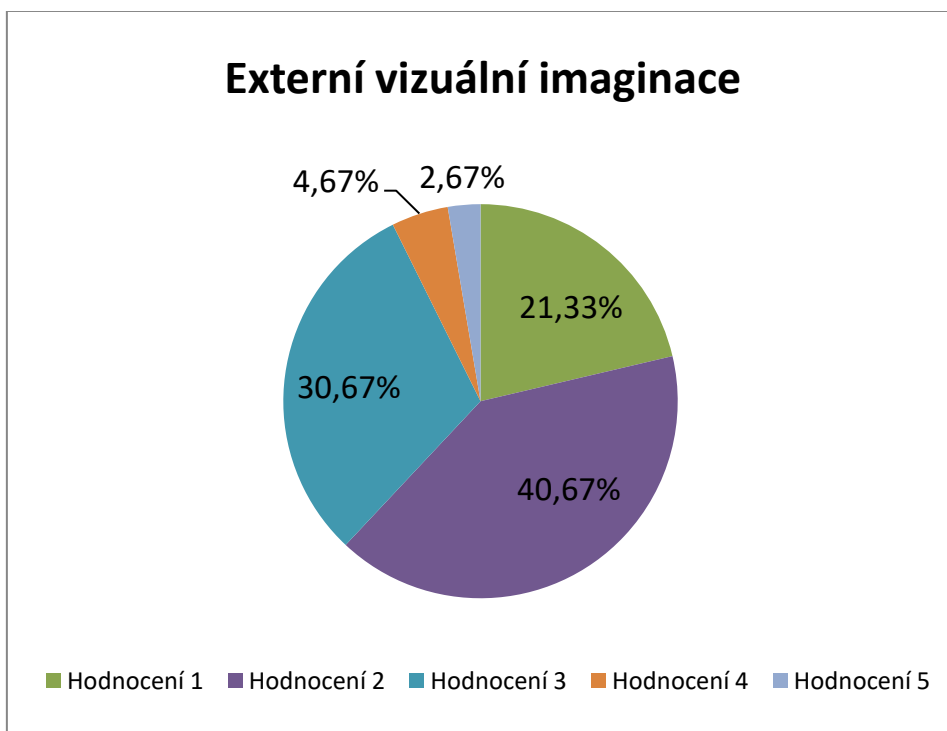
Pro zpracování kvantitativně orientovaných výzkumů, které obsahují velké množství číselných údajů, je často využíváno uspořádání dat a sestavení tabulek **četností**, pro zjednodušené zpracování (Chráska, 2016). Základní utřídění dat bylo provedeno pomocí četností mezi jednotlivými subjektivními hodnoceními představovaných pohybů. V diskuzi je pracováno s hodnotami s absolutní i relativní četností.

Tabulka 8: Četnost odpovědí u hodnocení externí vizuální imaginace

Externí vizuální imaginace		
	Počet hodnocení	Počet hodnocení v procentech
Hodnocení 1	32	21,33%
Hodnocení 2	61	40,67%
Hodnocení 3	46	30,67%
Hodnocení 4	7	4,67%
Hodnocení 5	4	2,67%

Zdroj: vlastní zpracování

Graf 1: Četnost odpovědí u hodnocení externí vizuální imaginace



Zdroj: vlastní zpracování

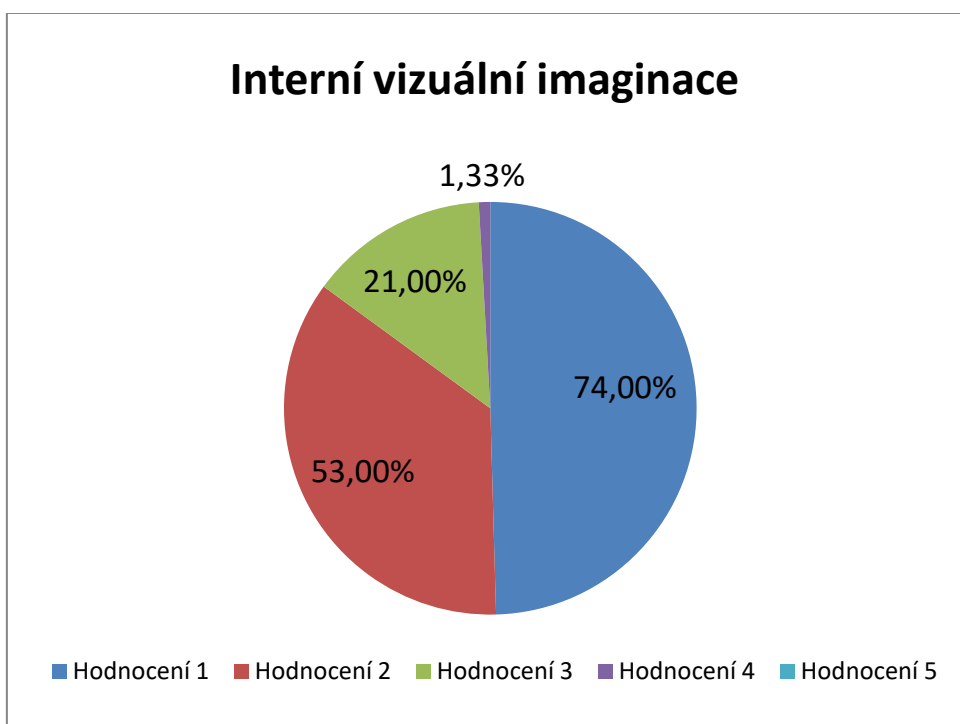
Při využití externí vizuální imaginace byla nejčastěji využívaná odpověď na škále hodnocení 2 (jasná a celkem reálná představa), která byla využita ve více jak 40 % odpovědí. Nejvyšší známka hodnocení (1 – dokonale jasná a reálná představa) byla použita o polovinu méněkrát než hodnocení známou 2.

Tabulka 9: Četnost odpovědí u hodnocení interní vizuální imaginace

Interní vizuální imaginace		
	Počet hodnocení	Počet hodnocení v procentech
Hodnocení 1	74	74,00%
Hodnocení 2	53	53,00%
Hodnocení 3	21	21,00%
Hodnocení 4	2	1,33%
Hodnocení 5	0	0,00%

Zdroj: vlastní zpracování

Graf 2: Četnost odpovědí u hodnocení interní vizuální imaginace



Zdroj: vlastní zpracování

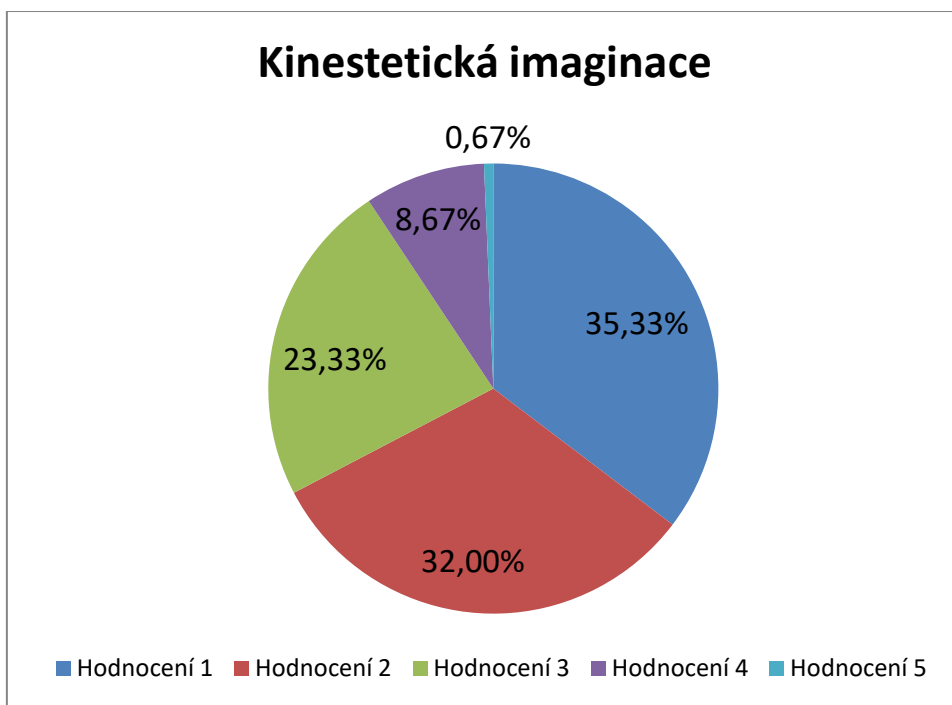
Většina odpovědí (98,7%) v interní vizuální imaginaci se pohybovala v rozmezí 1-3 (dokonale jasná a reálná představa – středně jasná a reálná představa). Téměř polovina všech odpovědí v rámci interní vizuální imaginace byla na škále hodnocení přiřazena číslu 1, tedy nejvíce dokonale jasné a reálné představě daného pohybu.

Tabulka 10: Četnost odpovědí u hodnocení kinestetické imaginace

Kinestetická imaginace		
	Počet hodnocení	Počet hodnocení v procentech
Hodnocení 1	53	35,33%
Hodnocení 2	48	32,00%
Hodnocení 3	35	23,33%
Hodnocení 4	13	8,67%
Hodnocení 5	1	0,67%

Zdroj: vlastní zpracování

Graf 3: Četnost odpovědí u hodnocení kinestetické imaginace



Zdroj: vlastní zpracování

V kinestetické imaginaci při sledování četnosti odpovědí došlo k nárůstu využívání odpovědí 4 na hodnotící stupnici, nejasná a neurčitá představa pocitů provázející provádění daného pohybu. Relativně v obdobném počtu odpovědí byly využívány známky 1 a 2.

3.3 VÝSLEDKY VZHLEDEM K HYPOTÉZÁM

Pro zhodnocení byly využity neparametrické metody, které počítají s pořadím proměnných, jelikož diplomová práce obsahovala relativně malý testovaný vzorek. Další důvodem pro zvolení neparametrických metod bylo, že každá proměnná by musela být kontrolována zvlášť, zdali má normální rozložení. Ke srovnání rozdílu mezi relaxací a imaginací byl zvolen neparametrický **Wilcoxon Matched Pairs Test**. Hladina významnosti byla stanovena $\alpha = 0,05$ ($\alpha \leq 0,05 \dots p \leq \alpha$), přičemž p-level je statistická významnost.

3.3.1 VÝSLEDKY VZHLEDEM K HYPOTÉZE H1

H1: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu externí vizuální imaginace.

Tabulka 11: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání rozdílu proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem externích vizuálních imaginací

Wilcoxon Matched Pairs Test – externí vizuální imaginace (průměry.sta)				
	Valid			
	N	T	Z	p-level
CH_E_R & CH_E_I	25,00	119,00	0,89	0,38
BEH_E_R & BEH_E_I	25,00	10,00	4,10	0,00
KOP_E_R & KOP_E_I	25,00	136,50	0,70	0,48
SCH_E_R & SCH_E_I	25,00	126,00	0,98	0,33
BZK_E_R & BZK_E_I	25,00	138,50	0,65	0,52
SZZ_E_R & SZZ_E_I	25,00	115,00	1,00	0,32

Zdroj: vlastní zpracování

Z hodnot uvedených v tabulce (Tabulka 11) je patrné, že pravděpodobnost rozdílu mezi jednotlivými průměry proměnných je statisticky nevýznamná. U většiny uvedených výsledků nedošlo ke zjištění statisticky významného rozdílu, jelikož hodnoty p-levelu byly vyšší než hodnota zvolené hladiny významnosti 0,05 a tudíž **hypotézu nelze potvrdit**. Statistická významnost byla zjištěna pouze u rozdílu proměnných BEH_E_R & BEH_E_I, u kterých byla hodnota p-levelu 0,00.

3.3.2 VÝSLEDKY VZHLEDEM K HYPOTÉZE H2

H2: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu interní vizuální imaginace.

Tabulka 12: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání rozdílů proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem interních vizuálních imaginací

Wilcoxon Matched Pairs Test – interní vizuální imaginace (průměry.sta)				
	Valid			
	N	T	Z	p-level
CH_I_R & CH_I_I	25,00	145,00	0,47	0,64
BEH_I_R & BEH_I_I	25,00	86,00	2,06	0,04
KOP_I_R & KOP_I_I	25,00	111,50	1,37	0,17
SCH_I_R & SCH_I_I	25,00	141,00	0,58	0,56
BZK_I_R & BZK_I_I	25,00	127,00	0,96	0,34
SZZ_I_R & SZZ_I_I	25,00	11,00	4,08	0,00

Zdroj: vlastní zpracování

Ani **hypotézu H2 nelze potvrdit**. Pravděpodobnost rozdílu mezi jednotlivými proměnnými byla ve většině případů statisticky nevýznamná, jelikož většina hodnot p-levelu překračuje stanovenou hodnotu 0,05, a proto jsou rozdíly průměrů relaxací a průměrů interních vizuálních imaginací statisticky nevýznamné. Pouze hodnoty zjištěné u BEH_I_R & BEH_I_I s hodnotou p-levelu 0,04 a dále u SZZ_I_R & SZZ_I_I s významnější hodnotou 0,00 ukazují na statistickou významnost.

3.3.3 VÝSLEDKY VZHLEDEM HYPOTÉZE H3

H3: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu kinestetické imaginace.

Tabulka 13: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem kinestetických imaginací

Wilcoxon Matched Pairs Test – kinestetická imaginace (průměry.sta)				
	Valid			
	N	T	Z	p-level
CH_K_R & CH_K_I	25,00	111,00	1,39	0,17
BEH_K_R & BEH_K_I	25,00	160,00	0,07	0,95
KOP_K_R & KOP_K_I	25,00	143,00	0,52	0,60
SCH_K_R & SCH_K_I	25,00	158,00	0,12	0,90
BZK_K_R & BZK_K_I	25,00	146,00	0,11	0,91
SZZ_K_R & SZZ_K_I	25,00	101,00	1,40	0,16

Zdroj: vlastní zpracování

Veškeré pohybové činnosti uvedené v tabulce (Tabulka 13), vysoce přesahují hladinu významnosti 0,05, tudíž jsou rozdíly mezi průměry relaxací a průměry kinestetických imaginací statisticky nevýznamné. Z uvedených výsledků vyplývá, že **hypotézu H3 nelze potvrdit.**

3.3.4 DALŠÍ VÝSLEDKY

U-test Manna a Withneyho je neparametrický a využívá se v případech, ve kterých je rozhodováno, zda dvoje skupiny mohou pocházet z jednoho základu, jinak tedy zdali mají rovnocenné rozdělení četnost (Chráska, 2016). V tomto případě byl test využit na porovnání mužů a žen mezi sebou.

Tabulka 14: Výsledky Mann – Whitney U Testu, variační rozpětí (porovnání mužů a žen)

Mann-Whitney U Test (variacnirozp.sta)					
By variable POHLAVÍ					
Group 1: 1 Group 2: 2					
	Rank Sum	Rank Sum			
	Group 1	Group 2	U	Z	p- level
CH_E_R	238,00	87,00	21,00	3,07	0,00
CH_E_I	226,00	99,00	33,00	2,41	0,02
CH_I_R	226,00	99,00	33,00	2,41	0,02
CH_I_I	235,00	90,00	24,00	2,90	0,00
CH_K_R	227,50	97,50	31,50	2,49	0,01
CH_K_I	233,00	92,00	26,00	2,79	0,01
BEH_E_R	220,50	104,50	38,50	2,11	0,04
BEH_E_I	225,00	100,00	34,00	2,35	0,02
BEH_I_R	230,00	95,00	29,00	2,63	0,01
BEH_I_I	231,00	94,00	28,00	2,68	0,01
BEH_K_R	229,00	96,00	30,00	2,57	0,01
BEH_K_I	230,00	95,00	29,00	2,63	0,01
KOP_E_R	225,00	100,00	34,00	2,35	0,02
KOP_E_I	228,00	97,00	31,00	2,52	0,01
KOP_I_R	227,00	98,00	32,00	2,46	0,01
KOP_I_I	230,50	94,50	28,50	2,66	0,01

Zdroj: vlastní zpracování

V tabulce 14 pro příklad uvedeny pouze první tři činnosti, které ukazují na velmi významné rozdíly ve variačním rozpětí EMG křivky v čase mezi skupinou mužů a žen, jelikož statistická významnost závislosti byla stanovena na hladinu významnosti 0,05. Je zajímavé, že hodnoty mezi skupinou mužů a žen mají větší velikost změny průběhu EMG

křivky, zatímco u průměru nebyl zjištěn žádný statisticky významný rozdíl. To znamená, že všechny proměnné ať relaxační, nebo imaginační se od sebe liší, a tudíž je statisticky významný rozdíl ve variačních rozpětích mezi muži a ženami v průběhu relaxace a imaginace.

Tabulka 15: Deskriptivní statistika – variační rozpětí, celý soubor (velikost změny průběhu EMG křivky v čase)

Descriptive Statistics (variacnirozp.sta)					
	mean	valid N	median	std.dev.	variance
POHLAVÍ	1,44	25,00	1,00	0,51	0,26
CH_E_R	1,19	25,00	0,29	2,37	5,61
CH_E_I	1,01	25,00	0,34	2,21	4,89
CH_I_R	0,94	25,00	0,26	2,19	4,78
CH_I_I	0,97	25,00	0,32	2,16	4,67
CH_K_R	0,91	25,00	0,30	2,09	4,38
CH_K_I	0,92	25,00	0,30	2,09	4,35
BEH_E_R	0,90	25,00	0,28	2,04	4,17
BEH_E_I	1,07	25,00	0,30	2,22	4,92
BEH_I_R	0,92	25,00	0,28	2,17	4,70
BEH_I_I	0,94	25,00	0,31	2,12	4,51
BEH_K_R	0,93	25,00	0,30	2,19	4,77
BEH_K_I	0,95	25,00	0,30	2,18	4,74
KOP_E_R	0,88	25,00	0,28	2,03	4,13
KOP_E_I	0,89	25,00	0,29	2,01	4,04
KOP_I_R	0,90	25,00	0,29	2,04	4,17
KOP_I_I	0,92	25,00	0,30	2,10	4,42
KOP_K_R	0,92	25,00	0,31	2,09	4,37
KOP_K_I	1,07	25,00	0,33	2,44	5,95
SCH_E_R	0,88	25,00	0,33	1,86	3,46
SCH_E_I	1,02	25,00	0,39	2,10	4,41
SCH_I_R	0,84	25,00	0,30	1,76	3,09
SCH_I_I	0,90	25,00	0,32	1,80	3,25
SCH_K_R	0,83	25,00	0,31	1,86	3,44
SCH_K_I	0,89	25,00	0,33	1,89	3,58
BZK_E_R	0,90	25,00	0,38	1,91	3,67
BZK_E_I	0,96	25,00	0,30	1,97	3,88
BZK_I_R	0,87	25,00	0,27	1,98	3,92
BZK_I_I	0,93	25,00	0,37	1,97	3,87
BZK_K_R	0,88	25,00	0,29	1,95	3,80
BZK_K_I	0,92	25,00	0,34	1,91	3,66
SZZ_E_R	0,88	25,00	0,30	1,99	3,97
SZZ_E_I	0,89	25,00	0,29	1,97	3,88

SZZ_I_R	0,90	25,00	0,27	2,25	5,07
SZZ_I_I	0,82	25,00	0,28	1,93	3,72
SZZ_K_R	0,85	25,00	0,28	1,94	3,77
SZZ_K_I	0,86	25,00	0,28	1,94	3,76

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 16: Deskriptivní statistika – variační rozpětí u žen a mužů (velikost změny průběhu EMG křivky v čase)

Descriptive Statistics (variacnirozp.sta)				
	by POHLAVÍ: G_2:2		by POHLAVÍ: G_1:1	
	Ženy		Muži	
	mean	std.dev.	mean	std.dev.
CH_E_R	0,22	0,08	1,95	2,99
CH_E_I	0,29	0,15	1,57	2,87
CH_I_R	0,23	0,08	1,50	2,84
CH_I_I	0,24	0,07	1,54	2,80
CH_K_R	0,23	0,07	1,44	2,72
CH_K_I	0,23	0,07	1,46	2,70
BEH_E_R	0,25	0,12	1,42	2,65
BEH_E_I	0,25	0,07	1,71	2,84
BEH_I_R	0,23	0,08	1,46	2,82
BEH_I_I	0,24	0,07	1,48	2,75
BEH_K_R	0,23	0,08	1,47	2,84
BEH_K_I	0,25	0,07	1,50	2,83
KOP_E_R	0,23	0,08	1,39	2,64
KOP_E_I	0,24	0,08	1,40	2,61
KOP_I_R	0,23	0,08	1,43	2,65
KOP_I_I	0,25	0,09	1,45	2,73
KOP_K_R	0,27	0,12	1,43	2,73
KOP_I_I	0,38	0,53	1,60	3,17
SCH_E_R	0,34	0,34	1,31	2,42
SCH_E_I	0,45	0,47	1,47	2,73
SCH_I_R	0,31	0,30	1,25	2,28
SCH_I_I	0,41	0,49	1,29	2,33
SCH_K_R	0,26	0,15	1,28	2,42
SCH_I_I	0,36	0,42	1,31	2,46
BZK_E_R	0,38	0,52	1,30	2,48
BZK_E_I	0,44	0,66	1,36	2,54
BZK_I_R	0,28	0,30	1,33	2,58
BZK_I_I	0,42	0,55	1,32	2,55
BZK_K_R	0,33	0,38	1,31	2,54
BZK_K_I	0,41	0,50	1,31	2,49
SZZ_E_R	0,29	0,28	1,35	2,60

SZZ_E_I	0,29	0,26	1,36	2,56
SZZ_I_R	0,20	0,09	1,44	2,94
SZZ_I_I	0,25	0,09	1,27	2,52
SZZ_K_R	0,25	0,12	1,33	2,53
SZZ_K_I	0,30	0,27	1,30	2,53

Zdroj: vlastní zpracování

Z Tabulky 15 a 16 vyplývá, že muži mají větší velikost změny v průběhu EMG křivky v čase a ženy mají podstatně menší variační rozpětí EMG hodnot. V Tabulce 16, jsou tyto významné a zajímavé hodnoty barevně zvýrazněné.

Tabulka 17: Vyhodnocení zvlášť mužů a žen

Wilcoxon Matched Pairs Test		
(r_ženy.sta+r_muži.sta)		
	Ženy	Muži
	p-level	p-level
CH_E_E & CH_E_I	0,00	0,73
CH_I_R & CH_I_I	0,03	0,26
CH_K_R & CH_K_I	0,53	0,22
BEH_E_R & BEH_E_I	0,26	0,02
BEH_I_R & BEH_I_I	0,05	0,06
BEH_K_I & BEH_K_R	0,09	0,10
KOP_E_R & KOP_E_I	0,22	0,21
KOP_I_R & KOP_I_I	0,51	0,31
KOP_K_R & KOP_K_I	0,55	0,11
SCH_E_R & SCH_E_I	0,33	0,02
SCH_I_R & SCH_I_I	0,01	0,13
SCH_K_R & SCH_K_I	0,08	0,10
BZK_E_R & BZK_E_I	0,04	0,20
BZK_I_R & BZK_I_I	0,00	0,97
BZK_K_R & BZK_K_I	0,04	0,70
SZZ_E_R & SZZ_E_I	0,40	0,83
SZZ_I_R & SZZ_I_I	0,11	0,19
SZZ_K_I & SZZ_K_R	0,21	0,64

Zdroj: vlastní zpracování

V závislosti na předchozích výsledcích bylo v Tabulce 17 vypracováno porovnání mužů a žen při relaxaci a imaginaci, aby bylo zhodnoceno, kde jsou rozdíly ve variačním rozpětí, tedy ve velikosti změny (velikosti rozptylu EMG křivky). Významné výsledky jsou viditelné u žen při chůzi, naopak u mužů nikoli. U běhu vycházely významné hodnoty

u obou pohlaví. Další významné hodnoty byly zjištěny u žen při pohybové činnosti běh nahoru po schodech a běh z kopce.

4 DISKUZE

Cílem této diplomové práce bylo zjistit, zda dochází ke změně EMG signálu mezi relaxací a jednotlivými druhy pohybové imaginace. Práce zahrnuje také zpracované tabulky četností mezi jednotlivými subjektivními hodnoceními představovaných pohybů u všech třech druhů pohybové imaginace.

Imaginace je jedním ze základních procesů lidské mysli, díky kterému dochází k utvoření obrazů bez jakékoli viditelné známky pohybu a úmyslné aktivace svalů. Pohybová imaginace je výrazně využívána v rehabilitaci, například pro zlepšení motorického výkonu, ve sportu napomáhá třeba ke zvýšení výkonnosti sportovce, či u hudebníků ke zlepšení koordinace počáteční činnosti při hře na hudební nástroj. Důležitou podmínkou imaginace je dostatečně podrobně popsat pohybovou činnost, aby mohl být u jedince obraz představen dostatečným, požadovaným způsobem. Vztah mezi svalovou aktivitou a představou pohybu byl zkoumán již v první polovině 20. století.

H1: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu externí vizuální imaginace.

Na základě hodnot uvedených v Tabulce 11 **nelze hypotézu H1 potvrdit**, jelikož u většiny uvedených výsledků nedošlo ke zjištění statisticky významného rozdílu.

Externí imaginaci definovali Mahoney a Avenier (1977) jako pohled na sebe z pohledu pozorovatele. Je možné, že se externí vizuální imaginace nepotvrdila, jelikož testované pohybové činnosti byly pro sportovce běžné a reálně viditelné u osob ve svém okolí, tedy z důvodu sledování třetí osoby.

Mulder, de Vries & Zijlstrave (2005) své studii uvádějí, že motorická imaginace nesouvisí s periferní aktivitou. Výsledky jejich studie ukázaly, že s výjimkou dýchání nemohla být naměřena významná periferní aktivace (m. vastus medialis, m. rectus femoris) související s motorickou imaginací. K výrazným změnám EMG signálu docházelo pouze při skutečném provedení výkonu.

Například Mahoney & Evener (1977) ve své studii uvádějí, že zkušenější sportovci při tréninku intenzivněji využívají interní imaginaci než imaginaci externí. Yao et al. (2013) popisují, že tréninkem silných svalových kontrakcí pomocí interní imaginace, došlo ke zlepšení svalové síly, což se u externí imaginace nepotvrdilo. Také Kobelt, Wirth

& Schuster-Amft (2018) potvrdili zvýšenou aktivaci EMG signálu, během motorické imaginace ve srovnání s klidovým stavem, která byla pozorována u musculus deltoideus pars clavicularis a musculus biceps brachii.

Je možné se domnívat, že imaginace je ovlivňována také typem sportovní aktivity, kterou se testovaní studenti zabývají. Je také možné, že někteří testovaní neměli s pohybovou imaginací žádné dřívější zkušenosti, a proto mohlo docházet ke snížení její efektivnosti.

Při vyhodnocování četnosti hodnocení v rámci externí vizuální imaginace došlo u jedné testované osoby k většinovému využití nejnižších možných hodnot na škále hodnocení (67 % odpověď 5 – vůbec žádná imaginace, jen vědomí, že na danou dovednost myslíte; ve 34 % odpověď 4 – nejasná a neurčit imaginace). Vzhledem k tomu, že se jednalo o ojedinělý případ, nelze externí vizuální imaginaci označit pro představu respondentů za nejméně přívětivou. Nicméně i tak lze říci, tento druh imaginace nebyl pro respondenty na představu tak jasný a reálný jako další využití druhů imaginace.

Nejvyšší známka hodnocení (1 – dokonale jasná a reálná představa) byla použita o polovinu méněkrát než hodnocení známkou 2 (jasná a celkem reálná představa). Je možné se domnívat, že externí vizuální imaginace byla pro testované osoby na představivost náročnější a méně přirozená a z toho důvodu v odpovědích více využívaly střední hodnoty odpovědí (2 a 3).

Z běžného života pro člověka není přirozené představovat si, jak pozoruje sebe sama při provádění daného pohybu. Tedy jak se na sebe dívá, když jde, běží nebo skáče z vysoké zdi. Nejvíce odpovědí 1 (dokonale jasná a reálná představa) bylo využito u pohybu seskok z vysoké zdi a kopnutí do kamínku, což si autorka vysvětluje tím, že se jedná o představu jednorázového pohybu, což pravděpodobně bylo pro testované osoby jednodušší, než imaginace běhu a chůze trvajících 30 vteřin. Možná, že právě požadavek na časový limit pro udržení imaginace daného pohybu byl důvod pro označení nižší (méně jasná a reálná představa) než u jednorázového pohybu (seskok, kop).

H2: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu interní vizuální imaginace.

Jelikož byla pravděpodobnost rozdílu mezi jednotlivými proměnnými ve většině případů statisticky nevýznamná, ani v tomto případě **nelze hypotézu H2 potvrdit.**

Mahoney a Avenier (1977) definovali vnitřní imaginaci jako obraz, který vyžaduje přiblížení reálného života tak, že si člověk skutečně představuje, že je uvnitř těla a očekává to, co by mohl očekávat i v reálné situaci (Mahoney & Avenier 1977). Živost vizuální imaginace (externí a interní) se testujícím představuje obvykle lépe, jelikož je pro ně tento druh představy snadnější na soustředění než imaginace kinestetická (Malouin & Richards 2010).

Při pohledu na získaná data od respondentů z hlediska četnosti je jasně patrné, že interní vizuální imaginace je pro respondenty nejpřirozenější ve smyslu jasné a reálné představy daného pohybu. Tuto domněnku potvrzuje Malouin & Richards (2010), kteří uvádějí, že perspektiva první osoby zahrnuje více fyziologických charakteristik s těmi, které lze pozorovat i v průběhu provádění reálného pohybu, a proto je zobrazení pohybu z pohledu první osoby blíže k jeho skutečnému provedení.

V interní vizuální imaginaci se většina odpovědí (98,7%) pohybovala v rozmezí 1-3 (dokonale jasná a reálná představa – středně jasná a reálná představa). Téměř polovina všech odpovědí byla na škále hodnocení přiřazena číslu 1, tedy nejvíce dokonale jasné a reálné představě daného pohybu. V průzkumné studii Mahoneyho a Aveniera (1977), která probíhala s kandidáty na olympijské gymnastické týmy, úspěšní kandidáti preferovali interní imaginaci před externí imaginací, což podporuje vysoký stupeň četnosti hodnocení interní vizuální imaginace této diplomové práce.

Mezi tři pohybové činnosti, které si takto dokonale dokázali v průběhu sledování představit, patří běh, kopnutí do kamínku a seskok z vysoké zdi. Překvapivé je, že se mezi tyto tři vybrané činnosti zařadil i seskok z vysoké zdi, neboť se nejedná o běžnou pohybovou činnost prováděnou v běžném každodenním životě, a tudíž u ní nebyl předpoklad tak jasné a reálné imaginace. Žádný testovaný student nevyužil při interní vizuální imaginaci nejnižší stupeň hodnocení, tedy že by nebyl schopen vůbec žádné představy a jen věděl, že na danou pohybovou činnost myslí.

Je možné uvažovat nad tím, že by mohla existovat spojitost mezi výsledky Wilcoxonova párového testu a hodnocením četnosti u SZZ, jelikož SZZ_I_R & SZZ_I_I s hodnotou 0,00 ukazuje na statistickou významnost a hodnocení číslem jedna potvrzuje dokonalou představu v průběhu měření.

H3: Předpokládá se, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu kinestetické imaginace.

Na základě výsledků Wilcoxonova párového testu pro porovnání proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem kinestetických imaginací, které jsou statisticky nevýznamné, **nelze hypotézu H3 potvrdit**. Tudíž dle výsledků této diplomové práce není žádná závislost mezi stavem relaxace a stavem představy (kinestetickou imaginací).

Hale (1982) nenašel ve svých experimentech vztah mezi subjektivním hodnocením kinestetické imaginace a aktivitou EMG. Naopak Boschker & Chung (1996) využili zkrácenou verzi dotazníku MIQ obsahující stupnici od 1 – 7 (1 – snadná představa, 7 – obtížná představa) pro měření vizuální i kinestetické imaginace. Z průměrného výsledku schopnosti imaginace testovaných vyplývá relativně snadná představivost jak u složky vizuální tak kinestetické. V závěru zjistili, že v průběhu imaginace zvedání činky s větší hmotností docházelo i ke zvýšení svalové aktivity, a při imaginaci zvedání činky s nižší hmotností, byla naopak svalová aktivita nižší (Bakker, Boschker & Chung, 1996).

Vyhodnocení četnosti odpovědí odhalilo nárůst využívání odpovědí 4 na hodnotící stupnici, nejasná a neurčitá představa pocitů provázející provádění daného pohybu. Tato situace není nicméně nepovažována za překvapující, neboť kinestetická imaginace je založena na představě pocitů, které provázejí provádění daného pohybu a právě představa pocitu je podle jejího názoru obtížnější než představa pohybu. Relativně v obdobném počtu odpovědí byly využívány známky 1 a 2. Zajímavé je, že při hodnocení imaginace běhu do schodů bylo v téměř třikrát více odpovědích využito nejvyššího stupně hodnocení (1 – dokonale jasná a reálná představa) oproti imaginaci běžného – klasického běhu.

V rámci EMG nebyla zaznamenána reakce mezi relaxací a pohybovou imaginací, což může dokazovat, že výběr standardních konkrétních situací pro sportovní činnost, ale možná i pro činnost rehabilitační není vhodný.

Slimani et al. (2016) ve své studii potvrzují zvýšenou svalovou sílu po tréninku v imaginaci u distálních svalů, což se v této práci u musculus tibialis anterior neprokázalo.

Hodnoty EMG signálu mohly být ovlivněny také výchozí polohou v průběhu měření, jelikož Bakker et al. (2008) ve své práci zmiňují, že aby došlo ke zvýšení posturální dráždivosti, měla poloha testované osoby odpovídat poloze představovaného pohybu. Dalšími autory zabývajícími se aktivitou EMG byli Aoyama & Kaneko (2011), kteří ve výsledcích svého experimentu uvádějí, že nebyl statisticky významný rozdíl v EMG aktivitě musculus soleus a musculus tibialis anterior pozadí EMG aktivity H-reflexu nebo strečového reflexu.

EMG signál mohl být také ovlivněn z hlediska temperamentu, který charakterizuje zaměření osobnosti. Zdáli je možné, aby introverze (to co ovlivňuje jedince vnitřně), nebo extroverze (to co jej ovlivňuje ze zevnějšku), působila na živost imaginace. Analýza, kterou vypracovala Strelow & Davidson (2002) potvrzuje, že introverti vykazují podstatně větší živost představ než extroverti.

Výsledky této diplomové práce jsou v rozporu s neuromuskulární teorií, u které Jacobson (1932) předpokládá, že v průběhu motorické imaginace dojde k alespoň k minimální periferní aktivaci svalů.

Budoucí měření by mělo být zaměřeno na větší imaginační zkušenosti testovaného souboru, které by nejprve byly ozřejměny vyplněním Dotazníku živosti pohybové imaginace s následným vyhodnocením a vybráním jednotlivců splňujících pouze určenou škálu hodnocení. Byl by sestaven výzkumný soubor ze sportovců se zaměřením na jeden konkrétní sport a větší pozornost by byla také zaměřena na jednotlivce stejné sportovní úrovně. Dále by se testování provádělo v jednu určenou denní dobu, před kterou by nebyla doba jídla nebo tréninku.

Výsledky této diplomové práce s odkazem na dotazníkové šetření naznačuje možnou nedůvěryhodnost dotazníkové metody, a proto by se budoucí měření mohlo zaměřovat spíše na přehrávání činností testovaným v podobě videozáznamů se sledováním EMG signálů.

Na **výzkumnou otázku je odpověděno záporně**, jelikož neexistuje rozdíl EMG signálem při relaxaci a pohybové imaginaci.

Výsledky diplomové práce zároveň odhalily enormně zajímavou skutečnost, která ukazuje, že muži mají větší velikost změny v průběhu EMG křivky v čase než ženy, u kterých bylo podstatně menší variační rozpětí EMG hodnot. Z výsledků mužů a žen v Tabulce 14 lze usuzovat, že nebyli schopni dostatečně sval relaxovat, nebo se mohlo stát, že v průběhu imaginace byli testovaní v hlubší relaxaci a tedy více soustředění, než při samotné relaxaci. Bylo tedy zjištěno, že variační rozpětí je závislé na pohlaví, proto jsou v Tabulce 17 vyhodnoceni muži i ženy zvlášť.

V době zpracování diplomové práce nebyl nalezen žádný výzkum potvrzující významnější výsledky u jednoho nebo druhého pohlaví. Většina výzkumů je zaměřena pouze na poměrně malý vzorek, u kterého nebyla tato zajímavost řešena, nebo se týkaly měření pouze u jednoho pohlaví.

ZÁVĚR

Pohybová imaginace stále významněji nalézá své uplatnění ve sportu, a je využívána ať samotnými sportovci, nebo trenéry ve sportovní přípravě. Dále je imaginace často zařazována do rehabilitačního programu, ve kterém se uplatňuje její nulová fyzická aktivita, a tudíž provedení pohybů je bez omezení.

Diplomová práce byla zaměřena na zjišťování změn EMG signálu v průběhu vyplňování Dotazníku živosti pohybové imaginace u 25 studentů z Centra tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Jejich věková hranice se pohybovala v rozmezí od 19 do 26 let a podmínkou testování bylo studium na uvedené katedře. Testování se zúčastnilo 14 mužů a 11 žen a probíhalo od prosince 2019 do února 2020 v laboratoři Centra tělesné výchovy. Byl sledován EMG signál musculus tibialis anterior levé dolní končetiny za současného vyplňování modifikovaného dotazníku VMIQ-2. Imaginaci každé pohybové činnosti předcházela část relaxační. Mezi jednotlivými představami byl daný pohyb ohodnocen na stupnici od 1 do 5 (1 – dokonale jasná a reálná, 5 – vůbec žádná imaginace, jen vědomí, že je na danou dovednost myšleno).

V práci byly stanoveny 3 hypotézy, které předpokládaly, že dojde ke změně EMG signálu mezi relaxací a imaginací v průběhu interní vizuální, externí vizuální a kinestetické imaginace. Z výsledků práce, které byly vyhodnocovány na základě získaných dat a jejich statistického zpracování, nebyla ani jedna z uvedených hypotéz potvrzena. Výzkumná otázka byla zodpověděna záporně, jelikož v uvedené diplomové práci vyšel neexistující rozdíl EMG signálu mezi relaxací a pohybové imaginací.

U externí vizuální imaginace bylo zajímavé, že testovaní výrazněji využívali odpověď 2 (jasná a celkem reálná představa) v porovnání s 1 a 3 (1 – dokonale jasná a reálná, 3 – středně jasná a reálná představa). Naopak v interní vizuální imaginaci byla výrazněji využívána 1 v porovnání s 2 a 3. A naposledy v kinestetické došlo k relativně vyrovnané využívání 1 a 2.

Výsledky práce zároveň odhalily, že muži mají větší velikost změny v průběhu EMG křivky v čase než ženy. Tato enormní zajímavost dává podnětný impuls pro budoucí výzkum, proč k tomu tak došlo, jelikož v době zpracování diplomové práce nebyl na toto téma nalezen žádný výzkum.

Při řešení výsledků bylo postupně zjišťováno a uvědomováno si, že hodnocení imaginace pro sportovce méně „přirozeného“ pohybu (myšleno pohybu, který není prováděn rutinně každý den) je možná složitější, a to právě z důvodu, že se jedná o nestandardní pohyb, na který se musejí více soustředit. Větší soustředěností si dokážou daný pohyb a pocity při jeho provádění lépe představit, než při pohybech, které provádějí běžně a jsou přirozenou součástí jejich tréninku. Při pohledu na výsledky se ukázalo, že pro hodnocení imaginace je pro testované paradoxně lepší ta představa pohybu, která je pro ně méně přirozená, než pohyby, které dělají automaticky. Při posuzování správnosti výsledků je třeba uvést, že mohlo dojít k ovlivnění EMG signálu výkonu prováděnými před testováním, ale také psychickým rozpoložením testovaných osob. Vzhledem ke školním povinnostem testovaných bylo měření přizpůsobováno jejich volnému času mezi výukou či zkouškami. Výsledky mohly být ale také ovlivněny špatnou představivostí některých testovaných osob.

Cíl a úkoly uvedené diplomové práce byly splněny. Získané výsledky mohou přispět k budoucímu výzkumu na rozšířené téma, jelikož kombinací fyzického cvičení a správné realizace představy pohybu dochází ke zdokonalování dosavadního motorického výkonu, ale zároveň k získání nových pohybových funkcí. Například v rámci rehabilitace je imaginace pohybu často využívána u imobilních pacientů, protože napomáhá k navrácení oslabených či úplně ztracených funkcí, nebo ke zvýšení svalové síly a rozsahu pohybu.

Do budoucna by například bylo zajímavé porovnat testování stanovených pohybových činností v sedu a ve stoji, jelikož někteří autoři popisují, že výchozí pozice při imaginaci by se měla shodovat s pozicí, ve které je pohyb skutečně realizován.

RESUMÉ

Vzniklá diplomová práce je zaměřena na zjištění, zda dochází ke změně EMG signálu mezi relaxací a pohybovou imaginací, nakolik je subjektivně reálná pohybová imaginace respondentů při vyplňování modifikovaného Dotazníku živosti pohybové imaginace a zdali tedy existuje rozdíl EMG signálu mezi relaxací a pohybovou imaginací. Výzkumný soubor se skládal z 25 studentů Centra tělesné výchovy a sportu Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, jejichž věková hranice byla od 19 do 25 let. Při testování byl sledován EMG signál m. tibialis anterior levé dolní končetiny za současného vyplňování modifikovaného dotazníku VIMQ-2, přičemž mezi jednotlivými představami byl daný pohyb ohodnocován na stupnici od 1 do 5. V uvedené práci byl porovnáván EMG signál mezi relaxací a imaginací v průběhu interní vizuální imaginace, externí vizuální imaginace a kinestetické imaginace. Výsledky ukázaly, že rozdíly průměrů mezi relaxací a jednotlivými druhy imaginace (interní vizuální imaginace, externí vizuální imaginace a kinestetická imaginace) jsou statisticky nevýznamné a tudíž nebyl prokázán rozdíl mezi relaxací a pohybovou imaginací. Výsledky však prokázaly další velmi zajímavé zjištění a to vliv pohlaví na velikost změny EMG křivky v čase, jelikož se ukázalo, že muži mají větší velikost změny v průběhu EMG křivky v čase než ženy, u kterých bylo podstatně menší variační rozpětí EMG hodnot.

SUMMARY

The resulting diploma thesis is focused on finding out whether there is a change in the EMG signal between relaxation and movement imagination and how much the subjective real imagination of respondents is when filling out the modified Questionnaire of the liveliness of movement imagination. So whether there is a difference in the EMG signal between relaxation and movement imagination. The research group consisted of 25 students of the Center for Physical Education and Sport, Faculty of Education, University of West Bohemia in Pilsen, whose age limit was from 19 to 25 years. During testing, the EMG signal of the tibialis anterior muscle of the left lower limb was monitored while completing the modified VIMQ-2 questionnaire, and the movement was evaluated on a scale from 1 to 5 between the individual images. internal visual imagination, external visual imagination and kinesthetic imagination. The results showed that the differences in averages between relaxation and individual types of imagination (internal visual imagination, external visual imagination and kinesthetic imagination) are statistically insignificant and therefore no difference between relaxation and movement imagination has been demonstrated. However, the results showed another very interesting finding, namely the effect of gender on the magnitude of the change in the EMG curve over time, as it was shown that men have a greater magnitude of change over the EMG curve over time than women who had a significantly smaller variation range of EMG values.

SEZNAM LITERATURY

- Acharya, S., & Shukla, S. (2012). Mirror neurons: Enigma of the metaphysical modular brain. *Journal Of Natural Science, Biology And Medicine*, 3(2), 118-124. doi: 10.4103/0976-9668.101878
- Ambler, Z. (2011). *Základy neurologie: [učebnice pro lékařské fakulty]* (7. vyd). Galén.
- Aoyama, T., & Kaneko, F. (2011). The effect of motor imagery on gain modulation of the spinal reflex. *Brain Research*, 1372, 41-48. doi: 10.1016/j.brainres.2010.11.023
- Bakker, F. C., Boschker, M. S. J., & Chung, T. (1996). Changes in muscular activity while imagining weight lifting using stimulus or response propositions. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18, 313-324. doi: 10.1123/jsep.18.3.313
- Bakker, M., Overeem, S., Snijders, A., H., Borm, G., van Elswijk, G., Toni, I., & Bloem, B., R. (2008). Motor imagery of foot dorsiflexion and gait: Effect on corticospinal excitability. *Clinical Neurophysiology*, 119(11), 2519-2527. doi: 10.1016/j.clinph.2008.07.282
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2007). *Neuroscience: Exploring the brain* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins Publishers.
- Cuesta-Vargas, Á., Martín-Martín, J., Pérez-Cruzado, D., Cano-Herrera, C., I., Güeita Rodríguez, J., Merchán-Baeza, J., A., & González-Sánchez, M. (2020). Muscle Activation and Distribution during Four Test/Functional Tasks: A Comparison between Dry-Land and Aquatic Environments for Healthy Older and Young Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(13), 4696. doi: 10.3390/ijerph17134696
- Čapek, L., Hájek, P., Henyš, P. et al. (2018) *Biomechanika člověka*. Grada.
- Čihák, R. (2011). *Anatomie I. Třetí, upravené a doplněné vydání*. Praha: Grada.
- Dai, S. (2020, July 02). Tibialis anterior muscle. *Kenhub*, [cit. 2020-07-14]. Dostupné z <https://www.kenhub.com/en/library/anatomy/tibialis-anterior-muscle>
- Decety, J. (1996). Do imagined and executed actions share the same neural substrate? *Cognitive Brain Research*, 3(2), 87-93. doi: 10.1016/0926-6410(95)00033-X

Decety, J., Jeannerod, M., Germain, M., & Pastene, J. (1991). Vegetative response during imagined movement is proportional to mental effort. *Behavioural Brain Research*, 42(1), 1-5. doi: 10.1016/s0166-4328(05)80033-6

De Luca, C. J. (1997). The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics*, 13(2), 135-163. [cit. 2020-07-14]. Dostupné z <https://www.delucafoundation.org/download/bibliography/de-luca/078.pdf>

Dickstein, R., & Deutsch, J. E. (2007). Motor Imagery in Physical Therapist Practice. *Physical Therapy*, 87(7), 942-953. doi: 10.2522/ptj.20060331

Dijkerman, H. C., Letswaart, M., Johnston, M., & MacWalter, R. S. (2004). Does motor imagery training improve hand function in chronic stroke patients? A pilot study. *Clinical Rehabilitation*, 18(5), 538-549. doi: 10.1191/0269215504cr769oa

Driskell, J. E., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal Of Applied Psychology*, 79(4), 481-492. doi: 10.1037/0021-9010.79.4.481

Dufek, J. (1995). *Elektromyografie*. Brno: Institut pro další vzdělávání pracovníků ve zdravotnictví.

Enoka, R. M. (2008). *Neuromechanics of Human Movement*. Human Kinetics.

Fadiga, L., Buccino, G., Craighero, L., Fogassi, L., Gallese, V., & Pavesi, G. (1999). Corticospinal excitability is specifically modulated by motor imagery: A magnetic stimulation study. *Neuropsychologia*, 37(2), 147-158. doi: 10.1016/S0028-3932(98)00089-X

Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy (2018, January 24). *Elektromyografie*. [cit. 2020-07-13]. Dostupné z <https://ftvs.cuni.cz/FTVS-1512.html>

Gregg, M., Hall, C., McGowan, E., & Hall, N. (2011). The Relationship between Imagery Ability and Imagery Use among Athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*, 23(2), 129-141. doi:10.1080/10413200.2010.544279

Gulyaeva, N. V. (2017). Molecular mechanisms of neuroplasticity: An expanding universe. *Biochemistry (Moscow)*, 82(3), 237-242. doi: 10.1134/s0006297917030014

- Hale, B., D. (1982) The Effects of Internal and External Imagery on Muscular and Ocular Concomitants. *Journal of Sport Psychology*, 4(4), 379-387. doi: 10.1123/jsp.4.4.379
- Hanakawa, T., Immisch, I., Toma, K., Dimyan, M. A., Van Gelderen, P., & Hallett, M. (2003). Functional Properties of Brain Areas Associated With Motor Execution and Imagery. *Journal Of Neurophysiology*, 89(2), 989-1002. doi: 10.1152/jn.00132.2002
- Hodaň, B. (2000). *Tělesná kultura - sociokulturní fenomén: východiska a vztahy*. Univerzita Palackého.
- Hudák, R., & Kachlík, D. et al. (2013). *Memorix anatomie* (Vyd. 2). Triton.
- Cho, H. -young, Kim, J. -sun, & Lee, G. -C. (2013). Effects of motor imagery training on balance and gait abilities in post-stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 27(8), 675-680. doi: 10.1177/0269215512464702
- Chráška, M. (2016). *Metody pedagogického výzkumu: základy kvantitativního výzkumu*. (2., aktualizované vydání). Praha: Grada.
- Jacobson, E. (1932). Electrophysiology of Mental Activities. *The American Journal of Psychology*, 44, 677-694. doi: 10.2307/1414531
- Jeannerod, M. (1995). Mental imagery in the motor context. *Neuropsychologia*, 33(11), 1419-1432. doi: 10.1016/0028-3932(95)00073-c
- Kaiser, R. et al. (2016). *Chirurgie hlavových a periferních nervů s atlasem přístupů*. Grada.
- Kavková, V., & Vičar, M. (2014). *Příručka pro využití imaginace pro sportovní psychology a trenéry: dotazník živosti pohybové imaginace (VMIQ-2)*. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kawasaki, T. (2017). Clinical Application of Motor Imagery Training. *Neurological Physical Therapy*. doi:10.5772/67518
- Kilner, J. M., & Lemon, R. N. (2013). What We Know Currently about Mirror Neurons. *Current Biology*, 23(23), R1057-R1062. doi: 10.1016/j.cub.2013.10.051
- Keller, O. (1998). *Elektromyografie: možnosti jehlové elektromyografie v diagnostice nervosvalových onemocnění*. Praha:Triton.
- Keller, O. (1999). *Obecná elektromyografie*. Praha: Triton.

- Kobelt, M., Wirth, B., & Schuster-Amft, C. (2018). Muscle Activation During Grasping With and Without Motor Imagery in Healthy Volunteers and Patients After Stroke or With Parkinson's Disease. *Frontiers in Psychology*, 9: 597. doi: 10.3389/fpsyg.2018.00597
- Kolář, P. et al. (2009). *Rehabilitace v klinické praxi*. Galén.
- Kračmar, B., Chrástková, M., & Bačáková, R. (2016). *Fylogeneze lidské lokomoce*. Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum.
- Králíček, P. (2011). *Úvod do speciální neurofyzologie*. (3., přeprac. a rozš. vyd). Galén.
- Krobot, A., & Kolářová, B. (2011). *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci.
- Kučera, D. (2013). *Moderní psychologie: hlavní obory a témata současné psychologické vědy*. Grada.
- Kuks, J., & Snoek, J. (2012). *Klinische neurologie: Clinical neurology*. BSL.
- Kulišťák, P. (2011). *Neuropsychologie* (2., aktualiz. a přeprac. vyd). Portál.
- Lanciego, J. L., Luquin, N., & Obeso, J. A. (2012). Functional Neuroanatomy of the Basal Ganglia. *Cold Spring Harbor Perspectives In Medicine*, 2(12), a009621-a009621. doi: 10.1101/cshperspect.a009621
- Linkovski, O., Katzin, N., & Salti, M. (2016). Mirror Neurons and Mirror-Touch Synesthesia. *The Neuroscientist*, 23(2), 103-108. doi:10.1177/1073858416652079
- Mahoney, M., J., & Avenier, M. (1977) Psychology of the elite athlete: An exploratory study. *Cognitive Therapy and Research*, 1, 135-141. doi: 10.1007/bf01173634
- Malcolm, D. (2008). *The SAGE dictionary of sports studies*. SAGE.
- Malouin, F., & Richards, C. L. (2010). Mental Practice for Relearning Locomotor Skills. *Physical Therapy*, 90(2), 240-251. doi: 10.2522/ptj.20090029
- Masuda, T., & Sadoyama, T. (1991). Distribution of innervation zones in the human biceps brachii. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 1(2), 107-115. doi: 10.1016/1050-6411(91)90004-o

- Middleton, F. (2000). Basal ganglia and cerebellar loops: motor and cognitive circuits. *Brain Research Reviews*, 31(2-3), 236–250. doi: 10.1016/s0165-0173(99)00040-5
- Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in sport*. Human Kinetics.
- Mulder, T., de Vries, S., & Zijlstra, S. (2005). Observation, imagination and execution of an effortful movement: more evidence for a central explanation of motor imagery. *Experimental Brain Research*, 163(3), 334-351. doi: 10.1007/s00221-004-2179-4
- Oh, S., J. (2003). *Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies* (3rd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Orel, M., & Procházka, R. (2017). *Vyšetření a výzkum mozku: pro psychology, pedagogy a další nelékařské obory*. Grada.
- Pastucha, D. (2011). *Pohyb v terapii a prevenci dětské obezity*. Grada.
- Pelphrey, K. A., Mitchell, T. V., McKeown, M. J., Goldstein, J., Allison, T., & McCarthy, G. (2003). Brain Activity Evoked by the Perception of Human Walking: Controlling for Meaningful Coherent Motion. *The Journal Of Neuroscience*, 23(17), 6819-6825. doi: 10.1523/JNEUROSCI.23-17-06819.2003
- Penhaker, M., & Imramovský, M. (2013). *Zdravotnické elektrické přístroje*. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava.
- Roberts, R., Callow, N., Hardy, L., Markland, D., & Bringer, J. (2008). Movement Imagery Ability: Development and Assessment of a Revised Version of the Vividness of Movement Imagery Questionnaire. *Journal Of Sport And Exercise Psychology*, 30(2), 200-221. doi: 10.1123/jsep.30.2.200
- Shaw, D., Gorely, T., & Corban, R. (2005). *Sport and exercise psychology*. BIOS Scientific Publishers.
- Sheikh, A. A., & Korn, E. R. (1994). *Imagery in sports and physical performance*. Amityville, N.Y: Baywood Pub. Co.

Simonsmeier, B. A., & Buecker, S. (2016). Interrelations of Imagery Use, Imagery Ability, and Performance in Young Athletes. *Journal Of Applied Sport Psychology*, 29(1), 32-43. doi: 10.1080/10413200.2016.1187686

Singer, R. N., Hausenblas, H. A., & Janelle, C. M. (2001). *Handbook of sport psychology*. John Wiley & Sons Inc.

Slimani, M., Tod, D., Chaabene, H., Miarka, B., & Chamari K. (2016). Effects of Mental Imagery on Muscular Strength in Healthy and Patient Participants: A Systematic Review. *Journal of Sports Science & Medicine*, (15)3, 434-450, [cit. 2020-07-15]. Dostupné z <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4974856/>

Stegeman, D., & Hermens, H. (2007). *Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM)*. Dostupné z https://www.researchgate.net/profile/Hermie_Hermens/publication/228486725_Standards_for_surface_electromyography_The_European_project_Surface_EMG_for_non-invasive_assessment_of_muscles_SENIAM/links/09e41508ec1dbd8a6d000000/Standards_for_surface_electromyography_The_European_project_Surface_EMG_for_non-invasive_assessment_of_muscles_SENIAM.pdf

Strelow, B., R., & Davidson, W., B. (2002). Introversion – ExtraVersion, Tempo, and Guided Imagery. *Psychological Reports*, 90(2), 619-626. doi: 10.2466/pr0.2002.90.2.619

Švestková, O., Angerová, Y., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2017). *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy*. Grada Publishing.

Taylor, J. (2012, November 6). Sport Imagery: Athletes' Most Powerful Mental Tool. *Psychology today*, [cit. 2020-07-15]. Dostupné z <https://www.psychologytoday.com/intl/blog/the-power-prime/201211/sport-imagery-athletes-most-powerful-mental-tool>

Taylor, J., M. (2016, July 25). Mirror Neurons After a Quarter Century: New light, new cracks. *Harvard University The Graduate School of Arts and Sciences* [cit. 2020-07-10]. Dostupné z <http://sitn.hms.harvard.edu/flash/2016/mirror-neurons-quarter-century-new-light-new-cracks/>

Tod, D., Thather, J., & Rahman, R. (2010) *Sport Psychology*. London: Palgrave Macmillan

Vahdat, S., Lungu, O., Cohen-Adad, J., Marchand-Pauvert, V., Benali, H., & Doyon, J. (2015). Simultaneous Brain–Cervical Cord fMRI Reveals Intrinsic Spinal Cord Plasticity during Motor Sequence Learning. *Plos Biology*, 13(6), e1002186. doi: 10.1371/journal.pbio.1002186

Véle, F. (2006). *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. (Vyd. 2., V Tritonu 1.). Triton.

Vlčková, E., Bednařík, J. (2017). Současný pohled na kontraindikace a komplikace elektromyografie. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie*. 80(1), 43-48. ISSN 1210-7859.

Weinberg, R. S., & Gould, D. (2015). *Foundations of sport and exercise psychology* (6th ed.). Human Kinetics.

White, A., & Hardy, L. (1998). An in-depth analysis of the uses of imagery by high-level slalom canoeists and artistic gymnasts. *The Sport Psychologist*, 12(4), 387–403.

Winter, D., A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement* (4th ed.). Hoboken N. J.:Wiley

Yao, W., X., Ranganathan, V., K., Allexandre, D., Siemionow, V., & Yue, G., H. (2013). Kinesthetic imagery training of forceful muscle contractions increases brain signal and muscle strength. *Frontiers in human neuroscience*, 7:561. doi: 10.3389/fnhum.2013.00561

Ziv, G., Lidor, R., Arnon, M., & Zeev, A. (2017). The Vividness of Movement Imagery Questionnaire (VMIQ-2) – Translation and Reliability of a Hebrew Version. *Israel Journal of Psychiatry*, 54(2), 48-53.

Zvárová, J. (2002). *Základy statistiky pro biomedicínské obory*. Praha: Karolinum.

SEZNAM ZKRATEK

cm – centimetr

CNS – centrální nervová soustava

EMG – elektromyografie

EMG signál – elektromyografický signál

EMG vyšetření – elektromyografické vyšetření

ISM – model trojího kódování

kg – kilogram

mV – milivolt

m. – musculus

MIQ – Movement Imagery Questionnaire

např. – například

SEMG – povrchová elektromyografie

SIAM – Sport Imagery Ability Measure

SIQ – Sport Imagery Questionnaire

tvz. – takzvaný

VMIQ – Vividness of Movement Imagery Questionnaire

VMIQ-2 – Vividness of Movement Imagery Questionnaire 2

SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK, GRAFŮ A PŘÍLOH

Obrázek 1: Reakce zrcadlového neuronu na uchopení míčku (Taylor, 2016)	10
Obrázek 2: Stanovení EMG elektrod (Oh, 2003)	25
Obrázek 3: Anatomické zobrazení musculus tibialis anterior (Dai, 2020).....	29
Obrázek 4: Uložení elektrod na Musculus tibialis anterior (Cuesta-Vargas et al., 2020) ...	30

Tabulka 1: Popis proměnných využívaných ve výsledcích diplomové práce	32
Tabulka 2: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, chůze	33
Tabulka 3: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, běh.....	33
Tabulka 4: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, kopnutí do kamínku	34
Tabulka 5: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr hodnot, běh nahoru po schodech	34
Tabulka 6: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, běh z kopce	34
Tabulka 7: Výsledky Spearmanovy pořadové korelace – průměr EMG hodnot, seskok z vysoké zdi	35
Tabulka 8: Četnost odpovědí u hodnocení externí vizuální imaginace.....	36
Tabulka 9: Četnost odpovědí u hodnocení interní vizuální imaginace	37
Tabulka 10: Četnost odpovědí u hodnocení kinestetické imaginace.....	38
Tabulka 11: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání rozdílu proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem externích vizuálních imaginací	39
Tabulka 12: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání rozdílu proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem interních vizuálních imaginací.....	40
Tabulka 13: Výsledky Wilcoxonova párového testu pro porovnání proměnných mezi průměrem relaxací a průměrem kinestetických imaginací	40
Tabulka 14: Výsledky Mann – Whitney U Testu, variační rozpětí (porovnání mužů a žen)	41
Tabulka 15: Deskriptivní statistika – variační rozpětí, celý soubor (velikost změny průběhu EMG křivky v čase).....	42
Tabulka 16: Deskriptivní statistika – variační rozpětí u žen a mužů (velikost změny průběhu EMG křivky v čase).....	43
Tabulka 17: Vyhodnocení zvlášť mužů a žen	44

Graf 1: Četnost odpovědí u hodnocení externí vizuální imaginace.....	36
Graf 2: Četnost odpovědí u hodnocení interní vizuální imaginace	37
Graf 3: Četnost odpovědí u hodnocení kinestetické imaginace	38

Příloha 1: Záznamový arch – osobní anamnéza testovaných	I
Příloha 2: Modifikovaný Dotazník živosti pohybové imaginace (v anglickém originále Roberts et al., 2008)	II

PŘÍLOHY

Příloha 1: Záznamový arch – osobní anamnéza testovaných

Pořadí a jméno	Pohlaví (x/y)	Váha	Výška	Věk	Datum měření
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					
7.					
8.					
9.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
21.					
22.					
23.					
24.					
25.					

Zdroj: vlastní zpracování

Příloha 2: Modifikovaný Dotazník živosti pohybové imaginace (v anglickém originále Roberts et al., 2008)

Příloha

Úkol	Jako pozorovatel zvenčí sledujete, jak pohyb provádíte (externí vizuální imaginace)					Provádíte pohyb a přitom se díváte vlastníma očima (interní vizuální imaginace)					Pocity, které provázejí provádění pohybu (kinestetická imaginace)				
	Dokonalé jasná a reálná (jako skutečné vidění)	Jasná a celkem reálná	Středně jasná a reálná	Nejasná a neurčitá	Vůbec žádná, jen víte, že na danou dovednost myslíte	Dokonalé jasná a reálná (jako skutečné vidění)	Jasná a celkem reálná	Středně jasná a reálná	Nejasná a neurčitá	Vůbec žádná, jen víte, že na danou dovednost myslíte	Dokonalé jasná a reálná (jako skutečné vidění)	Jasná a celkem reálná	Středně jasná a reálná	Nejasná a neurčitá	Vůbec žádná, jen víte, že na danou dovednost myslíte
1. Chůze	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2. Běh	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3. Kopeček se korymbelem	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
4. Ohnutí se zpět	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
5. Běh nahoru po schodech	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6. Odložení zbraně	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
7. Hození kamene do vody	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
8. Přeskok přes příkop	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
9. Běh z kopce	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10. Jízda na kole	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
11. Zhoštění na proužku	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5	1	2	2	4	5
12. Seskok z vysoké zdi	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

Kavková, Vičar

/ 27

Zdroj: Kavková, Vičar (2014)