

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Bc. Patricie Hudcovičová

Využití představy pohybu u profesionálních sportovců

Diplomová práce

Vedoucí práce: Mgr. Marek Tomsa

Olomouc 2022

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod odborným vedením
Mgr. Marka Tomsy a použila jsem jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 20. 5. 2022

.....

podpis

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Mgr. Marku Tomsovi za odborné vedení a rady. Také bych chtěla poděkovat paní Mgr. Kateřině Langové, Ph.D. za pomoc se statistickým zpracováním dat.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: diplomová

Téma práce: Využití představy pohybu u profesionálních sportovců

Název práce: Využití představy pohybu u profesionálních sportovců

Název práce v AJ: Use of the Motor Imagery in Professional Athletes

Datum zadání: 2021-01-31

Datum odevzdání: 2022-05-20

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Bc. Patricie Hudcovičová

Vedoucí práce: Mgr. Marek Tomsa

Oponent práce: Mgr. Miroslav Haltmar

Abstrakt v ČJ: Představa pohybu je kognitivní proces pro vytváření motorických akcí, ale také technikou zvyšující výkon, která je využívána sportovci. Jedná se o mentální techniku, která může být vytríbená praxí a může být využívána mnoha způsoby. Hlavní funkcí představy je napomáhání seberegulace myšlenek, pocitů a chování. Představa sdílí neurální a behaviorální podobnost se skutečnou zkušeností. Do výzkumu bylo zařazeno šest profesionálních tenistů a šest nespportovců. Výzkum byl zaměřen na sledování aktivity svalů pomocí EMG. Sledovanými svaly byly: m. pectoralis major, m. deltoideus pars clavicularis, m. biceps brachii a m. trapezius pars descendens. Měřena byla aktivita v klidu, kdy si probandi zpívali píseň „Hodně štěstí, zdraví“ a aktivita při představě pohybu do horizontální addukce. Cílem práce bylo posoudit rozdíl svalové aktivity vybraných svalů mezi sportovci a nespportovci a možnost využití představy u sportovců. Výsledky práce ukazují, že se svalová aktivita při představě pohybu horní končetiny do horizontální addukce u sportovců a nespportovců liší (při porovnání s klidovými hodnotami). U některých svalů došlo ke snížení svalové aktivity a u jiných ke zvýšení svalové aktivity. Statisticky významné rozdíly však nebyly potvrzeny u žádného ze svalů.

Abstrakt v AJ: Imagery is a cognitive process for creating motor actions, but also a performance-enhancing technique that is used by athletes. It is a mental technique that can be refined in practice and can be used in many ways. The main function of imagery is to help self-regulate thoughts, feelings and behavior. Imagery shares neural and behavioral similarities with real experience. Six professional tennis players and six non-athletes were included in the research. The research was focused on monitoring muscle activity using EMG. The muscles

monitored were: m. pectoralis major, m. deltoideus pars clavicularis, m. biceps brachii and m. trapezius pars descendens. The activity at rest was measured, when the probands sang the song "Happy birthday" and the activity during imagery to horizontal adduction. The aim of the work was to assess the difference in muscle activity of selected muscles between athletes and non-athletes and the possibility of using imagery in athletes. Results of the work show that the muscle activity during imagery of upper limb movement to horizontal adduction differs in athletes and non-athletes (compared to resting values). Some muscles have decreased muscle activity and others have increased muscle activity. However, statistically significant differences were not confirmed in any of the muscles.

Klíčová slova v ČJ: představa, představa pohybu, tenis, sport, elektromyografie

Klíčová slova v AJ: imagery, motor imagery, tennis, sport, electromyography

Rozsah: 67 stran

Obsah

Obsah	6
Úvod	8
1 Představa pohybu	9
1.1 Jeannerodova teorie sumace	9
1.2 Mentální rotace	9
2 Sport - tenis	11
2.1 Fyzické nároky na hráče	11
2.2 Tenisové údery	11
2.2.1 Forehand	11
2.2.2 Backhand	13
2.2.3 Servis	13
3 Motorické učení	14
4 Představa pohybu ve sportu	16
4.1 Martinův model představy pohybu	17
4.2 Munroeův model představy pohybu	17
4.3 Jacksonův model představy pohybu	18
4.4 PETTLEP model představy pohybu	18
4.5 The Motor Imagery Integrative Model in Sports (MIIMS) neboli Spojený model představy pohybu ve sportu	19
4.6 Role představy pohybu ve výkonu – definování představy a její charakteristiky	23
4.7 Role představy pohybu ve výkonu – funkční ekvivalence	26
5 Hodnocení kvality motorické představitosti	29
6 Zrcadlové neurony	30
7 Povrchová elektromyografie	31
7.1 Faktory ovlivňující kvalitu elektromyografického signálu	31
7.2 Analýza a zpracování signálu	32
8 Cíle a hypotézy	33
8.1 Cíle práce	33
8.2 Hypotézy	33
9 Průběh měření	34
9.1 Charakteristika testovaných subjektů	34
9.2 Hodnocení kvality motorické představitosti	34

9.3	Příprava probandů před měřením	34
9.4	Výchozí pozice	35
9.5	Vlastní průběh měření	35
9.6	Zpracování a hodnocení elektromyografického záznamu	35
9.7	Statistické zpracování dat.....	36
10	Výsledky	37
10.1	Vyjádření k hypotézám dle statistického vyhodnocení	38
11	Diskuse	41
11.1	Změny svalové aktivity při představě pohybu	41
11.2	Zapojení mozkových center při představě.....	42
11.3	Přínos do praxe.....	44
11.4	Diskuse k výsledkům práce.....	48
11.5	Limity výzkumu	49
	Závěr.....	50
	Referenční seznam.....	51
	Seznam zkratk.....	61
	Seznam tabulek.....	62
	Seznam obrázků.....	62
	Seznam grafů	62
	Seznam příloh	62
	Přílohy	63

Úvod

Představa pohybu je široce využívána ve sportu i v rehabilitaci. Dělí se na vizuální a kinestetickou představu. Představa pohybu by měla zahrnovat nervové mechanismy podobné těm, které fungují během provádění pohybu. Tato práce je zaměřena na zkoumání využití představy ve sportu. Výzkum je pak dále zaměřen na jeden vybraný sport, a to tenis.

V tomto výzkumu je využíváno měření pomocí povrchové elektromyografie, která umožňuje snímání aktivity několika svalů současně.

Cílem práce je zhodnotit, zda je u profesionálních sportovců větší svalová aktivita vybraných svalů (m. pectoralis major, m. deltoideus pars clavicularis, m. biceps brachii a m. trapezius pars descendens) během představy pohybu než u nespportovců za pomoci povrchové elektromyografie a vyhodnotit možnosti využití představy pohybu u profesionálních sportovců.

Při vyhledávání literatury byly využita tato klíčová slova: představa, představa pohybu, sport, tenis, elektromyografie a jejich anglické ekvivalenty: imagery, motor imagery, sport, tennis, electromyography.

Využívány byly tyto internetové databáze: PubMed, Medvik, Science direct, Google Scholar a EBSCO.

Při vyhledávání bylo celkově nalezeno 480 zdrojů, z nichž bylo v této práci využito 102 z toho 96 zdrojů v anglickém jazyce a 6 v českém jazyce.

Do výzkumu bylo zařazeno 6 profesionálních sportovců a 6 nespportovců ve věku 20-30 let.

1 Představa pohybu

Představa pohybu se může dělit na vizuální a kinestetickou neboli motorickou představu. Kinestetická představa pohybu je dynamický duševní stav, během kterého je pohyb nacvičován v paměti bez zjevného motorického výstupu (Madan a Singhal, 2012, str. 211-229; Moran et al., 2012, str. 224-247). Vizuální představa pohybu je chápána jako simulační proces, pomocí kterého můžeme reprezentovat percepční informace v mysli při absenci odpovídajícího smyslového inputu (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Munzert et al. 2009, str. 306-326).

Představa pohybu se využívá ve sportu i v rehabilitaci. Využit se dá například při rehabilitaci po úrazech, u Parkinsonovy nemoci, po cévní mozkové příhodě, u low back pain, spinal cord injury a bolestivých stavů (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Guillot, Collet, 2008, str. 31-44).

1.1 Jeannerodova teorie sumace

Dle Jeannerodovy teorie sumace je motorický systém součástí kognitivní sítě, která zahrnuje psychické činnosti jako je představa jednání, učení pozorováním a pokus o porozumění chování ostatních lidí. Představy pohybu jsou jen neprováděnými akcemi (Guillot et al., 2013, str. 1-8; Jeannerod, 1994, str. 187-202, 2001, str.103-109, 2004, str. 376-402).

Jeannerod (2001, str. 103-109) říká, že představa pohybu by měla zahrnovat nervové mechanismy podobné těm, které fungují během provádění pohybu. To je známo jako hypotéza „funkční ekvivalence“ a naznačuje, že představa pohybu a provedení pohybu jsou funkčně ekvivalentní (Guillot et al., 2013, str. 1-8; Jeannerod, 1994, str. 187-202, 2001, str. 103-109, 2004, str. 376-402). Provedení pohybu zahrnuje 2 fáze zpracování. První fáze zahrnuje cíl, plán pohybu, motorický program a očekávané důsledky pohybu. Ve 2. fázi dochází k fyzickému provedení pohybu. Během představy je však motorický systém udržován „offline“ (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159).

Výzkum magnetické stimulace ukazuje, že představa pohybu vyvolává kortikospinální excitabilitu, o čemž svědčí zvýšení amplitudy evokovaných potenciálů podněcovaných primární motorickou kůrou. To naznačuje, že představa pohybu zahrnuje fázi implementace nebo simulace stejně jako čistě motorickou fázi (Chong, Stinear, 2017, str. 1776-1784; Lebon et al., 2018, str. 689-700).

Na základě této teorie vznikly úvahy o představě pohybu ve sportovním kontextu, které poskytují podrobnější znalosti o uskutečnění představy (Guillot, Collet, 2008, str. 31-44).

1.2 Mentální rotace

Měření individuálních schopností v představě je důležitým aspektem využívání vztahu mezi motorickou představou, zvýšením výkonu a rehabilitací (Madan, Singhal, 2012, str. 211-229).

Zkoumání neživých podnětů (např. písmena nebo 3D blokové figurky) vedlo k objevení mentální rotace neboli schopnosti mentálně manipulovat s dvourozměrnými nebo trojrozměrnými předměty, otáčet s nimi v libovolném směru a posouvat je v prostoru. Ukázalo se, že během mentální rotace některých předmětů jsou přítomny kinestetické pocity. To znamená, že vizuální představa ovlivňuje motorický systém. Kosslyn a Sussman (1995, str. 345) tvrdí, že vizuální představy jsou částečně transformovány motorickými procesy. Z výsledků studie využívající pozitronovou emisní tomografii (PET) při mentální rotaci vyplynulo, že lze využít dva mechanismy. Jeden z mechanismů posiluje procesy připravující motorické pohyby (Kosslyn et al, 1998, str. 151).

2 Sport - tenis

Tenis se během let vyvinul z éry dřevěných raket až do současné podoby rychlého a výbušného sportu založeného na výkonu, síle a rychlosti. Tenisoví hráči potřebují kombinaci aerobních a anaerobních dovedností, jako je rychlost, hbitost a výkon. Poměr tréninku a odpočinku se u profesionálních tenistů pohybuje v poměru 1:3 a 1:5. Profesionální tenisté by měli mít vyrovnané dovednosti ve čtyřech hlavních oblastech: taktické, technické, fyzické a psychologické. (Kovacs, 2007, str. 189).

2.1 Fyzické nároky na hráče

Při hře jsou na hráče kladeny vysoké fyzické i psychické nároky. Od hráče je vyžadována vytrvalost, ohebnost, síla, rychlost a pevnost. Proto je potřeba mít správně trénovaný svalový systém. Hráč by měl být pohotový, měl by umět rychle doběhnout k míči, vhodně se k míči postavit a měl by umět udržet rovnováhu potřebnou k provedení úderu. Hráč při hře často náhle mění směr pohybu. Klíčový je správný přenos sil z dolní poloviny těla na polovinu horní. Hru dále ovlivňují povrchy hřiště. Trénink je tedy nutné přizpůsobit různým povrchům. Na antuce je zásadní trénink vytrvalosti, zejména dolních končetin, z důvodu umožnění delších výměn. Na travnatém nebo tvrdém povrchu je zásadní trénink svalové síly, zde bývají výměny naopak kratší. Ideální je trénink kombinovat, aby byl hráč schopen přizpůsobení dle povrchu. (Roetert, Kovacs, 2014, str. 7-8, 12, 381; Elliott, 2006, 394-396; Fu et al, 2018, str. 1).

2.2 Tenisové údery

Rozlišujeme několik typů tenisových úderů. Forehand, který se dále dělí dle postavení na forehand v otevřeném nebo uzavřeném postavení. Backhand, který se dělí na backhand jednoruč nebo obouruč. Dalšími údery jsou servis neboli podání, smeč a volej neboli hra u sítě. Při tenisových úderech se v rámci horní končetiny nejčastěji zapojují tyto svaly: m. deltoideus, m. pectoralis major, m. biceps brachii, m. trapezius, svaly rotátorové manžety, extenzory zápěstí. Nejnáročnějším úderem v tenisu je podání, kdy jsou kladeny obrovské nároky na rameno a loket (Roetert, Kovacs, 2014, str. 7-12; Elliott et al., 2003, 85-86).

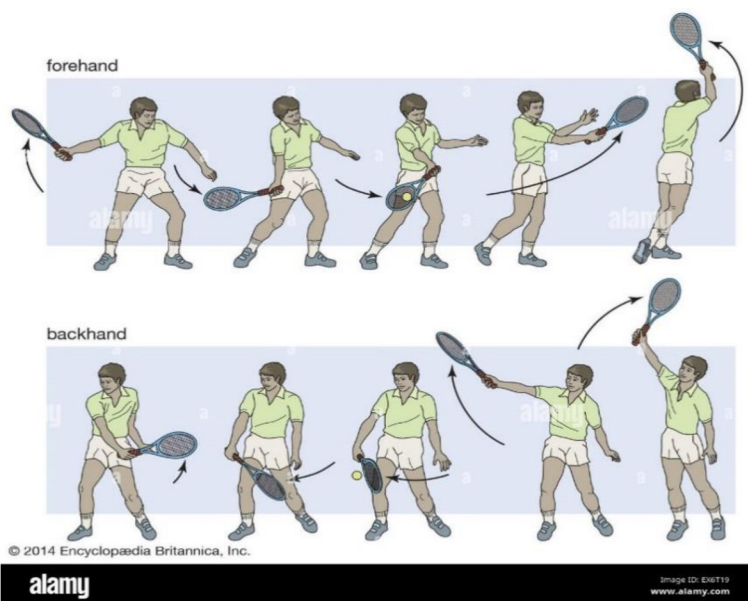
2.2.1 Forehand

Forehand (viz. obrázek 1, str.12) je oblíbeným úderem u většiny dnešních tenistů. Je často ústředním prvkem herního plánu pro obě strany zápasu. Dobrý forehand má obsahovat sílu, konzistenci, přesnost a rozmanitost. Umožňuje hráči přemoci soupeře, přejít z obrany do útoku pomocí jednoho úderu nebo postavit soupeře do defenzívy za účelem přechodu na síť. Forehand hraje velkou roli v procesu vyváženého pozemního úderu. V závislosti na individuálních silných a slabých stránkách jej hráč může použít útočně, aby mohl zůstat na místě až do správné

příležitosti nebo jej využije pro silnou obranu. Efektivní forehand je nejen o síle, ale také způsobu jeho využití. Za posledních několik desítek let se forehand vyvinul. Způsob, jakým dnes hráči odpalují míč se značně změnil. Technologie raket a pokroky ve správné technice udělaly z forehandu spíše trénink celého těla. Dnešní forehand je také závislý na velkém podání (Rive, Williams, 2012, str. 2).

Dnešním utkáním vládne na prvním místě forehand. I kdyby byl hráčovou nejsilnější zbraní backhand, tak jeho forehand musí být silný, aby mohl kontrolovat soupeřův forehand dostatečně dlouho a mohl svůj backhand efektivně použít. Kvalita forehandového úderu určuje útočnou a obranou povahu hráče a poskytuje hráči základ pro herní styl a plán. Cílem je mít skvělou techniku pro každou střelu, takže by se hráč měl snažit neustále zlepšovat. Hráči musí být schopni provádět různé útočné i obranné forehandy. Správná technika je pro zlepšování velmi důležitá. Hráč by si měl vybrat typ úchopu, postoj a úder (dráhu švihu), které odpovídají jeho cílům (Rive, Williams, 2012, str. 2).

Bez ohledu na to, jakou techniku forehandu hráč zvolí, musí správně využívat práci nohou a pozici těla, aby byl připraven odpálit míč. Rychlý a efektivní pohyb má za následek větší možnosti ovládnutí míče. Hráč by měl po celou dobu udržovat chodidla v pohybu. (Rive, Williams, 2012, str. 3).



Obrázek 1 Forehand a backhand jednoruč (Encyclopaedia Britannica Inc., 2014)

2.2.2 Backhand

Hráči mohou backhand použít pro získání vítězství, obranu, zpestření střely a pozvednutí hry na jinou úroveň. Pro některé je backhand úderem, kterým si přizpůsobují hru a pro jiné je doplněním a zajištěním rovnováhy. Využívají se dva typy backhandů: jednoruč (viz. obrázek 1, str. 12) a obouruč. Až do 70. let se backhand hrál téměř výrazně jednou rukou. Později počet obouručních hráčů výrazně vzrostl. Trenérům se zamlouvala přidaná síla a větší kontrola při používání obou rukou místo jedné (Rive, Williams, 2012, str. 30).

V současné době hráči používají oba typy a je na nich, zda si vyberou kompaktní pocit a sílu backhandu obouruč nebo větší dosah a flexibilitu backhandu jednoruč. Oba typy jsou oblíbené a efektivní, ale každý má své jedinečné přednosti. Výhody backhandu jednoruč jsou snazší zasáhnutí větší silou, snazší dosáhnutí na více úderů (včetně úderů mimo dosah a nízkých míčů) a snazší trefa dobrých úhlů. Mezi výhody backhandu obouruč patří snazší používání rukojeti, snazší zvládnutí síly potřebné k zasažení a výstřelu a snazší odpálení míčku s vyšším odrazem. Hráči se rozhodují, který typ použijí na základě stavby těla, rychlosti nohou, pocitu a potenciálního herního stylu (Rive, Williams, 2012, str. 30-31).

2.2.3 Servis

Servis neboli podání je jedním z nejdůležitějších úderů v tenise. Hlavním cílem je použít sílu, švih a umístění. Tento úder může hráči pomoci převzít kontrolu nad bodem tím, že zastraší soupeře a udrží ho v obraně. Hráč má podání pod kontrolou více než jakýkoli jiný úder, takže má smysl naučit se provádět silná a perfektně umístěná podání. Podání vyžaduje dobrou techniku, ale je také psychickou výzvou. Mentálně silný člověk může blokovat rozptýlení a soustředit se na provedení silného podání, aby ovládl set nebo celý zápas. To vytváří velký tlak na soupeře. Soupeř ví, že držení podání může znamenat rozdíl mezi setrváním v zápase a jeho prohrou (Rive, Williams, 2012, str. 78).

3 Motorické učení

Počáteční fáze osvojování motorických dovedností jsou často poznamenány nejistotou ohledně smyslových a motorických cílů úkolu, jako je tomu např. při učení se mluvit nebo učení dobrého tenisového podání. Byl vytvořen experimentální model tohoto procesu raného učení, ve kterém se cíle získávají spíše průzkumem a podporou než smyslovou chybou. Tento model se využívá ke zkoumání relativního příspěvku motorických a senzoryckých faktorů lidského motorického učení. Účastníci pomocí robotické paže provádějí aktivní natahovací pohyby nebo přizpůsobené pasivní pohyby k neviditelnému cíli. Bylo zjištěno, že učení prostřednictvím pasivních pohybů ve spojení s podporou je srovnatelné s učením spojeným s aktivním pohybem, jak z hlediska velikosti, tak výdrže. Motorické učení je také doprovázeno změnami v somatosenzorické percepční ostrosti. Žádné stabilní změny motorického výkonu nebyly u účastníků trénujících aktivně nebo pasivně bez podpory pozorovány nebo u účastníků dostávajících explicitní informace o cílové pozici při absenci somatosenzorických zkušeností. Tato zjištění naznačují, že v raných fázích získávání motorických dovedností dominuje somatosenzorický systém. (Bernardi, Darainy. Ostry, 2015, str. 14316)

Když se člověk poprvé učí hrát tenis náš požadovaný smyslový stav a motorické příkazy jsou často poznamenány nejistotou. Jak se učíme novým pohybům, tak také určujeme smyslový stav, kterého se snažíme dosáhnout. Během této rané fáze učení jsou naše cíle dosaženy a vylepšovány pomocí pokusů a omylů, zkoumáním a podporou. Požadavky se liší od adaptačních postupů, které slouží jako současný referenční model pro studium motorického učení (Bernardi, Darainy. Ostry, 2015, str. 14316; Shadmehr, Mussa-Ivaldi, 1994, str. 3208-3024). Učení se vyznačuje kompenzací za smyslovou chybu, která je důsledkem experimentálně uložených poruch. Když je však cíl v raném stádiu učení nejistý, tak existuje omezená příležitost k řízení smyslové chyby motorického učení. Tato myšlenka je v souladu s další literaturou naznačující, že i jiné faktory jsou pro motorické učení důležité, včetně odměny a opakování pohybu (Huang et al., 2011, str. 787-801; Diedrichsen et al., 2010, str. 5159-5166; Bernardi, Darainy. Ostry, 2015, str. 14317).

Experimentální model motorického učení se používá k řešení jedné ze základních otázek týkajících se osvojování motorických dovedností. Rozdělení příslušných rolí aferentního vstupu a motorických výstupů je komplikováno tím, že při akci se sestupní motorické povely a aferentní senzorycké informace vyskytují současně. Ačkoli je známo, že vystavení aferentnímu vstupu může usnadnit senzomotorický výkon. Jen málo studií se pokusilo oddělit závislost motorického učení na aferentních faktorech od těch, které jsou jednoznačně motorického

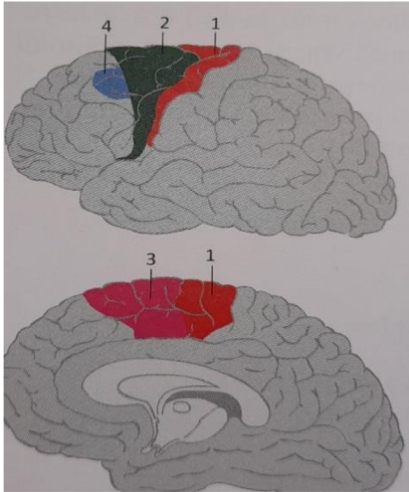
charakteru. Tato otázka může být řešena studiem motorického učení produkovaného pasivními pohyby. Tréninkový postup využívající pasivní pohyby koresponduje s kinematikou pohybu při skutečném pohybu. Některé studie prokázaly pozitivní účinky tréninku s pasivním pohybem, ale pouze pokud dochází ke střídání s aktivními pohyby nebo za přítomnosti vizuální zpětné vazby (Bernardi, Darainy. Ostry, 2015, str. 14317).

4 Představa pohybu ve sportu

Aplikovaný model představy pohybu ve sportu předpokládá, že jednotlivci s většími schopnostmi generovat představu pohybu budou mít větší výhody spojené s učením a výkonem. U sportovců se tedy představa pohybu využívá s cílem zlepšení motorického učení, výkonu, motivace, sebejistoty a odstranění úzkosti. Lze ji využít i k určení vhodné strategie a řešení nadcházejícího problému. Schopnost vizuální a kinestetické představy pohybu je faktor rozlišující úspěšné a méně úspěšné sportovce. (Guillot, Collet, 2008, str. 31-32, 35; Monsma et al, 2009, str. 1; Cumming, Ramsey, 2009, str. 5-36; Martin et al., 1999, str. 245-268).

Tanec byl předmětem studií v oblasti multidisciplinární neurokognitivní vědy v posledních desetiletích (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Blasing et al., 2018). Dynamické pohyby v této formě poskytují příležitost pro celou řadu vizuálních pohledů během představy (tj. první nebo třetí osoba) a pro metaforickou představu, která na rozdíl od představy pohybu samotného může představovat další tvary, pohyby a nápady, které mohou zvýšit motorický výkon a emocionální vyjádření (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Sevdalis, Raab, 2014, str. 173-179). Prvotní nálezy vedly k předpokladu, že motorická představa byla limitována na pohled egocentrický neboli pohled z první osoby (MacIntyre et al, 2018, str. 141-159; Moran et al., 2012, str. 224-247). Tento artefakt byl nazván „problém s omezenou perspektivou“, ve kterém byla vizuální perspektiva během představy spojena s přítomností nebo nepřítomností motorické představy. To vyvolalo další zmatení mezi odborníky. Teprve nedávno potvrdily studie s elitními tanečnicemi možnost představy pohybu z pohledu třetí osoby neboli z allocentrického pohledu (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Callow, Roberts, 2010, str. 325-329; MacIntyre, Moran, 2010, str. 227-244).

Technika kognitivní simulace představy pohybu vyžaduje aktivaci oblastí mozku, které se překrývají s oblastmi využívanými během provádění pohybu (motorické aktivity). Například ve studiích fMRI docházelo při představě pohybu prstů a ruky k aktivaci suplementární motorické oblasti (SMA), premotorické kůry (MPC), mozečku i kontralaterální primární motorické kůry (cM1) (viz. obrázek 2, str. 17) (Leonardo et al., 1995, str. 83-92; Lotze et al., 1999, str. 491-501; Porro et al, 1996, str. 7688-7698, Sabbah et al., 1995, str. 131-136). Metaanalýzy porovnání představy pohybu a provedení pohybu také hlásily aktivaci fronto parietálních, subkortikálních a cerebelárních oblastí, ale nevyrovnanost v aktivaci primární motorické kůry (M1) (Hardwick et al., 2018, str. 31-44; Héту et al., 2013, str. 930-949). Debaty o roli Brodmanovy arei 4 nebo M1 pokračují, ale vědci se shodují na tom, že nervová aktivace je doprovázena volní inhibicí skutečného pohybu (Lotze, Cohen, 2006, str. 135-140).



Obrázek 2 Motorické oblasti, 1-primární motorická oblast, 2-premotorická oblast, 3-suplementární motorická oblast (Hudák a Kachlík, 2017, str. 436)

4.1 Martinův model představy pohybu

Martin et al. (1999, str. 245-268) navrhli čtyřsložkový model popisující, jak rozdílnost typů představy může ovlivnit kognitivní, afektivní a behaviorální výsledky. V situaci sportu je použití představy pozorováno při tréninku předcházejícímu zápasům, bezprostředně před zápasem, během zápasu a během rehabilitace. Typy představ jsou srovnatelné s modely podle Paivia (1985, str. 22S-28S) a Halla et al. (1998, str. 73-89). Z řady studií zkoumajících účinky představy ve sportu vyplynuly tři výsledky: usnadnění dovednostního nebo strategického učení a výkonu, modifikace kognitivních schopností spojené s vlastní účinností, sebevědomím, úsilím nebo motivací a regulací vzrušení a kompetitivní úzkosti. Individuální schopnost tvořit přesné mentální obrazy naznačovaly, že hráči s vysokou nebo špatnou schopností představy nemusí mít podobné zlepšení výkonu po tréninku představou. Při vývoji tohoto modelu autoři tvrdili, že se pokusili snížit nespočet proměnných souvisejících s představou na nejmenší možný počet teoreticky smysluplných faktorů. Mnoho proměnných (např. perspektiva představy) může nakonec v jejich modelu najít místo, i když nebyly zahrnuty do tohoto modelu. Bylo poskytnuto významné množství experimentálních studií dokazujících, že tento model byl spolehlivým orientačním rámcem pro identifikování některých relevantních proměnných pro používání představy u sportovců. Omezený počet klíčových komponent, které se setkávají se specifickými cíli každého sportovce jsou významným omezením tohoto modelu (Martin et al., 1999, str. 245-268; Paivio, 1985, 22S-28S Hall et al., 1998, str. 73-89; Guillot, Collet, 2008, str. 33).

4.2 Munroeův model představy pohybu

Munroe et al. (2000, str. 119-137) podrobněji popsali co, kde, proč a kdy by sportovci měli používat představu. Toto je kvalitativní přístup založený na šestistupňovém modelu

popisujícím, jak mohou sportovci integrovat představu do sportu. První komponenta „kde“ odlišuje trénink od zápasů. Komponenta „kdy“ odděluje používání představy při sportovní aktivitě od vnější praxe, stejně jako před, během a po zápase. Komponenta „proč“ udává, proč využívat představu. Komponenta „co“ říká co by si měli sportovci představit (např. délku, frekvenci, účinnost, povahu okolí a ovladatelnost představy). Poslední dvě komponenty obsahují např. typ představy (např. vizuální, kinestetická nebo sluchová), perspektivu představy (vnitřní nebo vnější vizuální představa) nebo použití pozitivní a negativní představy. Tento model může sloužit jako vodítko pro vývoj efektivních intervencí. Model však nezohledňuje specifickou každou klíčovou složku s ohledem na výsledky sportovců. Kromě toho nebyl brán v úvahu účinek představy na obnovu motorických funkcí během rehabilitačního procesu (Munroe et al., 2000, str. 119-137; Guillot, Collet, 2008, str. 32).

4.3 Jacksonův model představy pohybu

Jackson et al. (2001, str. 1133-1141) naproti tomu v jejich alternativním modelu zvažovali vliv představy v rehabilitaci s cílem identifikovat potenciální terapeutické účinky představy. Tento rámec byl oprávněný, protože většina klasických pokynů představy se zaměřovalo buď na kognitivní, motorické nebo motivační procesy, které jsou základem zvýšení výkonu. Model rozlišuje tři vzájemně se ovlivňující úrovně, které jsou údajně aktivovány praxí. Deklarativní znalost se týká informací o dovednosti, kterou musí subjekt integrovat před provedením pohybu. Aspekty motorické sekvence, které nejsou přístupné slovnímu popisu, jsou nazývány nevědomé procesy a fyzické provedení je svalová aktivita potřebná k provedení pohybu. Každá úroveň zpracování může být přijata během různé formy tréninku, přičemž výsledek je optimální během fyzické praxe, kdy jsou zapojeny tři úrovně. Autoři tvrdili, že představa (zejména kinestetická a z pohledu první osoby) vyžaduje, aby měl subjekt potřebné deklarativní znalosti klíčových složek úkolů, čímž se aktivují nevědomé procesy zapojené do úkolu. Výsledek by však měl být méně efektivní než následování fyzického cvičení kvůli absenci skutečné zpětné vazby z motorického systému. Další forma tréninku představy je často kombinována s relaxačními technikami. Nespecifický mentální trénink je nejméně účinná technika, protože nezasahuje do žádného z nevědomých procesů úkolu. Autoři v tomto modelu ignorovali účinky představy ve sportovních situacích a nezohlednili všechny klíčové složky a rámce v této oblasti výzkumu (Guillot, Collet, 2008, str. 33; Jackson et al., 2001, str. 1133-1141).

4.4 PETTLEP model představy pohybu

PETTLEP model od Holmese a Collinse (2001, str. 60-83) obsahuje sedm prvků (fyzický prvek, prostředí, úkol, načasování, učení, emoce a perspektivu) odvozené

z neurovědeckých a behaviorálních funkčních ekvivalencí. Konceptní platnost tohoto modelu je silná a dobře zdokumentovaná. Fyzikální prvek souvisí s fyzickou povahou představy (zvýšené vzrušení nebo uvolnění). Prostředí se týká použití stimulačních materiálů, které napodobují motorický výkon. Načasování souvisí s důležitostí časů představy, které napodobují skutečné trvání výkonu. Úkol zahrnuje povahu představy, která má být provedena, úroveň odbornosti a perspektivy představy. Učení se týká použití představ při získávání nové motorické dovednosti a pro korekci technických aspektů pohybu. Emoce odkazuje k individuální integraci emocionálních složek do představy. Perspektiva poskytuje vodítko pro použitivnitřní představy bez vyloučení představy vnější týkající se charakteristik motorické dovednosti. Autoři zdůraznili hlavní interakce mezi složkami, jako je účinek úrovně odbornosti (interakce učení-úkol) nebo vliv perspektivy (interakce úkol-perspektiva). Identifikovali také některé kritické podmínky tréninku představy, které musí sportovci zvážit, aby zlepšili jeho účinnost. Terapeutické účinky představy v rehabilitačním procesu se v tomto modelu neberou v úvahu. Zejména se nezmiňuje o úloze představy při podpoře hojení a zvládnání bolesti, stejně jako jeho vlivu na motorické regenerační procesy. Tyto účinky mohou pomoci pacientům během rehabilitace, tedy i v období zotavování po sportovním úrazu (Holmes, Collins, 2001, str. 60-83; Guillot, Collet, 2008, str. 33-34).

4.5 The Motor Imagery Integrative Model in Sports (MIIMS) neboli Spojený model představy pohybu ve sportu

Tento model zahrnuje rehabilitaci, která byla v předchozích modelech přehlížena. Zahrnuje specifické role pro představu v rehabilitaci a zkoumá vliv prostředí a individuálních rozdílů, včetně úrovně odbornosti sportovce (Driediger et al., 2006, str. 261-272). Silný teoretický základ poskytuje nezbytné pozadí pro vytváření hypotéz, testování návrhů modelů a zkoumání klíčových problémů včetně problémů s měřením (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159). Pro zkoumání motorické představy lze uvažovat o čtyřech výsledcích představy: 1. motorickém učení a výkonu, 2. motivaci, sebedůvěry a úzkosti, 3. strategii a řešení problémů a 4. rehabilitaci zranění. K dosažení těchto cílů lze provést mnoho typů představy včetně pohledu z první nebo ze třetí osoby, stejně jako kinestetické, hmatové, sluchové nebo čichové představy. Konečným cílem je kombinovat takové typy představy k vytvoření multimodální a úplné mentální reprezentace pohybu. Model bere v úvahu další klíčové komponenty, které je třeba kontrolovat k zajištění účinnosti představy (Guillot, Collet, 2008, str. 35).

K dosažení těchto cílů mohou sportovci provádět motorické představy před tréninkem, během tréninku, po tréninku nebo dokonce po zápase. Obecně je cílem usnadnit proces učení

nového pohybu, zdokonalit jeho skutečné provedení nebo opravit technickou stránku motoriky. Kognitivní specifická funkce motorické představy usnadňuje učení a výkon motorických dovedností. Motorická představa však zůstává vysoce komplexním mentálním procesem, který je potřeba pečlivě implementovat, protože jeho přínosy nejsou systematické a mentální obrazy se snadno transformují. MIIMS tedy podtrhuje kontrolní seznam bodů, které by měli sportovci zvážit před provedením motorické představy, aby dosáhli konkrétního výsledku. Sportovci by si měli pamatovat, že je obtížné respektovat všechny klíčové složky současně, zvláště když začnou používat motorickou představu během tréninku. (Guillot, Collet, 2008, str. 35-36; Driskell et al., 1994, str. 481-492; Martin et al., 1999, str. 245-268; Munroe et al., 2000; 119-137).

Motorická představa by měla být považována za doplněk tělesného tréninku, nikoli za jeho náhradu. Výjimku tvoří specifické situace zaměřené na prevenci přetrénování. Kombinace motorické představy a fyzického cvičení se prokázala jako účinnější než samostatného fyzického cvičení. Samotná motorická představa obvykle nepředčí fyzické cvičení (Guillot, Collet, 2008, str. 36; Feltz, Landers, 1983; Driskell et al., 1994, str. 481-492).

Použití motorické představy je dobře zavedený postup při implementaci představy do tréninku. Ačkoli jsou přesné pokyny často psány a dávány sportovcům, měli by jim být také přímo čteny. Povaha pokynů a způsob jejich doručení mohou ovlivnit obsah motorické představy. (Guillot, Collet, 2008, str. 36) Podle Langa (1979, str. 495-512) obsahuje mentální reprezentace na jedné straně informace o významu podnětu a odezvoých událostech a na druhé straně informace o důsledcích jednání. Murphy a Jowdy (1992) ukázali, že subjekty prožívali představy odlišně, i když dostaly stejné instrukce.

Aby byla motorická představa efektivní, měla by být založena na pozitivních mentálních představách, to znamená na představách, jak úspěšně provést pohyb. Navzdory skutečnosti, že negativní mentální představy mohou mít škodlivý dopad na motorický výkon jsou sportovci často využívány. Občas mohou být záměrné, protože si sportovci představují nejhorší možné scénáře a jak by měli reagovat, když nastanou. (Guillot, Collet, 2008, str. 37; Taylor, Shaw, 2002, str. 607-613; Nordin, Cumming, 2005, 395-416). McIntyre a Moran (2007) poskytli podstatné poznatky o složitosti obsahu negativních představ a naznačili, jak se sportovci vyrovnávají s negativními představami. Tyto strategie by měli sportovci zvážit, aby prováděli pozitivní motorické představy a byli schopni transformovat negativní představy na pozitivní (Guillot, Collet, 2008, str. 37).

Při absenci konkrétních pokynů by rychlost, kterou je pohyb mentálně nacvičován, měla korelovat s jeho skutečným časem. Tato klíčová složka již byla zdůrazněna v mnoha výše

uvedených modelech. Dobrovolná změna rychlosti motorické představy vyvolala podobné nevědomé změny v rychlosti skutečného motorického výkonu. Tento efekt byl také pozorován u vysoce automatizovaných úkolů, kde bylo načasování pevné nebo řízené. Neovládání rychlosti motorické představy tak může změnit technické provedení motoriky. Kombinace motorické představy s tělesným tréninkem zůstává nejlepším řešením pro zvýšení nebo snížení doby provádění pohybu, pokud jsou sportovci schopni nejprve zachovat časovou ekvivalenci. Několik vnějších ovlivňujících faktorů (např. pohybové charakteristiky a trvání, časová omezení nebo instrukce) může narušit individuální schopnost zachovat časové charakteristiky pohybu během motorické představy. Tyto faktory by měly být pečlivě kontrolovány před nesprávnou interpretací doby motorické představy. Měla by být také brána v úvahu i úroveň odbornosti. Zdá se, že středně pokročilí zpomalují své časy motorické představy kvůli většímu množství neautomatizovaných znalostí motorických dovedností ve srovnání s automatizovanými znalostmi odborníků nebo nízkými znalostmi nováčků (Guillot, Collet, 2008, str. 38).

Sportovci jsou zvyklí provádět motorické představy v tichém prostředí nebo doma. Přínosy však mohou být větší, když se motorická představa provádí v prostředí blízkém prostředí při zápasech, navzdory všem zdrojům vnějšího rozptýlení. Konkurenční podmínky by mohly hráčům usnadnit schopnost vybavit si a nacvičit motorickou sekvenci poskytnutím obvyklé a vhodné zpětné vazby před představou a pocíťováním vjemů, které souvisí se skutečným provedením (Guillot, Collet, 2008, str. 38-39). Holmes a Collins (2001) také navrhli podpořit motorickou představu pomocí videonahrávek. Dokonce by bylo užitečné nosit to samé oblečení pro lepší reprezentaci pohybu.

Aby sportovci měli prospěch z mentální praxe, musí být schopni se do motorické představy adekvátně zapojit. Individuální schopnost motorické představy je primárním zájmem při zkoumání účinku mentální praxe. Měla by být testována přesnost, živost a kontrola motorické představy. Musí být také zvažena úroveň odbornosti. Například sportovci mají více problémů s pocitem než vizualizací pohybu během raných fází učení, protože kinestetické zobrazování je přínosné pouze s odpovídajícím stupněm odbornosti. Kromě toho by emocionální složka měla zahrnovat afektivní stavy spojené s důvěrou jako zprostředkovatelem představivosti. Do modelu lze integrovat další různé psychologické rysy sportovců, např. osobnostní rysy (Guillot, Collet, 2008, str. 39, Munroe et al., 2000, str. 119-137; Lang, 1979, str. 495-512).

Ukázalo se, že specifické charakteristiky motorického výkonu byly zlepšeny různými typy motorické představy (Guillot, Collet, 2008, str. 39). Hardy a Callow (1999) poskytli důkaz,

že vnější vizuální představy by byly pro provádění morfokinetických úkolů lepší než vnitřní perspektiva. Vnitřní vizuální představy by byly účinnější v otevřených dovednostech, které se spoléhají na vnímání. Protože ne všechny výzkumy snímků souhlasí s těmito předpoklady, je nezbytný budoucí výzkum k určení převahy konkrétního typu motorické představy jako funkce pohybových charakteristik a k lepšímu pochopení takových nekonzistencí. Celkově může kinestetické zobrazení přispět k dalšímu příznivému účinku na výkon (Guillot, Collet, 2008, str. 39).

Motorickou představu lze snadno kombinovat s jinými technikami, jako je např. relaxace (s výjimkou období před soutěží). Obsah představy by měl být ve prospěch výsledků, jako je vítězství, nebo by měl být založen na vybavování situací, kdy sportovci podávali sebevědomé a úspěšné výkony. Každý typ představy může být také použit pro pohodlí sportovců. Představy lze použít ke zlepšení vnitřní motivace a individuálního sebevědomí, ale i k regulaci úzkosti související se zápasy. Motorická představa může také ovlivnit mentální rozehrání, rutiny před výkonem a seznámení s místy před zápasem. Studie potvrzují tyto účinky. Například Evans a kol. (2004) poskytli důkazy o tom, že elitní hráči rugby kontrolovali svou úzkost a zvýšili svou motivaci a sebevědomí po 14týdenním tréninku motorické představy během soutěžní sezóny. Takové účinky byly zjištěny i u jiných sportovních aktivit včetně otevřených a uzavřených dovedností a se sportovci různých úrovní odbornosti. Další výzkumy prokázaly, že motorickou představu lze k dosažení stejných výsledků použít také mimo sezónu (Guillot, Collet, 2008, str. 40; Taylor, Shaw, 2002, str. 607-613; Morris et al., 2005; Munroe et al., 2000, str. 119-137).

Motorickou představu lze použít jako prostředek k nácviku taktických dovedností a strategií a řešení některých neočekávaných problémů během zápasu. Herní plány a strategie (zejména v otevřených dovednostech) lze rozvíjet a naučit pomocí motorické představy a mentálního procvičování. Sportovci si mohou vytvořit mentální představy o tom, co mají dělat a o možných alternativách, které jim pomohou přijímat správná rozhodnutí během plánování výkonu. V kolektivních sportech se sportovci také mohou seznámit s příslušnou rolí každého hráče. Hráči a trenéři pak mohou motorickou představu použít jako prostředek k vývoji nebo vytváření nových strategií, aby u svých týmů dosáhli toho nejlepšího nebo mohou vyvinout různé herní plány pro boj s konkrétními soupeři před zápasem. V prvním kroku tréninku je pravděpodobně snazší pochopit a naučit se taktické dovednosti reprezentací různých pohybů hráčů prostřednictvím externích vizuálních představ. Za tímto účelem lze motorickou představu integrovat do předvýkonových rutin, které sportovcům pomohou vypilovat konkrétní strategii před soutěžním závodem. V některých případech může trenér vyvinout novou a nečekanou strategii s cílem překvapit soupeře v nadcházející konfrontaci. Sportovci mohou použít

motorickou představu k řešení přesných, technických nebo taktických problémů, se kterými se setkají během zápasu nebo proti konkrétnímu závodníkovi (Guillot, Collet, 2008, str. 40-41; Morris et al., 2005).

Každý typ pozitivní představy, kognitivní a motivační funkce motorické představy se také podílejí na rehabilitaci zranění a měly by být prováděny ke zlepšení rehabilitačního procesu. V různých fázích rehabilitačního procesu lze rozlišit dva hlavní cíle: zvládnutí bolesti a motorické zotavení. Použití motorické představy pro zvládnutí bolesti lze snadno kombinovat s relaxačními technikami. Obnova motorických funkcí by měla respektovat podobná pravidla a klíčové komponenty jako pro učení a výkon. Ve vztahu ke zvládnutí bolesti může být motorická představa použita ke snížení a rozptýlení bolesti a působit jako rozptýlení. Bylo zjištěno, že motorická představa má vliv na výkon aktivního i pasivního protahování. Použití motorické představy během rehabilitačního procesu po úrazu pomáhá usnadnit motorické zotavení a posílení kloubní rekvalifikace. (Guillot, Collet, 2008, str. 41, Sodorni et al., 2000, str. m329-338; Cupal, Brewer, 2001, str. 28-43).

4.6 Role představy pohybu ve výkonu – definování představy a její charakteristiky

Představa je základním kognitivním procesem pro vytváření motorických akcí, ale i technikou zvyšující výkon, která je široce využívána sportovci (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Lotze a Halsband, 2006, str. 386-395; Munzert, Lorey, Zentgraf, 2009, str. 306-326).

Představa sdílí neurální a behaviorální podobnost se skutečnou zkušeností. Tento funkční vztah poskytuje výzkumníkům přímý přístup ke studiu skrytých motorických procesů důležitých v každodenním životě, jako je předvídaní efektu akce, příprava nebo úmysl pohybu, učení nebo znovu naučení se motorické dovednosti (např. zotavení po mrtvici) nebo zapamatování si akce (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Jeannerod, 1995, str. 1419-1432).

Představa je také mentální technikou, která může být vytříbená praxí a může být využívána mnoha způsoby. Je to známá strategie zvyšující výkon, která je využívána ve sportu a převážně v tanci (Murphy, Nordin, Cumming, 2008, str. 189-206; Cumming, Williams, 2012, str. 213; Weinberg, 2008, str. 1-21).

Hlavní funkcí představy je napomáhání seberegulace myšlenek, pocitů a chování (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Orlick, Partington, 1988, str. 105-130). Existuje mnoho neoficiálních zpráv, kdy elitní sportovci a tanečníci popisují význam představy při jejich přípravě na vrcholná představení. Sprinter John Regis například popsal trénink na velký šampionát. Představoval si perfektní závod a pocit, který při tom měl. Říká tomu „být v zóně“,

protože se zdá, že nedokáže prohrát nebo špatně běžet (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Grout, Perrin, 2004, str. 103).

V kontextu sportu může být představa definována jako neurální generace nebo regenerace částí mozkové reprezentace zahrnující primárně smyslové, percepční a afektivní charakteristiky, které jsou primárně pod vědomou kontrolou (Cumming, Williams, 2012, str. 214; Holmes, Calmels, 2008, str. 433).

Existuje pět klíčových charakteristik procesu představy: modalita, perspektiva, úhel, zastoupení/zástupce a úvaha/uvažování (Tabulka 1) (Cumming, Williams, 2012, str. 214).

Tabulka 1 Klíčové charakteristiky procesu představy (Cumming, Williams, 2012, str. 214)

Charakteristika	Definice	Komponenty
Modalita	Zahrnuje smyslovou modalitu nebo modality.	Sluchová Chuťová Kinestetická Čichová Taktilní Vizuální
Perspektiva	Osvojení vizuální perspektivy.	Vnitřní vizuální představa Zevní vizuální představa
Úhel	Pozorovací úhel při zevní vizuální představě.	Shora Zepředu Zezadu Z boku (zleva nebo zprava)
Zastoupení/zástupce	Autor nebo zástupce představovaného chování.	Já Jiní
Úvaha/uvažování	Míra, do jaké je představa vědomě nebo účelně využívána.	Spontánní nebo spuštěná Záměrné duševní cvičení

Výchozím bodem pro generování představy je typicky, ale ne nutně, zavření očí jedince. (Holmes, Camels, 2008, str. 433; Cumming, Williams, 2012, str. 215). Informace je poté načtena z dlouhodobé paměti k vytvoření nebo znovuvytvoření zkušenosti. (Cumming, Williams, 2012, str. 215). Vyskytují se i další dílčí procesy představy, jako je transformace představy (otočení nebo úprava vlastnosti představy), skenování představy (detekce detailů v představě) a udržení představy (zachování představy po určitou dobu). Představa je tedy dynamický proces a zahrnuje další kognitivní procesy, jako je například paměť. Neomezuje se na vybavování informací z minulosti, ale také umožňuje jednotlivcům vytvářet nové zážitky, které dosud nenastaly (Cumming, Williams, 2012, str. 215; Denis, 1985, str. 48-168).

Představa je smyslový percepční proces probíhající v nepřítomnosti jakéhokoli vnějšího podnětu (Holmes, Calmels, 2008, str. 433; Cumming, Williams, 2012, str. 215). Představovaná

percepční zkušenost se může vyskytovat v různých smyslových modalitách, například sluchových, chuťových, kinestetických, čichových, hmatových a vizuálních (Cumming, Williams, 2012, str. 215). Když se představa týká simulace akce nebo pohybu, tak je zaměření obvykle na vizuální a kinestetické modality. Vizuální reprezentace obsahuje informace o tom, co jednotlivec vidí v představě (např. kontakt hole s míčkem při hraní golfu).

Jedinec může vidět z pohledu první osoby nebo z pohledu třetí osoby. Pohled z první osoby může být také nazýván vnitřní vizuální představivostí. Pohyb je představován tak, jako by se jednotlivec účastnil skutečné akce, tedy jeho vlastníma očima. Pohled ze třetí osoby může být nazýván vnější vizuální představivostí. Pohyb je představován tak, že jedinec zaujme pozici pozorovatele. Představuje si akci zvenčí, tedy jako by sledoval sám sebe při vystupování v televizi nebo na jevišti (Cumming, Williams, 2012, str. 215).

V případě pohledu ze třetí osoby lze použít jeden nebo více úhlů pohledu k zajištění dostatečného množství vizuálních informací o pohybu, který má být proveden (Holmes, Calmels, 2008, str. 433). Profesionální tanečníci popsali vidění sebe sama shora nebo diagonálně, stejně jako zažití obou vizuálních perspektiv současně (Nordin, Cumming, 2005, str. 395-416). Callow a Roberts (2010) uvedli deset různých úhlů, které jsou využívány u vnější vizuální představy. Mezi čtyři nejčastější patří zezadu, zepředu, bokem zleva a bokem zprava. Z toho vyplývá, že tanečníci a další sportovci transformují nebo rotují představu tak, aby využili výhody různých pozorovacích úhlů (např. baletka si může představit samu sebe z různých úhlů, aby analyzovala polohu jejího těla při provádění pozice nebo tanečního prvku). Střídají také pohled z první a třetí osoby podle toho, jak to vyhovuje povaze úkolu nebo fázi učení. Využití různých pozorovacích úhlů může být také užitečné pro zapamatování taktiky nebo strategie (např. pohled na fotbalové hřiště shora může pomoci hráči pochopit, kde má být umístěn ve vztahu ke svým spoluhráčům) (Holmes, Calmels, 2008, str. 433; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Bylo zjištěno, že pohled z první osoby je výhodnější pro jednoduché, dobře naučené úkoly a úkoly závislé na percepčních informacích (např. předvídání směru míčku při podání v tenise). Pohled ze třetí osoby je užitečnější pro úkoly zdůrazňující techniku nebo tvar těla (např. přesné pohyby těla, které se účastní provádění spirálové sekvence v krasobruslení,) (Hardy, 1997, str. 277-294).

Jedinci si mohou představovat svůj vlastní výkon nebo výkon někoho jiného. Pohled z první osoby je obvykle spojen s vlastním já a s vlastním chováním, ale je také možné přijmout perspektivu někoho jiného. Jedinec se může vžít do pozice jiné osoby (vžije se do její kůže), aby mohl porozumět jejímu jednání nebo ho předvídat (např. basketbalový hráč si může

představit, že provedl špatnou střelu a pak si situaci prohlédnout z pohledu jiného hráče na hřišti a zhodnotit to) (Holmes, Calmels, 2008, str. 433; Ruby, Decety, 2001, str. 546-550; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Ve studiích zahrnujících zobrazovací metody bylo zjištěno, že představa sebe sama zrcadlila vzor nalezený během skutečného provádění pohybu. Představa ostatních pak byla podobná aktivaci při sledování pohybu ostatních (Ruby, Decety, 2001, str. 546-550; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Kinestetická modalita představy pohybu zahrnuje reprezentaci pocitů během provádění pohybu (např. napětí svalů při jejich kontrakci). Tento vnitřní pocit zahrnuje uvědomění si polohy a pohybů částí těla (propriocepce, kinestezie) a také vnímanou sílu a úsilí. Pocity zahrnují také fyziologické reakce (např. změny srdeční frekvence nebo tělesné teploty), bolest a hojení (např. pocit při poškození vazů a jejich následné hojení při rehabilitaci), emoce (např. pocit štěstí), rytmus a načasování (např. pomalý nebo rychlý pohyb), hmotnost (pocit lehkosti nebo těžkosti) a prostorové uvědomění (např. tělesná poloha nebo poloha ve vztahu k jiným objektům). Výsledkem může být mnoho interpretací hodnocení představy (jak snadná nebo obtížná je daná představa) (Callow, Waters, 2005, str. 443-459; Driediger et al., 2006, str. 261-272; Nordin, Cumming, 2005, str. 395-416; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Kinestetická a vizuální představa se nevyskytují izolovaně, ale někteří jedinci jsou schopni najít mezi nimi rozdíl. Existují také důkazy, že vizuální a kinestetická představa jsou v mozku rozeznatelné. Pomocí MRI byl odhalen odlišný vzorec zvýšené aktivity v mozku. Jedinci si z pohledu první osoby kinesteticky a vizuálně představovali pohybovou sekvenci prstů skládající se z osmi fází. Oba typy představy sdílely aktivaci související s pohybem (laterální premotorický kortex). Oblasti spojené se zrakovým vnímáním (okcipitální oblast mozku a superiorní parietální laloky) vykazovaly větší aktivitu během vizuálních představ, zatímco kinestetické představy vedly k větší aktivitě v oblastech souvisejících s motorickými procesy (inferiorní parietální lalok). Závěr byl takový, že jedinci jsou schopni se selektivně věnovat jedné smyslové modalitě při představě, ale stále bude přítomna mentální reprezentace pohybu bez ohledu na to, zda je smyslová modalita vizuální nebo kinestetická (Guillot et al., 2009, str. 2157-2172; Cumming a Williams, 2012, str. 215).

4.7 Role představy pohybu ve výkonu – funkční ekvivalence

Představa je přínosem pro motorické učení a výkon. Je však málo teorií, které by uspokojivě vysvětlily, jak to funguje. Pomocí zobrazovacích metod byl zjištěn určitý stupeň nervového překrývání mezi představou, přípravou a prováděním pohybů. Tato podobnost se nazývá

funkční ekvivalence, protože představa je v některých ohledech ekvivalentní motorickému chování. Obojí sdílí společné aktivní oblasti v mozku. Při představě pohybu jsou aktivovány motorické a s motorikou související oblasti mozku, včetně primární motorické kůry (M1), premotorické oblasti (např. doplňková motorická oblast, premotorický kortex), primární somatosenzorická kůra, části parietálního laloku a subkortikální oblasti mozečku a bazálních ganglií. Existuje však určitý spor, zda je aktivace v primární motorické kůře způsobena představou nebo inhibicí pohybu. Mezi představou a reálným provedením pohybu lze rozlišit aktivitu ve specifických oblastech mozku (např. aktivita různých částí striata). Funkční ekvivalence zahrnuje také fyziologické reakce, které jsou shodné při představě a při skutečném chování (Murphy et al., 2008, str. 297-324; Johnson, 1982, str. 349-365; Lotze, Halsband, 2006, str. 386-395; Lotze, Zentgraf, 2010, str. 31-45; MacIntyre, Moran, 2010, str. 227-244; Munzert et al., 2009, str. 306-326; McCullagh, Law, Ste-Marie, 2012, str. 205-238).

Elektromyografická (EMG) aktivita během představy pohybu odpovídá svalové aktivitě skutečně prováděného pohybu. Během představy zvedání činky zjistili, že EMG aktivace v devíti svalech horní části paže koreluje se skutečným fyzickým pohybem. Kromě toho reakce generované ve svalových buňkách během představy odrážely požadavky úkolu. Když si jedinci představovali zvedání těžší váhy, tak byl zaznamenán větší nárůst EMG aktivity ve srovnání s představou menší váhy. Představy také vyvolávaly kardiovaskulární a respirační reakce. Frekvence dýchání korelovala s představovanou intenzitou cvičení (Bird, 1984, str. 899-906; Guillot et al., 2007, str. 18-27; Wuyam et al., 1995, str. 713-724).

Během představy jsou zachovány časové charakteristiky pohybů. Mentální chronometrické studie dokázaly že trvání představy pohybu je podobné času potřebnému k provedení stejného pohybu. Příkladem je studie, kdy si účastníci se zavázanýma očima představovali chůzi na různé vzdálenosti a poté je naživo ušli. Výsledky odhalily prodloužení doby skutečného pohybu a představy pohybu vzhledem k větší vzdálenosti. Jedná se o kompromis mezi rychlostí a přesností, popsán jako Fittův zákon. Ten ukazuje, že se představovaný pohyb řídí stejnými biomechanickými pravidly jako pohyb skutečný (Guillot, Collet, 2005, str. 10-20; Decety, Jeannerod, Prablanc, 1989, str.35-42).

Existuje také percepční funkční ekvivalence s představami a podobnými smyslovými modalitami (např. vidění a vizuální představy). Překrývání neurální aktivity bylo prokázáno u představy specifických smyslů, včetně vizuálních představ, sluchových představ a čichových představ. Tato zjištění vedla k závěru, že představa může být v mnoha ohledech zástupcem percepčního stimulu nebo situace. (Kosslyn, Thompson, Alpert, 1997, str. 320-334; Halpern,

Zatorre, 1999, str. 697-704; Djordjevic et al., 2005, str. 791-801; Murphy et al, 2008, str. 297-324; Koslyn et al., 2001 str. 641).

5 Hodnocení kvality motorické představivosti

Pro posouzení schopnosti představy pohybu bylo vyvinuto několik dotazníků. Původní verze dotazníku Movement Imagery Questionnaire (MIQ) byla vyvinuta v reakci na zjištění zpochybňující tvrzení, že představa pohybu zvyšuje výkon při získávání motorických dovedností. Tento dotazník obsahoval 9 pohybů, které respondent provedl a poté provedl vizuální a kinestetickou představu těchto pohybů. Následně zhodnotil obtížnost na sedmi bodové stupnici, kdy 1 = snadné a 7 = obtížné. Pro zlepšení efektivity tento dotazník revidovali Hall a Martin (1997). Odstranili položky, které účastníci často vynechali, protože pro ně byly příliš obtížné. Tak vznikl Movement Imagery Questionnaire-Revised (MIQ-R), který je v současnosti nejvyužívanějším dotazníkem (Abma et al., 2002, str. 67-75; Atienza et al., 1994, str. 1323-1328; Hall et al., 1985, str. 107-118; Vadoz et al., 1997, str. 241-253; Monsma et al., 2009, str. 1-3).

MIQ-R dotazník hodnotí schopnost vizuální a kinestetické představy pohybu (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159). Skládá se ze 4 základních pohybů, které proband provede a následně provede představu vizuální (z pohledu třetí osoby) a kinestetickou (z pohledu první osoby). Výchozí pozicí probanda je napřímený stoj s připaženými horními končetinami. Proband provede 4 pohyby, a to elevaci nedominantní dolní končetiny, flexi trupu, abdukci a flexi nedominantní horní končetiny a dřep s výskokem. První částí úkolu je exekuce pohybu. Poté si proband představuje pohyb z pohledu třetí osoby. Poté opět každý pohyb provede a následně si představí pohyb z pohledu první osoby. Nakonec proband hodnotí obtížnost úkolu na škále 1-7, kdy 1 = velmi obtížná a 7 = velmi snadná (Monsma et al., 2009, str. 1-12).

6 Zrcadlové neurony

Zrcadlové neurony hrají při představě pohybu důležitou roli. Byly objeveny před více než 20 lety ve ventrální premotorické oblasti F5 u makaků. Jedná se o neurony, které modulují svou činnost, když jedinec vykonává určitou motorickou aktivitu a pozoruje stejnou nebo podobnou aktivitu vykonávanou jinou osobou (Rizzolatti, Craighero, 2004, str. 169).

Zrcadlové neurony jsou jednou skupinou vizuomotorických neuronů přítomných v oblasti F5 u opic. Pro jejich aktivaci vizuálním stimulem je potřeba interakce mezi biologickým efektem (např. rukou nebo ústy) a objektem (předmětem). Neúčinný je pohled na samotný předmět, napodobování akce nebo jednotlivce provádějícího neobjektově řízená gesta. Významnost předmětu pro opici nemá žádný vliv na reakci zrcadlových neuronů. Zrcadlové neurony vykazují velkou míru generalizace. Důležitým funkčním aspektem zrcadlových neuronů je vztah mezi jejich vizuálními a motorickými vlastnostmi. Prakticky všechny zrcadlové neurony vykazují kongruenci mezi vizuálními akcemi, na které reagují, a motorickými reakcemi, které kódují. Podle typu kongruence byly zrcadlové neurony rozděleny na přísně kongruentní a široce kongruentní. U přísně kongruentních jsou efektivně pozorovány a prováděny akce odpovídající dosažení cíle. Představují asi třetinu zrcadlových neuronů v oblasti F5. Obecně kongruentní neurony ke svému spuštění nevyžadují pozorování přesně stejné akce, kterou motoricky kódují. Představují asi dvě třetiny zrcadlových neuronů v oblasti F5. (Rizzolatti, Craighero, 2004, str. 170).

Neurofyziologické experimenty ukazují, že pokud jedinec pozoruje prováděnou akci, tak se aktivuje motorická kůra i bez přítomnosti jakékoli zjevné motorické aktivity. První takovéto důkazy byly poskytnuty již v 50. letech 20. století od Gastauta a jeho spolupracovníků. Přesnější důkazy o existenci zrcadlových neuronů u lidí byly poskytnuty studiemi využívajícími transkraniální magnetickou stimulaci (TMS). Jedná se o neinvazivní techniku elektrické stimulace nervového systému. Studie TMS naznačují, že systém zrcadlových neuronů má důležité vlastnosti, které u opic nebyly pozorovány. Např. bezpředmětné nevýznamné pohyby způsobují u lidí (na rozdíl od opic) aktivaci systému zrcadlových neuronů. (Rizzolatti, Craighero, 2004, str. 174-176).

7 Povrchová elektromyografie

Povrchová elektromyografie je přístrojová technologie umožňující snímání akčních potenciálů, které se šíří buněčnou membránou svalových vláken v průběhu kontrakce. Prostřednictvím snímání bioelektrických signálů svalů poskytuje obraz o neurálních mechanismech pohybové kontroly. Umožňuje snadno a neinvazivně snímat aktivitu více svalů najednou při provádění libovolného pohybu. Využívá se ke sledování a hodnocení mechanismů strategie kontroly pohybu za fyziologických a patologických podmínek (Kolářová et al., 2019, str. 78; Krobot, Kolářová, 2011, str. 17).

Akční potenciály vznikající při depolarizaci sarkolemy v místě neuromuskulární ploténky se šíří celým svalovým vláknem bez útlumu. V obraze povrchové elektromyografie je patrná sumovaná aktivita více svalových vláken (Kolářová et al., 2019, str. 78).

7.1 Faktory ovlivňující kvalitu elektromyografického signálu

Při měření je řada faktorů, které ovlivňují konečnou kvalitu signálu. Tyto faktory se zjednodušeně dělí na vnitřní a vnější (Kolářová et al., 2019, str. 79; Krobot, Kolářová, 2011, str. 19).

Vnitřní faktory zahrnují fyziologické, anatomické a biochemické vlastnosti svalu a okolních tkání při kontrakci. Tyto faktory nelze tolik ovlivnit postupem snímání. Velikost svalové aktivity je podmíněna prostorovou a časovou sumací. Rychlost vedení akčních potenciálů svalovým vláknem je ovlivněna intermuskulárním prostředím (koncentrací iontů) a teplotními změnami (vyšší teplota znamená vyšší rychlost vedení). Podoba signálu je také ovlivněna hloubkou aktivních svalových vláken. Signál je tím nižší, čím hlouběji jsou vlákna uložena. Kvalita měření je velmi závislá na odporu kůže a kontaktu elektrod s kůží. Výška kožních vrstev, ale třeba i pocení ovlivňují kožní odpor. Proto je před aplikací elektrod nutné kůži dostatečně očistit (Kolářová et al., 2019, str. 80-81; Krobot, Kolářová, 2011, str. 19-21).

Vnější faktory zahrnují např. vlastnosti, velikost, umístění a konfiguraci elektrod a elektrické šумы vznikající narušením elektromagnetického pole kolem snímaného objektu. Tyto faktory lze ovlivnit průběhem měření. Pro maximální kvalitu signálu je důležitá velikost, kvalita a poloha elektrod. Elektrody musí být umístěny paralelně s průběhem svalových vláken. Senzory by měly být umístěny na středu svalového bříška. Elektrody nesmí být umístěny u úponu šlachy (šlacha je elektricky neaktivní), na motorickém bodu nebo na okraji svalu (riziko snímání aktivity okolních svalů) (Kolářová et al., 2019, str. 79, 81-82; Krobot, Kolářová, 2011, str. 21-23).

7.2 Analýza a zpracování signálu

Výstupem elektromyografického měření jsou surová data, která je potřeba dále zpracovat. K analýze svalové aktivity se nejčastěji používá analýza změny frekvenčního spektra a amplitudy v čase. Hodnocení změny frekvenčního spektra se používá převážně při popisu průběhu svalové únavy. Při analýze amplitudy je nutné nejdříve zpracovat signál. To zahrnuje rektifikaci a vyhlazení. Rektifikace eliminuje negativní hodnoty surového záznamu nebo je převrátí do pozitivních hodnot. Pro vyhlazení se nejčastěji používají dva algoritmy. Jedná se o zprůměrování rektifikovaných hodnot ve vybraném časovém intervalu nebo o vyhlazení pomocí střední kvadratické hodnoty (root mean square) (Kolářová et al., 2019, str. 86-87; Krobot, Kolářová, 2011, str. 24-25).

8 Cíle a hypotézy

8.1 Cíle práce

Cílem práce je zhodnotit, zda je u sportovců větší svalová aktivita vybraných svalů během představy pohybu než u nesportovců a tím zhodnotit možnosti využití představy pohybu u profesionálních sportovců.

8.2 Hypotézy

H₀₁: Svalová aktivita m. pectoralis major při představě se neliší u sportovců a nesportovců.

HA1: Svalová aktivita m. pectoralis major při představě se liší u sportovců a nesportovců.

H₀₂: Svalová aktivita m. deltoideus pars clavicularis při představě se neliší u sportovců a nesportovců.

HA2: Svalová aktivita m. deltoideus pars clavicularis při představě se liší u sportovců a nesportovců.

H₀₃: Svalová aktivita m. biceps brachii při představě se neliší u sportovců a nesportovců.

HA3: Svalová aktivita m. biceps brachii při představě se liší u sportovců a nesportovců.

H₀₄: Svalová aktivita m. trapezius pars descendens při představě se neliší u sportovců a nesportovců.

HA4: Svalová aktivita m. trapezius pars descendens při představě se liší u sportovců a nesportovců.

9 Průběh měření

9.1 Charakteristika testovaných subjektů

Do studie bylo zařazeno 12 probandů ve věku 20-30 let. Zařazeny byly ženy i muži. První skupinou jsou profesionální sportovci, kteří se pravidelně účastní tréninku a jsou součástí sportovního klubu. Druhou skupinu tvoří lidé, kteří nevykonávají žádnou pravidelnou sportovní aktivitu. Podmínkou pro zařazení do studie byla nepřítomnost úrazu pohybového aparátu, ortopedického a neurologického nálezu, kognitivního deficitu či bolesti, které by mohli omezit či znemožnit měření. Současně měli mít všichni probandi dobrou motorickou představitost. To bylo hodnoceno dotazníkem MIQ-R. Při měření byla snaha o zajištění klidného prostředí se stálou teplotou. Všechna měření probíhala v prostorech kineziologické laboratoře Fakultní nemocnice v Olomouci v pracovních dnech. Všichni probandi byli seznámeni s průběhem měření a podepsali informovaný souhlas o průběhu měření.

9.2 Hodnocení kvality motorické představitosti

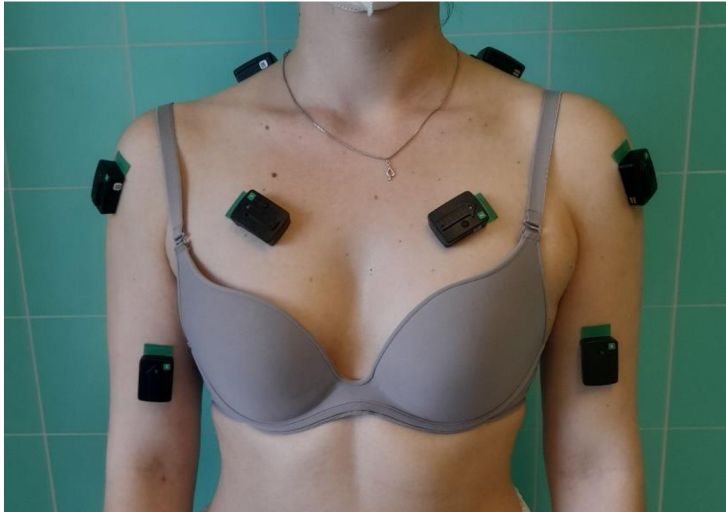
Všichni probandi byli požádáni o vyplnění dotazníku o představě pohybu MIQ-R. Jeho výsledek sloužil jako kritérium pro zařazení do studie.

9.3 Příprava probandů před měřením

Svalová břiška vybraných svalů byla nejdříve palpačně ozřejmena při izometrické kontrakci svalů. Poté byla kůže nad svalovými bříškami očištěna pomocí vatového tamponu napuštěného alkoholovým čističem. To zajistilo dostatečnou přilnavost elektrod. Na ošetřené místo na svalu byla paralelně se svalovými vlákny aplikována elektroda. Šipka znázorněná na elektrodě směřovala vždy kraniálně. Svalová aktivita byla snímána z následujících svalů: m. pectoralis major, m. deltoideus (pars clavicolaris), m. biceps brachii a m. trapezius (pars descendens). Svalová aktivita byla snímána bilaterálně, kdy bylo použito 8 kanálů (viz. Obrázek 3):

1. kanál: m. pectoralis major dx.
2. kanál m. pectoralis major sin.
3. kanál m. deltoideus pars clavicolaris dx.
4. kanál m. deltoideus pars clavicolaris sin.
5. kanál m. biceps brachii dx.
6. kanál m. biceps brachii sin.
7. kanál m. trapezius pars descendens dx.
8. kanál m. trapezius pars descendens sin.

Na základě stanovení dominance HK každého probanda bylo dále pracováno pouze s daty svalů dominantní HK.



Obrázek 3 Uložení elektrod pro snímání svalové aktivity.

9.4 Výchozí pozice

Počáteční pozicí pro všechna testování a probandy byl sed s chodidly na šířku pánve a jednou horní končetinou položenou na lehátku v 90° abdukci v ramenním kloubu a 90° flexi v kloubu loketním.

9.5 Vlastní průběh měření

Byla snímána svalová aktivita během níže uvedených situací v následujícím pořadí:

- 1) Jako referenční hodnota sloužila klidová svalová aktivita měřená vždy ve výchozí poloze se zavřenýma očima. Proband si navíc zpíval píseň Hodně štěstí, zdraví.
- 2) Proband byl instruován k co nejpřesnější představě pohybu horní končetinou do horizontální addukce. Výchozí pozice zůstala zachována, včetně zavřených očí. Proband prováděl představu pohybu opakovaně, dokud nedostal pokyn k ukončení představy.
- 3) Proband byl instruován k provedení vlastního pohybu horní končetiny do horizontální addukce.
- 4) Následně byl proband instruován k opětovné a co nejpřesnější představě pohybu horní končetiny do horizontální addukce. Představa opět probíhala ve výchozí pozici a se zavřenýma očima.
- 5) Na závěr byla opět měřena klidová situace (viz. úkol 1).

9.6 Zpracování a hodnocení elektromyografického záznamu

Elektromyografický signál byl zpracován v programu EMGworks®Analysis. Nejdříve byla provedena rektifikace (remove mean) k redukci výskytu negativních hodnot EMG záznamu. Poté bylo provedeno vyhlazení prostřednictvím střední kvadratické hodnoty (root mean square), kde

velikost okna byla nastavena na 0,125s a překrytí okna na 0,0625s. Data byla poté exportována do programu Microsoft Office Excel, ve kterém byly vypočítány průměrné hodnoty, maximální hodnoty a směrodatné odchylky pro všechny svaly v klidové situaci i při představě. Tyto hodnoty byly zkopírovány do samostatných tabulek pro další statistické zpracování.

9.7 Statistické zpracování dat

Ke statistickému zpracování dat byl použit program STATISTICA verze 14.0.0 firmy TIBCO Software Inc. Nejdříve byla pomocí Shapiro-Wilkova testu ověřena normalita podmíněná $p > 0,05$. Vzhledem k nízkému počtu probandů není možné předpokládat normální rozdělení dat. Byly tedy použity neparametrické metody, konkrétně Mann-Whitneyův U-test. Hladina statistické významnosti byla určena $p < 0,05$. Hladina významnosti byla u všech proměnných větší než 0,05.

10 Výsledky

V tabulkách (Tab. 2 a Tab. 3) jsou zobrazena výsledná data měření ve formě základní popisné statistiky u testovaných svalů horní končetiny při představě u sportovců a nespportovců. Cílem bylo porovnat svalovou aktivitu jednotlivých svalů při představě pohybu u sportovců a nespportovců.

Tabulka 2 Popisná statistika hodnocených parametrů pro průměrnou svalovou aktivitu u sportovců v klidu a při představě

SVAL	KLID [V]			PŘEDSTAVA [V]		
	X	MED	SD	X	MED	SD
m. PM	0,0000111802	0,0000110168	0,0000045488	0,0000101420	0,0000103829	0,0000042302
m. DA	0,0000029796	0,0000034842	0,0000017831	0,0000201340	0,0000145165	0,0000156777
m. BB	0,0000087385	0,0000094385	0,0000032050	0,0000090430	0,0000068710	0,0000047478
m. TRD	0,0000073209	0,0000072837	0,0000018375	0,0000152795	0,0000123792	0,0000086865

Legenda: m. PM – musculus pectoralis major, m. DA – musculus deltoideus pars clavicularis, m. BB – musculus biceps brachii, m. TRD – musculus trapezius pars descendens, X – průměr, MED – medián, SD – směrodatná odchylka

Tabulka 3 Popisná statistika hodnocených parametrů pro průměrnou svalovou aktivitu u nespportovců v klidu a při představě

SVAL	KLID [V]			PŘEDSTAVA [V]		
	X	MED	SD	X	MED	SD
m. PM	0,0000111802	0,0000110168	0,0000045488	0,0000101420	0,0000103829	0,0000042302
m. DA	0,0000029796	0,0000034842	0,0000017831	0,0000201340	0,0000145165	0,0000156777
m. BB	0,0000087385	0,0000094385	0,0000032050	0,0000090430	0,0000068710	0,0000047478
m. TRD	0,0000073209	0,0000072837	0,0000018375	0,0000152795	0,0000123792	0,0000086865

Legenda: m. PM – musculus pectoralis major, m. DA – musculus deltoideus pars clavicularis, m. BB – musculus biceps brachii, m. TRD – musculus trapezius pars descendens, X – průměr, MED – medián, SD – směrodatná odchylka

10.1 Vyjádření k hypotézám dle statistického vyhodnocení

Hypotézu **H₀₁** „Svalová aktivita m. pectoralis major při představě se neliší u sportovců a nesportovců.“ nelze zamítnout.

Hypotézu **HA1** „Svalová aktivita m. pectoralis major při představě se liší u sportovců a nesportovců.“ lze zamítnout.

Hypotézu **H₀₂** „Svalová aktivita m. deltoideus pars clavicularis při představě se neliší u sportovců a nesportovců.“ nelze zamítnout.

Hypotézu **HA2** „Svalová aktivita m. deltoideus pars clavicularis při představě se liší u sportovců a nesportovců.“ lze zamítnout.

Hypotézu **H₀₃** „Svalová aktivita m. biceps brachii při představě se neliší u sportovců a nesportovců.“ nelze zamítnout.

Hypotézu **HA3** „Svalová aktivita m. biceps brachii při představě se liší u sportovců a nesportovců.“ lze zamítnout.

Hypotézu **H₀₄** „Svalová aktivita m. trapezius pars descendens při představě se neliší u sportovců a nesportovců.“ nelze zamítnout.

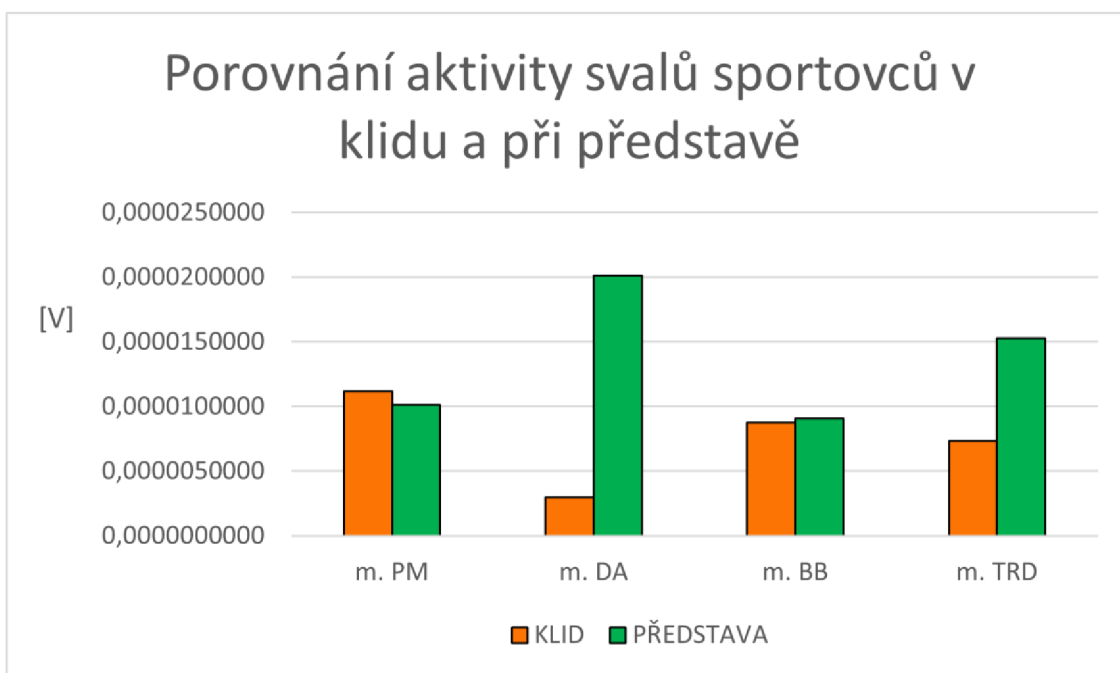
Hypotézu **HA4** „Svalová aktivita m. trapezius pars descendens při představě se liší u sportovců a nesportovců.“ lze zamítnout.

Na grafu 1 (str. 39) jsou zobrazeny průměrné hodnoty svalové aktivity jednotlivých svalů u sportovců v klidu a při představě.

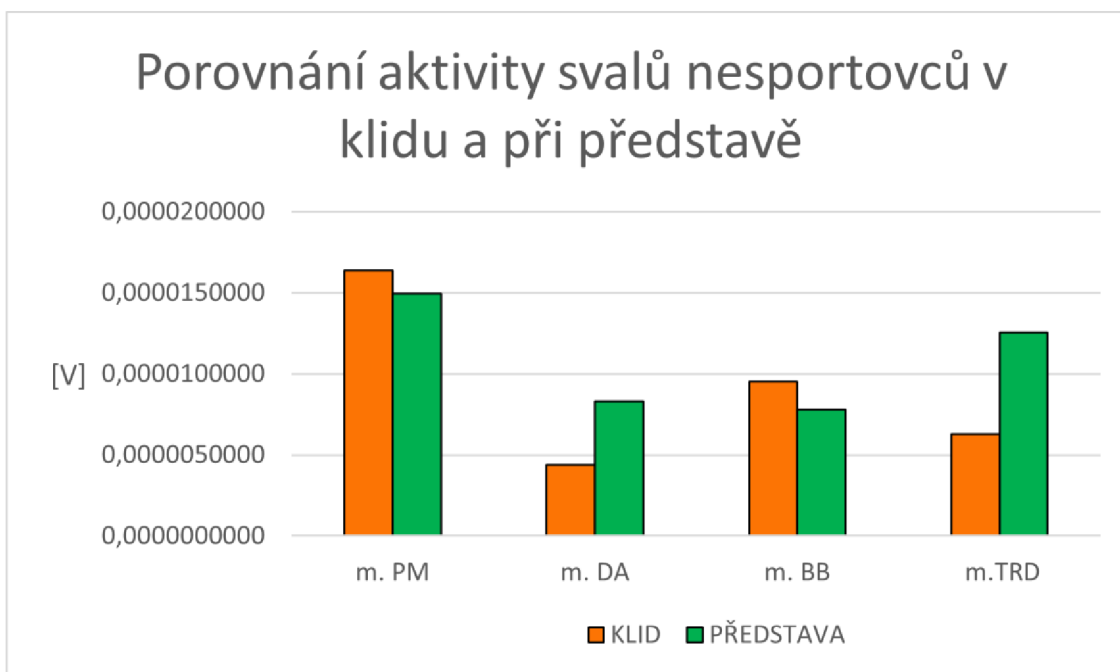
Na grafu 2 (str. 39) jsou zobrazeny průměrné hodnoty svalové aktivity jednotlivých svalů u nesportovců v klidu a při představě.

Na grafu 3 (str. 40) jsou porovnány průměrné hodnoty svalové aktivity jednotlivých svalů u sportovců i nesportovců v klidu a při představě.

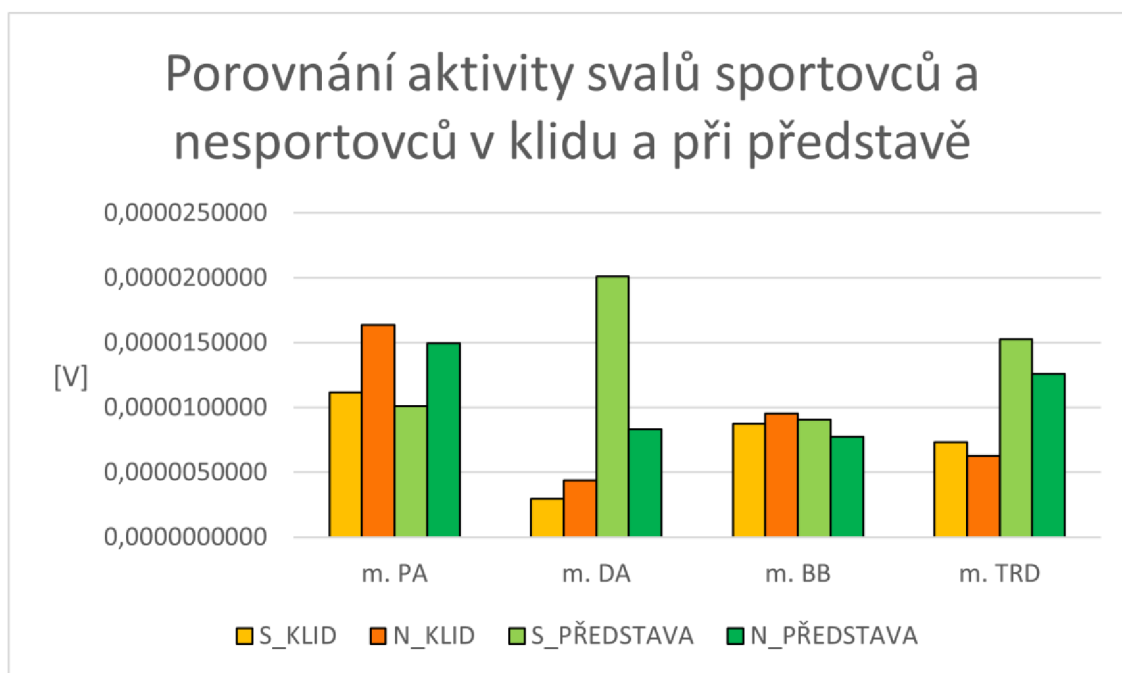
Graf 1 Aktivita svalů sportovců v klidu a při představě



Graf 2 Aktivita svalů nespportovců v klidu a při představě



Graf 3 Aktivita svalů sportovců i nespportovců v klidu a při představě



11 Diskuse

Představa pohybu je v poslední době častým předmětem výzkumů. Jedinec si při ní představuje pohyb bez jeho reálného provádění (Holmes, Calmels, 2008, str. 433).

U představy pohybu ve sportu se předpokládá, že jednotlivci mající větší schopnost generovat představu pohybu budou mít větší výhody při učení a zvyšování výkonu. Sportovci představu využívají pro zlepšení motorického učení, výkonu, motivace, sebejistoty a odstranění úzkosti. Lze ji však využít také k určení strategie a řešení problémů. Úspěšné a neúspěšné sportovce rozlišuje právě schopnost vizuální a kinestetické představy pohybu (Guillot, Collet, 2008, str. 31-44; Cumming, Ramsey, 2009, str. 5-36; Martin et al., 1999, str. 245-268; Gregg, Hall, Butler, 2007; Monsma et al, 2009, str. 1).

Zpočátku se předpokládalo, že motorická představa probíhá pouze z pohledu první osoby. Tento artefakt byl nazván „problém s omezenou perspektivou“ (MacIntyre et al, 2018, str. 141-159; Moran et al., 2012, str. 224-247). Nedávné studie s elitními tanečnicemi však prokázaly možnost motorické představy také z pohledu třetí osoby (MacIntyre et al., 2018, str. 141-159; Callow, Roberts, 2010, str. 325-329; MacIntyre, Moran, 2010, str. 227-244).

11.1 Změny svalové aktivity při představě pohybu

Elektromyografická aktivita při představě pohybu odpovídá svalové aktivitě při skutečně prováděném pohybu. Několik experimentů již dokázalo, že EMG aktivita zaznamenaná během představy byla vyšší než v klidu. (Lebon et al., 2007, str. 182)

Při představě jsou zachovávány časové charakteristiky pohybů. Studie dokázaly, že doba představy je podobná času potřebnému k provedení totožného pohybu. V rámci studie si účastníci se zavázanými očima představovali chůzi na různé vzdálenosti a poté je naživo ušli. Výsledky ukázaly prodloužení doby skutečného pohybu a představy pohybu vzhledem k větší vzdálenosti. Představovaný pohyb se tedy řídí stejnými biomechanickými pravidly jako pohyb skutečný (Gilot, Collet, 2005, str. 10-20; Decety, Jeannerod, Prablanc, 1989, str. 35-42).

Během představy zvedání činky byla zjištěna korelace mezi EMG aktivací devíti svalů horní části paže a skutečným fyzickým pohybem. Reakce ve svalových buňkách během představy také odpovídaly požadavkům úkolu. Pokud si jedinci představovali zvedání těžší váhy, tak byl zaznamenán větší nárůst EMG aktivity ve srovnání s představou menší váhy. Představy také vyvolávaly kardiovaskulární a respirační reakce. Frekvence dýchání odpovídala představované intenzitě cvičení (Bird, 1984, str. 899-906; Guillot et al., 2007, str. 18-27; Wuyam et al., 1995, str. 713-724).

Jiná studie zkoumala, zda je představa pohybu doprovázena zlepšením rychlosti intramuskulárního vedení. Pomocí EMG byla snímána aktivita tří svalů během flexe a extenze loketního kloubu. Účastníci byli vyzváni, aby zvedli nebo si představili zvednutí činky třemi typy kontrakce (koncentrické, izometrické a excentrické). EMG aktivita agonisty (m. biceps brachii, krátká a dlouhá hlava) a antagonisty (m. triceps brachii) byla zaznamenána a zpracována pro určení střední frekvence. Střední frekvence byla výrazně vyšší během představy než během klidu. Byla také vyšší během koncentrické kontrakce než při kontrakci excentrické. Střední frekvence tedy korelovala s typem svalové kontrakce. Prokázána byla také změna velikosti aktivity v závislosti na intenzitě úsilí. (Lebon et al., 2007, str. 181)

11.2 Zapojení mozkových center při představě

Dle Jeanneroda (2001, str. 103-109) by představa pohybu měla zahrnovat nervové mechanismy podobné mechanismům při provádění pohybu. Představa pohybu a provedení pohybu jsou tedy funkčně ekvivalentní (Jeannerod, 2001, str. 103-109).

Výzkum magnetické stimulace ukazuje, že představa pohybu vyvolává kortikospinální excitabilitu. Svědčí o tom zvýšení amplitudy evokovaných potenciálů podněcovaných primární motorickou kůrou. (Chong, Stinear, 2017, str. 1776-1784; Lebon et al., 2018, str. 689-700).

Technika představy pohybu vyžaduje aktivaci oblastí mozku překrývající se s oblastmi využívanými při provádění pohybu. Studie využívající fMRI při představě pohybu prstů a ruky ukázaly aktivaci suplementární motorické oblasti (SMA), premotorické kůry (MPC), mozečku i kontralaterální primární motorické kůry (cM1) (Leonardo et al., 1995, str. 83-92; Lotze et al., 1999, str. 491-501; Porro et al, 1996, str. 7688-7698, Sabbah et al., 1995, str. 131-136).

Metaanalýzy porovnávající představu a provedení pohybu ukázaly také aktivaci fronto parietálních, subkortikálních a cerebelárních oblastí (Hardwick et al., 2018, str. 31-44; Héту et al., 2013, str. 930-949).

Další studie využívající transkraniální magnetickou stimulaci dodaly důkazy, že motorická představa (zejména kinestetická) zvyšuje kortikospinální dráždivost, což bylo prokázáno také zvýšením amplitudy motorických evokovaných potenciálů v cílových svalech. Tyto nálezy podporují myšlenku, že motorická představa reprodukuje hemisférickou specifitu s ohledem na kontralaterální zařazení M1 během představy lateralizovaných pohybů a naznačují, že kortikospinální facilitace je vysoce specifická pro motorický úkol. (Guillot et al., 2012, str. 1-8).

Sportovci využívající při sportování nástroje mohou být vynikajícím vzorem pro posouzení neurálních korelátů možných změn tělesné reprezentace. Specifická fyzická nebo

duševní praxe může vyvolat krátkodobé a dlouhodobé neuroplastické změny v motorickém systému a způsobí, že využívané nástroje se stanou součástí reprezentace vlastního těla (Fourkas et al., 2008, str. 2382).

Jedna ze studií zkoumala kortikospinální excitaci svalů předloktí a ruky u zkušených tenistů a nováčků při mentálním procvičování tenisového forhandu, forehandu stolního tenisu a golfového drivu pomocí jednopulzní transkraniální magnetické stimulace. Zjistilo se, že svaly profesionálních tenistů vykazovaly zvýšenou kortikospinální facilitaci během motorické představy tenisu, ale ne během představy stolního tenisu a golfu (Fourkas et al., 2008, str. 2382)

Subjektivní zprávy naznačovaly, že profesionálové se od nováčků lišili ve schopnosti vytvářet proprioceptivní představy a v považování nástrojů (rakety) za prodloužení ruky. Neurofyziologická a subjektivní data se shodují a naznačují klíčovou roli dlouhodobých zkušeností v modulaci senzomotorických tělesných reprezentací během mentální simulace sportu. Cvičení se senzomotorickými úkoly vede k podstatným strukturální a funkčním změnám v mozku. Tyto prožitkové neuroplastické změny v motorickém systému mohou být vyvolány fyzickou, pozorovanou a mentálně simulovanou praxí (Fourkas et al., 2008, str. 2382).

Klinické důkazy naznačují, že jak krátkodobá, tak dlouhodobá znalost konkrétních částí těla (např. rukou) se specifickými nástroji nebo předměty může vyvolat jejich integraci do schématu lidského těla. Existuje také pozitivní korelace mezi předchozí zkušeností s nástrojem a zvýšenou aktivací v motorickém kortexu (Fourkas et al., 2008, str. 2382).

S cílem prozkoumání specifčnosti kortikospinální reprezentace těla během mentálního cvičení spojeného s dlouhodobou zkušeností s konkrétním nástrojem byla aplikována jednopulzní transkraniální stimulace nad levým primárním motorickým kortexem u profesionálních tenistů a osob bez konkrétní zkušenosti s tenisem. Byly zaznamenávány motoricky evokované potenciály v kontralaterální ruce a předloktí, zatímco si tyto dvě skupiny mentálně nacvičovaly tenisový forehand,forehand stolního tenisu a golfový drive se specifickým zaměřením na generování motorické představy, při které byl nástroj integrován jako prodloužení ruky. Nástroj, se kterým měla každá skupina největší zkušenosti byl nejlépe vyhodnocený jako prodloužení ruky. Profesionální tenisté použili představu efektivněji než nováčci, ale pouze v činnosti, ve které měli odborné znalosti (Fourkas et al., 2008, str. 2388).

11.3 Přínos do praxe

Představa je mentální technikou, kterou lze vytrýbit praxí a lze ji využít mnoha způsoby. Ve sportu a převážně v tanci je využívána jako strategie pro zvýšení výkonu (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Murphy, Nordin, Cumming, 2008, str. 189-206; Weinberg, 2008, str. 1-21).

Představa napomáhá seberegulaci myšlenek, pocitů a chování (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Cumming, Hall, 2002; Orlick, Partington, 1988, str. 105-130). Profesionální sportovci a tanečníci často popisují význam představy při přípravě na vrcholná představení. Sprinter John Regis si při tréninku na šampionát představoval perfektní závod a pocit, který při tom měl (Cumming, Williams, 2012, str. 213; Grout, Perrin, 2004, str. 103).

Představa je dynamický proces a zahrnující kognitivní procesy, jako například paměť. Není omezena pouze na vybavování informací z minulosti, ale umožňuje jednotlivcům vytvářet nové zážitky, které dosud nenastaly (Cumming, Williams, 2012, str. 215; Denis, 1985, str. 48-168).

Výhodné je využití různých pozorovacích úhlů pro zapamatování taktiky nebo strategie (např. pohled na fotbalové hřiště shora může pomoci hráči pochopit, kde má být umístěn ve vztahu ke svým spoluhráčům) (Holmes, Calmels, 2008, str. 433; Cumming, Williams, 2012, str. 215). Pohled z první osoby lze využít pro jednoduché, dobře naučené úkoly a úkoly závislé na percepčních informacích (např. předvídání směru míčku při podání v tenise). Pohled ze třetí osoby lze využít pro úkoly zdůrazňující techniku nebo tvar těla (např. přesné pohyby těla, které se účastní provádění spirálové sekvence v krasobruslení) (Hardy, 1997, str. 277-294).

Představovat si lze vlastní výkon nebo výkon někoho jiného. Pohled z první osoby bývá spojen s vlastním já a s vlastním chováním, ale nevylučuje se možnost přijmutí perspektivy někoho jiného. Výhodou perspektivy jiné osoby je možnost vžít se do pozice jiné osoby pro pochopení jejího jednání nebo její jednání předvídání (např. basketbalový hráč si může představit provedení špatné střely a pak si situaci prohlédnout z pohledu jiného hráče na hřišti a zhodnotit to) (Holmes, Calmels, 2008, str. 433; Ruby, Decety, 2001, str. 546-550; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Ve studiích používajících zobrazovací metody bylo zjištěno, že představa sebe sama zrcadlila vzor při skutečném provádění pohybu. Představa ostatních byla podobná aktivaci při sledování pohybu ostatních (Ruby, Decety, 2001, str. 546-550; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Představa pohybu zahrnuje také pocity a fyziologické reakce (např. změny srdeční frekvence a tělesné teploty), emoce (např. pocit štěstí), rytmus a načasování (např. pomalý nebo

rychlý pohyb), hmotnost (např. pocit lehkosti nebo těžkosti) a prostorové uvědomění (např. poloha těla nebo poloha ve vztahu k jiným objektům) (Callow, Waters, 2005, str. 443-459; Driediger et al., 2006, str. 261-272; Nordin, Cumming, 2005, str. 395-416; Cumming, Williams, 2012, str. 215).

Mentální představivost je tedy multismyslový proces kombinující tolik smyslů, kolik je jen možné, aby vytvořil živý mentální obraz. Hraje významnou roli při provádění pohybů a v lidském fungování. V kontextu sportu Watt, Spittle a Morris (2002) popsali představivost jako stav, ve kterém si lidé představují sami sebe při provádění dovedností. Vizuální a kinestetická představa jsou dva nejběžnější smyslově nacvičené mentální způsoby generování obrazů. Systematické přehledy ukázaly, že nezávisle na úhlu pohledu (z první nebo třetí osoby) nebo na mentálním režimu zlepšují mentální představy výkon v motorických úkolech a soutěžních situacích a usnadňují motorické učení. (Driskel, Cooper, Moran, 1994, str. 481-492). Jeho výhody často závisí na schopnosti vytvářet živé motorické obrazy. Zdá se, že mezi schopností představy (schopnost snadné generace představy, ovladatelnost představy, živost představy a konzervace představy) a motorickým zlepšením existuje vztah. (Munroe et al., 2000, str. 119-137).

Výzkumy naznačují použití různých měřítek při hodnocení schopnosti představy. Výzkumníci například zkoumali živost představy (jasnost nebo realističnost zážitku při představě) pomocí dotazníků, které měří subjektivní vnímání kvality statických a dynamických představ. Měřením byla také zkoumána schopnost ovladatelnosti představy, to znamená přesnost, s jakou lze s obrazem mentálně manipulovat. Ovladatelnost lze měřit pomocí objektivních kritérií, jako jsou např. mentální rotace, která vyžaduje kognitivní manipulaci a prostorovou transformaci představovaných předmětů. (Di Corrado, 2019, str. 1-14).

V experimentálních modelech jsou účastníkům prezentovány podněty (různá 2D písmena nebo 3D kostky) a jsou požádáni, aby provedli prostorové manipulace s těmito podněty k identifikaci shody položek. Ukázalo se, že představa hraje důležitou roli při řešení těchto úkolů. Jednotlivec může vykazovat vysoké schopnosti v jednom typu úkolu s představou, ale méně nebo žádné v ostatních. Živost představy závisí na smyslových modalitách představovaného podnětu, kapacitě kognitivních procesů a individuálních rozdílech. Kontrolovatelnost představy závisí na rozdílech v kognitivních nárocích a rekrutování nervových drah (Di Corrado, 2019, str. 1-14).

Několik studií zkoumalo frekvenci používání představ u účastníků praktikujících různé sporty pomocí dotazníků Sport Imagery Questionnaire (Hall et al., 1998). Zkoumá dva kognitivní faktory: kognitivní specifické představy (pohyb a provádění techniky) a kognitivní

obecné představy (taktika a akční plány). Další tři zkoumané faktory jsou specifické motivační představy (vítězství, dosahování úspěšných výkonů a dosahování cílů) a motivační obecně-vzrušivé představy (emocionální vzrušení související se sportovními soutěžemi) a obecné motivační představy (ovládání emocí v náročných situacích). Přes tyto oblasti fungování je účinnost představ a způsob jakým ji sportovci využívají ovlivněna různými proměnnými jako je pohlaví, typ dovednosti (otevřená nebo uzavřená), soutěžní úroveň (elitní nebo neelitní umělci) a typ sportu (týmové nebo individuální sporty a kontaktní nebo nekontaktní sporty). Předchozí výzkumy zjistily že muži sportovci používali představy více a důsledněji než ženy sportovkyně. Sportovci také vykazovali větší schopnost otáčet mentální obrazy než ženy sportovkyně. Další studie navíc zjistila, že muži vykazovali lepší prostorové schopnosti než ženy (Di Corrado, 2019, str. 1-14).

Otevřené a uzavřené dovednosti se liší ve vztahu k prostředí. V uzavřených dovednostech je snazší zjistit skutečný pohyb, který bude proveden. Naopak v otevřených dovednostech je vyžadována schopnost představy vnější události a změny prostředí. Mnoho individuálních sportů zahrnuje uzavřené dovednosti, zatímco mnoho týmových sportů zahrnuje otevřené dovednosti. Přesto je jasná klasifikace sportů podle typu dovednosti obtížná. Mnoho sportů totiž zahrnuje kombinaci jak otevřených, tak uzavřených dovedností (Di Corrado, 2019, str. 1-14).

Ve studii zkoumající použití představ u elitních a začínajících sportovců zjistili, že sportovci s otevřenou dovedností používali výrazně více motivační obecně-vzrušivé představy než sportovci s uzavřenými dovednostmi. Další výzkum porovnával 12 sportovců s otevřenými dovednostmi, 12 sportovců s uzavřenými dovednostmi a 12 nespportovců v úloze mentální rotace. Účastníci byli povinni co nejrychleji mentálně přeorientovat testovací postavou jejím otáčením proti směru hodinových ručiček, dokud testovací postava nebude shodná s výchozí figurou. Výsledky ukázaly, že k dokončení úkolu mentální rotace potřebovali nespportovci o 50 % více času než obě skupiny sportovců. Analýza neukázala významný rozdíl mezi skupinami sportovců. Další studie ukázala vyšší skóre pro schopnost představy u tanečníků a karatistů oproti nespportovcům. Nedávná studie zkoumala živost a schopnost představy u 256 elitních, subelitních a neelitních sportovců (u basketbalistů, fotbalistů, nohejbalistů, badmintonistů, házenářů a volejbalistů). Skóre vnitřní vizuální a kinestetické představy byly výrazně vyšší u elitních hráčů než u subelitních a neelitních hráčů. Kromě toho se v jiné studii pokusili zjistit, zda sportovci různých úrovní používali odlišně různé funkce představy. Zjistili, že elitní sportovci používají kognitivní představy častěji než neelitní sportovci. (Di Corrado, 2019, str. 1-4).

Pokud jde o rozdíly podle typu sportu, tak bylo zjištěno, že sportovci z týmových sportů uváděli větší využívání motivačních obecně-mistrovských představ než sportovci z individuálních sportů. V dalších výzkumech byli zjištěny podobné výsledky u hráček volejbalu, basketbalu, hokeje, fotbalu a softbalu (u týmových sportů). Whitehead a Basson (2006) ve své studii uvedli, že sportovci z bezkontaktních sportů (např. squash) uváděli výrazně menší využití mentálních představ (motivační obecně-mistrovské a kognitivní obecné) než karatisti (patřící do skupiny individuálních kontaktních sportů) a ragbisti (patřící do týmových kontaktních sportů). V nedávné studii zkoumající provedení mentální rotace zjistili, že elitní bojovní sportovci (šerm, judo a wrestling) prokázali lepší výkonnost v mentální rotaci než elitní běžci. V individuálních sportech (jako je tenis a karate) se sportovci nestýkají se spoluhráči na rozdíl od kolektivních sportů. Nedostatek interakce se spoluhráči pravděpodobně způsobuje pocit vyšší odpovědnosti za vlastní akce, stejně jako nižší variabilitu prostředí. Tyto faktory mohou sportovce individuálních sportů stimulovat k další formě specifické mentální reprezentace sebe sama při provádění představy ve srovnání se sportovci týmových sportů. Dále mohou tyto faktory vysvětlit rozdíly ve schopnosti představy mezi individuálními a týmovými sportovci. (Di Corrado, 2019, str. 1-4).

Výsledky dalšího výzkumu ukazují, že individuální i týmoví sportovci mají odlišné schopnosti a charakteristiky sportovně orientovaných představ. Statistická analýza podpořila hypotézu, že sportovci provozující individuální sporty vykazují lepší schopnosti představy než týmoví sportovci. V tenisové skupině bylo pozorováno významně vyšší skóre u proměnných vnější vizuální představa, vnitřní vizuální představa a kinestetická představa. Tento výsledek nebyl v předchozích studiích popsán. Sportovní typ ovlivňuje i využití vizuální perspektivy, která může být vnitřní nebo vnější v závislosti na sportu. Vnější vizuální představy jsou efektivnější pro úkoly založené na formě, protože sportovci si bez námahy dokážou představit globální pohyby a pozice, které jsou nezbytné pro úspěšné provedení pohybu. Vnitřní vizuální představy jsou výhodnější u cílených úkolů nebo motorických dovedností, které zahrnují rychlé změny v zorném poli. Naopak kinestetické představy zahrnují vnímání pocitů při vystupování, včetně síly a energie předpokládané během pohybu. Například tenisté využívají vnitřní vizuální představu pro představování pocitů při pohybu paží a úsilí potřebné k provedení pohybu. K vizualizaci trajektorie míče a jeho odskoku po podání je potřebná vnější vizuální představa (Di Corrado, 2019, str. 9).

Fogarty a Morris (2003) zjistili při zkoumání perspektivy využití představy, že elitní tenisový hráči mladšího věku používali více vnitřní představy než vnější. Cítit vjem pohybu je prostřednictvím vnitřní představy jednodušší (Di Corrado, 2019, str. 9).

Dále bylo zjištěno, že schopnost kinestetické představy je u tenisových hráčů vysoká. To může souviset s povahou tenisu. Nutnost kinestetické schopnosti je ve skutečném výkonu vyšší a pohyb závisí na signálech prostředí, jako je řeč těla protivníka (Di Corrado, 2019, str. 9).

Zjištění studií zdůrazňují potřebu, aby trenéři a sportovci rozpoznali specifické požadavky jejich sportu a efektivně začlenili mentální představu do tréninku pro zlepšení výkonu při přípravě na zápasy. (Di Corrado, 2019, str. 10)

11.4 Diskuse k výsledkům práce

Hypotézy se týkaly aktivity svalů horní končetiny a jejich porovnání mezi sportovci a nespportovci.

Dotazník MIQ-R vyplnili všichni probandi před začátkem měření. Sloužil jako kritérium pro zařazení probandů do studie. Data z dotazníku nebyla ve výzkumu použita. Jedná se o subjektivní hodnocení, které nelze statisticky aplikovat a nebyly cílem práce.

Cílem práce bylo zjistit, zda se svalová aktivita jednotlivých svalů při představě liší u sportovců a nespportovců. Jako referenční hodnoty sloužily klidové hodnoty.

Dle výsledků statistiky není možné žádnou z nulových hypotéz zamítnout. Hodnota statistické významnosti u H02 však byla blízka hranici 0,05, můžeme tedy konstatovat trend zvýšení svalové aktivity m. deltoideus pars clavicularis při představě u sportovců oproti nespportovcům. Na grafech 1-3 (str. 39-40) lze pozorovat, že u m. pectoralis major došlo ke snížení svalové aktivity při představě oproti klidu u obou skupin. Nespportovci měli oproti sportovcům vyšší svalovou aktivitu v klidu i při představě. V případě m. deltoideus pars clavicularis došlo u sportovců k výraznému zvýšení svalové aktivity při představě oproti klidu a také v porovnání se skupinou nespportovců. U m. biceps brachii došlo v případě sportovců k lehkému zvýšení svalové aktivity při představě oproti klidu a u nespportovců naopak ke snížení aktivity. V případě m. trapezius pars descendens je vidět, že se svalová aktivita při představě zvýšila, a to v případě obou skupin. U sportovců byla aktivita u tohoto svalu vyšší jak v klidu, tak při představě.

Z již dříve zmíněných studií vplývá, že sportovci mají lepší schopnost představy než nespportovci a mohou ji využít různými způsoby. Na schopnost představy má také vliv úroveň hráčů a typ sportu. Elitní sportovci mají výrazně vyšší skóre vizuální a kinestetické představy než subelitní a neelitní sportovci a nespportovci. (Nezam et al., 2014, Ozel, Larue, Molinaro, 2004, Short, Short, 2005, Adegbesan, 2009).

Výsledky dalšího výzkumu ukazují, že individuální i týmoví sportovci mají odlišné schopnosti a charakteristiky sportovně orientovaných představ. Statistická analýza podpořila

hypotézu, že sportovci provozující individuální sporty vykazují lepší schopnosti představy než týmoví sportovci. V tenisové skupině bylo pozorováno významně vyšší skóre u proměnných vnější vizuální představa, vnitřní vizuální představa a kinestetická představa. Tento výsledek nebyl v předchozích studiích popsán. (Di Corrado, 2019, str. 9).

Na základě již dříve zmíněných studií a na základě našeho měření předpokládáme, že by sportovci měli využít představu pohybu ve svém tréninkovém plánu. Mohli by si tak zvýšit např. výkon, sebejistotu a motivaci. Výhodou je také možnost určení vhodné strategie při různých situacích a nalezení vhodného řešení možného nadcházejícího problému. Sportovci si mohou lépe zregulovat myšlenky, pocity a chování. Možné je také využít při představě hry na různém povrchu, s různými typy raket a míčků. Zlepší se i uvědomění vlastního těla.

11.5 Limity výzkumu

Výzkum k diplomové práci byl sestaven tak, aby byla zjištěna míra aktivity vybraných svalů při představě pohybu u sportovců. Před vlastním měřením byla provedena pilotní studie pro ověření proveditelnosti výzkumu a také pro minimalizování nedostatků.

Do studie bylo zařazeno 12 probandů ve věku 20-30 let. Probandi byli rozděleni do dvou skupin. V každé skupině bylo šest probandů. První skupinou byli tenisté, kteří se pravidelně účastní tréninku. Druhou skupinou byli nespportovci, kteří nevykonávají žádnou pravidelnou sportovní aktivitu. Nízký počet probandů byl největším limitem výzkumu. V rámci výsledků měření nebylo možné prokázat statisticky významný rozdíl svalové aktivity při představě u sportovců v porovnání s nespportovci. Na grafech 1-3 (str.) je však při porovnání obou skupin vidět určitý rozdíl svalové aktivity jednotlivých svalů oproti klidovým hodnotám. V dalším výzkumu by tedy bylo potřebné zařadit více probandů.

Dalším limitem bylo využití zjednodušeného pohybu vzhledem k omezeným možnostem a malým prostorům pro měření. V rámci dalších výzkumů by bylo vhodné využít komplexnější pohyb zaměřený na jeden vybraný tenisový úder. K tomu by bylo potřeba zajistit dostatečně velké prostory. Další výhodou by bylo zařazení tenisové rakety a míčků, kdy by si proband představoval konkrétní tenisový úder i s potřebným vybavením.

Měření i s přípravou nepřesáhlo 30 minut a bylo probandy dobře vnímáno.

Závěr

Představa pohybu je v poslední době častým předmětem výzkumů. Jedinec si při ní představuje pohyb bez jeho reálného provádění. Jedná se o kognitivní proces pro vytváření motorických akcí, ale i techniku zvyšující výkon, která je využívána sportovci. Představa je také mentální technikou, která může být vytříbená praxí a může být využívána mnoha způsoby. Hlavní funkcí představy je napomáhání seberegulace myšlenek, pocitů a chování

Představa sdílí neurální a behaviorální podobnost se skutečnou zkušeností. Tento vztah poskytuje přímý přístup ke studiu skrytých motorických procesů důležitých v každodenním životě, jako je předvídání efektu akce, příprava nebo úmysl pohybu, učení nebo znovu naučení motorické dovednosti.

Cílem práce bylo posoudit rozdíl svalové aktivity vybraných svalů mezi sportovci a nesportovci a možnost využití představy u sportovců.

Výzkum byl zaměřen na sledování aktivity svalů pomocí polyEMG. Sledovanými svaly byly: m. pectoralis major, m. deltoideus pars clavicularis, m. biceps brachii a m. trapezius pars descendens. Měřena byla aktivita v klidu, kdy si probandi zpívali píseň „Hodně štěstí, zdraví“ a aktivita při představě pohybu do horizontální addukce. Probandi byli rozděleni do dvou skupin: sportovců a nesportovců. Měření probíhalo jednorázově.

Výsledky práce ukazují, že se svalová aktivita při představě pohybu horní končetiny do horizontální addukce u sportovců a nesportovců liší (při porovnání s klidovými hodnotami). Statisticky významné rozdíly však nebyly potvrzeny u žádného ze svalů, což přisuzují zejména malému počtu probandů. U některých svalů došlo ke snížení svalové aktivity a u jiných ke zvýšení svalové aktivity. Mnohé studie však dokazují, že představa hraje roli při úspěšnosti sportovce a je vhodné zařadit ji jako součást tréninku.

Pro další práci by bylo potřeba zvýšit množství naměřených probandů a zvážit vybrání konkrétního tenisového úderu, který bude měřen (ideálně i s tenisovou raketou a míčkem). Pro to by však bylo nutné zajistit vhodné větší prostory.

Referenční seznam

1. ABMA, C. L., FRY, M. D., LI, Y., RELYEA, C. 2002. Differences in imagery content and imagery ability between high and low confident track and field athletes. *Journal of Applied Sport Psychology*. [online]. 14, 67-75 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: doi 10.1080/10413200252907743.
2. ATIENZA, F., BALAGUER, I., GARCIA-MERITA, M. L. 1994. Factor analysis and reliability of the Movement Imagery Questionnaire. *Perceptual and Motor Skills*. [online]. 78, 1323-1328 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: doi 10.2466/pms.1994.78.3c.1323.
3. BARLETT, R. 2007. *Sports Biomechanics: Analysing Human Movement Patterns*. London: Routledge. ISBN 978-0-415-33994-0.
4. BARTUŇKOVÁ, S. 2006. *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. Praha: Karolinum. ISBN 80-246-1171-6.
5. BIRD, E. I. 1984. EMG quantification of mental rehearsal. *Perceptual and Motor Skills*. [online]. 59, 899-906 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.2466/pms.1984.59.3.899.
6. BLASING, B., PUTTKE, M., SCHACK, T. 2018. *The Neurocognition of Dance: Mind, Movement and Motor Skills* (2nd edition). London: Routhledge. ISBN 9781315726410.
7. BUCCINO, G., F. BINKOFSKI, G. R., FINK, et al. 2001 Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: anfMRI study. *European Journal of Neuroscience*. [online]. 13(2), 400-404 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z doi: 10.1111/j.1460-9568.2001.01385.x.
8. CALLOW, N., JIANG, D., ROBERTS, R., EDWARDS, M. G. 2017. Kinesthetic Imagery Provides Additive Benefits to Internal Visual Imagery on Slalom Task Performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology* [online]. 39 (1), 81-86 [cit. 2021-01-28]. Dostupné z doi: 10.1123/jsep.2016-0168.
9. CALLOW, N., ROBERTS, R., 2010. Imagery research: an investigation of three issues. *Psychology of Sport and Exercise* [online]. 11, 325-329 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1016/j.psychsport.2010.03.002.
10. CALLOW, N., WATERS, A. 2005. The effect of kinesthetic imagery on the sport confidence of flat-race horse jockeys. *Psychology of Sport and Exercise*. [online]. 6, 443-459 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1016/j.psychsport.2004.08.001.
11. CUMMING, J., RAMSEY, R. 2009. *Imagery interventions in sport*. In S. D. Mellalieu & S. Hanton (Eds.), *Advances in applied sport psychology: A review*. Str. 5-36. London: Routledge.

12. CUMMING, J., WILLIAMS, S. E. 2012. The Role of Imagery in Performance. *Handbook of Sport and Performance Psychology*. [online]. Kap. 11, 213-232. [cit. 2022-01-15] Oxford University. Dostupné z doi: 10.13140/2.1.3274.5925.
13. DE LUCA, C.J. 1993. The use of Surface Electromyography in Biomechanics. *The international Society for Biomechanics*. [on-line]. [cit. 2022-01-28]. 98. Dostupné na World Wide Web: <http://www.delsys.com/>.
14. DECETY, J., JEANNEROD, M., PRABLANC, C. 1989. The timing of mentally represented actions. *Behavioral Brain Research*. [online] 34, 35–42 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1016/s0166-4328(89)80088-9 .
15. DENIS, M. 1985. Visual imagery and the use of mental practice in the development of motor skills. *Canadian Journal of Applied Sport Science*. [online] 10, 4S–16S [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: PMID: 3910301.
16. DJORDJEVIC, J., ZATORRE, R. J., PETRIDES, M., BOYLE, J. A., JONES G. M. 2005. Functional neuroimaging of odor imagery. *Neuroimage* [online] 24, 791–801 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1016/j.neuroimage.2004.09.035.
17. DRIEDIGER, M., HALL, C., CALLOW, N. 2006. Imagery use by injured athletes: a qualitative analysis. *Journal of Sport Sciences* [online]. 24 (3), 261-272 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1080/02640410500128221.
18. DUPALOVÁ, D., ZAATAR, A. M. Z. 2015. Problematika použití povrchové elektromyografie – poznámky k vybraným aspektům aplikace v léčebné rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. [online]. 22 (1), 26-30. [cit. 2022-01-28]. ISSN 1211-2658.
19. GREGG, M., HALL, C. 2006. Measurement of motivational imagery abilities in sport. *Journal of Sports Sciences*. [online]. 24, 961–971 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1080/02640410500386167 .
20. GROUT, J., PERIN, S. 2004. *Mind games: Inspirational lessons from the world's finest sports stars*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.
21. GUILLOT, A. MOCHSBERGER, K., COLLET, CH. 2013. Coupling movement with imagery as a new perspective for motor imagery practice. *Behavioral and Brain Functions* [online]. 9 (8), 1-8 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1186/1744-9081-9-8.
22. GUILLOT, A., COLLET, C., NGUYEN, V. A., MALOUIN, F., RICHARDS, C., DOYON, J. 2009. Brain activity during visual versus kinesthetic imagery: An fMRI study. *Human Brain Mapping*. [online]. 30, 2157–2172 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1002/hbm.20658.

23. GUILLOT, A., COLLET, CH. 2008. Construction of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology* [online]. 1 (1), 31-44 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1080/17509840701823139.
24. GUILLOT, A., LEBON, F., ROUFF, D., CHAMPELZ, S., DOZON, J., COLLET, C. 2007. Muscular responses during motor imagery as a function of muscle contraction types. *International Journal of Psychophysiology*. [online] 66, 18–27 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1016/j.ijpsycho.2007.05.009.
25. HALL, C. R, PONGRAC, J., BUCKOLZ, E. 1985. The measurement of imagery ability. *Human Movement Science*. [online]. 4, 107-118 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: doi 10.1016/0167-9457(85)90006-5.
26. HALPERN, A. R., ZATTORE, R. J. 1999. When that tune runs through your head: A PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex*. [online]. 9, 697–704 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1093/cercor/9.7.697.
27. HAMILL, J., KNUTZEN, K. M. 2009. *Biomechanical Basis of Human Movement*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. ISBN 978-0-7817-9128-1.
28. HARDWICK, R.M., CASPERS, S., EICKHOFF, S.B., SWINNEN, S.P. 2018. Neural correlates of action: comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* [online]. 94, 31-44 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1019/j.neubiorev.2018.08.003.
29. HARDY, L. 1997. The Coleman Roberts Griffith address: Three myths about applied consultancy work. *Journal of Applied Sport Psychology*. [online]. 9, 277–294 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1080/10413209708406487.
30. HÉTU, S., GREGOIRE, M. SAIMPOINT, A., COLL, M.P., EUGENE, F. MICHON, P.E., JACKSON, P.L. 2013. The neural network of motor imagery: An ALE meta-analysis. *Neuroscience & Behavioral reviews* [online]. 37, 930-949 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.03.017.
31. HOLMES, P. S., CALMELS, C. (2008). A neuroscientific review of imagery and observation use in sport. *Journal of Motor Behavior*. [online]. 40, 433–445 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.3200/JMBR.40.5.433-445.
32. HUDÁK, R., KACHLÍK, D. 2017. *Memorix anatomie* (4. vydání). Praha: Triton. ISBN 978-80-7553-420-0.

33. CHONG, B.W.X., STINEAR, C.M. 2017. Modulation of motor cortex inhibition during motor imagery. *Journal of Neurophysiology* [online]. 117 (4), 1776-1784 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1152/jn.00549.2016.
34. CHRTEK, M. 2007. Evaluace tenisového podání pomocí povrchové elektromyografie. *Diplomová práce*. Praha: UK FTVS.
35. JEANNEROD, M. 1994. The representing brain: Neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences* [online]. 17 (2), 187-202 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1017/S0140525X00034026.
36. JEANNEROD, M. 1995. Mental imagery in the motor context. *Neuropsychology*. [online]. 33, 1419-1432 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1016/0028-3932(95)00073-c.
37. JEANNEROD, M. 2001. Neural Simulation of Action: A Unifying Mechanism for Motor Cognition. *NeuroImage* [online]. 14 (1), 103-109 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1006/nimg.2001.0832.
38. JEANNEROD, M. 2004. Actions from within. *International Journal of Sport and Exercise Psychology* [online]. 2 (4), 376-402 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1080/1612197X.2004.9671752.
39. JEANNEROD, M. 2006. *Motor cognition: What actions tell to the self*. New York: Oxford University Press.
40. JOHNSON, P. 1982. The functional equivalence of imagery and movement, *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*. [online]. 34, 349–365 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1080/14640748208400848.
41. KOSSLYN, S. M., GANIS, G., THOMPSON, W. L. 2001. Neural foundations of imagery. *Nature Reviews Neuroscience*. [online]. 2, 635–739 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.1038/35090055.
42. KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L., ALPERT, N. M. 1997. Neural systems shared by visual imagery and visual perception: A positron emission tomography study. *NeuroImage*. [online]. 6, 320–334 [cit. 2022-01-20]. Dostupné z: doi 10.1006/nimg.1997.0295.
43. KOSSLYN, S. M., THOMPSON, W. L., GANIS, G. 2006. *The case for mental imagery*. New York: Oxford University Press.
44. LEBON, F., RUFFINO, C., GREENHOUSE, I., LABRUNA, L., IVRY, R. B., PAPAXANTHIS, CH. 2018. The Neural Specificity of Movement Preparation During Actual and Imagined Movements. *Cerebral Cortex* [online]. 29 (2), 689-700 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1093/cercor/bhx350.

45. LEONARDO, M., FIELDMAN, J., SADATO, N., CAMPBELL, G., IBAÑEZ, V., COHEN, L., DEIBER. M. P., JEZZARD, P., PONS, T., TURNER, R., BIHAN, D., HALLET, M. 1995. A functional resonance imagining study od cortical regions associated with motor task execution and motor ideation in humans. *Human and Brain Mapp* [online]. 3 (2), 83-92 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1002/hbm.460030205.
46. LOTZE, M., HALSBAND, U. 2006. Motor imagery. *Journal of Physiology*. [online]. 99, 386–395 [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jphysparis.2006.03.012.
47. LOTZE, M., COHEN, L. G. 2006. Volition and Imagery in Neurorehabilitation. *Cognitive and Behavioral Neurology* [online]. 19 (3), 135-140 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1097/01.wnn.0000209875.56060.06.
48. LOTZE, M., MONTROYA, P., ERB, M., HÜLSMANN, E. 1999. Activation of Cortical and Cerebellar Motor Areas during Executed and Imagined Hand Movements: An fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience* [online]. 11 (5), 491-501 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1162/089892999563553.
49. LOTZE, M., ZENTGRAF, K. 2010. *Contribution of the Primary Motor Cortex to Motor Imagery*. In A. Guillot & C. Collet (Eds.), *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery* (str. 31–45). Oxford, UK: Oxford University Press.
50. MACINTYRE, T. E., MADAN, CH. R., MORAN, A. P., COLLET, CH., GUILLOT, A. 2018. Motor Imagery, performance and motor rehabilitation. *Progress in Brain Research* [online]. 240, 141-159 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z: doi 10.1016/bs.pbr.2018.09.010.
51. MACINTYRE, T., MORAN, A. 2010. *Meta-imagery processes among elite sports performers*. In A. Guillot & C. Collet (Eds.), *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery* (str. 227–244). Oxford, UK: Oxford University Press.
52. MADAN, C.R., SINGHAL, A. 2012. Motor imagery and high-level cognition: four hurdles before research can sprint forward. *Cogn Process* [online]. 13, 211-229 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1007/s10339-012-0438-z.
53. MARTIN, K. A., MORITZ, S. E., HALL, C. 1999. Imagery use in sport: A literature review and applied model. *The Sport Psychologist*. [online]. 13, 245–268 [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: doi 10.1123/tsp.13.3.245.
54. MCCULLAGH, P., & WEISS, M. R. 2001. *Modeling: Considerations for motor skill performance and psychological responses*. In R. N. Singer, H. A. Hausenblas, & C. M. Janelle (Eds.), *The handbook of sport psychology* (str. 205–238). New York: John Wiley & Sons Inc.

55. MOKIENKO, O. A., CHERNIKOVA, L. A., FROLOV, A. A., BOBROV, P. D. 2014. Motor imagery and its practical application. *Neuroscience and Behavioral Physiology* [online]. 44, 483-489 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1007/s11055-014-9937-y.
56. MONSMA, E. V., SHORT, S. E., HALL, C. R., GREGG, M. J., SULLIVAN, P. 2009. Psychometric Properties of the Revised Movement Imagery Questionnaire (MIQ-R). *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity* [online]. 4 (1), 1-12 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z doi: 10.2202/1932-0191.1027.
57. MORAN, A., GUILLOT, A., MACINTYRE, T., COLLET, C. 2012. Re-imagining mental imagery: building bridges between cognitive neuroscience and sport psychology. *British Journal of Psychology* [online]. 103, 224-247 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1111/j.2044-8295.2011.02068.x.
58. MORRIS, T., SPITTLE, M., & WATT, A. P. 2005. *Imagery in sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
59. MUNZERT, J., LOREY, B., ZENTGRAF, K. 2009. Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews* [online]. 60 (2), 306-326 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.12.024.
60. MURPHY, S., NORDIN, S. M., CUMMING, J. (2008). *Imagery in sport, exercise and dance*. In T. Horn (Ed.), *Advances in sport and exercise psychology* (str. 297–324). Champaign, IL: Human Kinetics.
61. NORDIN, S. M., & CUMMING, J. 2005. Professional dancers describe their imagery: Where, when, what, why, and how. *The Sport Psychologist*. [online]. 19, 395–416 [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: doi 10.1123/tsp.19.4.395.
62. PORRO, C. A., FRANCESCATO, M. P., CETTOLO, V., DIAMOND, M. E., BARALDI, P., ZUIANI, C. H., BAZZOCCHI, M., PRAMPERO, P. E. 1996. Primary motor and sensory cortex activation during motor performance and motor imagery: A functional magnetic resonance imaging study. *The Journal of Neuroscience* [online]. 16 (23), 7688-7698 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1007/978-88-470-2194-5.
63. RICHARDSON, A. 1969. *Mental imagery*. New York: Springer
64. RIZZOLATTI, G., CRAIGHERO, L. 2004. THE MIRROR-NEURON SYSTEM. *Annual Review of Neuroscience*. [online]. 27(1), 169-192 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z doi: 10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230.
65. RIZZOLATTI, G., FABBRI-DESTRO, M., CATTANEO, L. 2009. Mirror neurons and their clinical relevance. *Nature Clinical Practice Neurology*. [online]. 5(1), 24-34 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z doi: 10.1038/ncpneuro0990.

66. RUBY, P., & DECETY, J. (2001). Effect of subjective perspective taking during simulation of action: A PET investigation of agency. *Nature Neuroscience*. [online]. 4, 546–550 [cit. 2022-01-18]. Dostupné z: doi 10.1038/87510.
67. SABBAH, P., SIMOND, G., LEVRIER, O., HABIB, M., TRABAUD, V., MURAXAMA, N., MAZOYER, B. M., BRIANT, J. F., RAYBAUD, CH., SALAMON, G. 1995. Functional Magnetic Resonance Imagining at 1.5 T during Sensorimotor and Cognitive Task. *European Neurology* [online]. 35, 131-136 [cit. 2021-01-27]. Dostupné z doi: 10.1159/000117108.
68. SEVDALIS, V., RAAB, M. 2014. Empathy in sports, exercise, and the performing arts. *Psychology of Sport and Exercise* [online]. 15 (2), 173-179 [cit. 2021-01-26]. Dostupné z doi: 10.1016/j.psychsport.2013.10.013.
69. SMITH, S. R., WOOD, G., COYLES, G., ROBERTS, J.W., WAKEFIELD, C.J. 2019. The effect of action observation and motor imagery combinations on upper limb kinematic and EMG during dart-throwing. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports* [online]. 29, 1917-1929. [cit. 2021-01-28]. Dostupné z doi: 10.1111/sms.13534.
70. UMILTA, M. A., ESCOLA, L., INTSKIRVELI, I., et al. 2008. When pliers become fingers in the monkey motor system. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. [online]. 105(6), 2209-2213 [cit. 2022-01-29]. Dostupné z doi: 10.1073/pnas.0705985105.
71. VADOCZ, E., HALL, C. R., MORITZ, S. E. 1997. The relationship between competitive anxiety and imagery use. *Journal of Applied Sport Psychology*. [online]. 9, 241-253 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: doi 10.1080/10413209708406485.
72. WEINBERG, R. 2008. Does imagery work? Effects on performance and mental skills. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*. [online]. 3, 1–21 [cit. 2022-01-15]. Dostupné z: doi 10.2202/1932-0191.1025.
73. WUYAM, B., MOOSAVI, S. H., DECETY, J., ADAMS, L., LANSING, R. W., GUZ, A. 1995. Mental simulation of dynamic exercise produces respiratory responses which are more apparent in competitive sportsmen. *Journal of Physiology*. [online]. 482, 713–724 [cit. 2022-01-18].
74. RIVE, J., WILLIAMS, S. C. 2012. *Tennis skills & Drills*. Human kinetics. ISBN: 13-978-0-7360-8308-9.
75. ELLIOTT, B. 2006. Biomechanics in tennis. *British Journal of Sports Medicine* [online]. 40, 392-396 [cit. 2020-06-01]. Dostupné z: doi 10.1136/bjism.2005.023150.
76. ELLIOTT, B., FLEISIG, G., NICHOLLS, R., ESCAMILIA, R. 2003. Technique effects on upper limb loading in the tennis serve. *The Journal of the American Academy of*

- Orthopaedic Surgeons* [online]. 6 (1), 76-87 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1016/S1440-2440(03)80011-7.
77. FU, M. C., ELLENBECKER, T. S., RESTROM, P. A., WINDLER, G. S., DINES, D. M. 2018. Epidemiology of injuries in tennis players. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine* [online]. 11, 1-5 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1007/s12178-018-9452-9.
78. KOVACS, M. S. 2007. Tennis physiology: training the competitive athlete. *Sports Medicine*. [online]. 37 (3), 98-189, [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-200737030-00001.
79. ROETERT, E. P., KOVACS, M. S. 2014. *Tenis – anatomie*. Brno: CPress. ISBN 978-80-264-0563-4.
80. BERNARDI, N. F., DARAINY, M., OSTRY, D. J. 2015. Somatosensory Contribution to the Initial Stages of Human Motor Learning. *The Journal of Neuroscience*. [online]. 21, 14316-14326 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1523/JNEUROSCI.5406-09.2010
81. SHADMHR, R., MUSSA-IVALDI, F. A. 1994. Adaptive representation of dynamics during learning of a motor task. *The Journal of Neuroscience* [online]. 14, 3208-3024 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1523/JNEUROSCI.14-05-03208.1994.
82. DIEDRICHSEN, J., WHITE, O., NEWMAN, D. LALLY, N. 2010. Use-dependent and error-based learning of motor behaviors. *The Journal of Neuroscience* [online]. 30, 5159-5166 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1523/JNEUROSCI.5406-09.2010.
83. HUANG, V. S., HAITH, A., MAZZONI, P., KRAUKER, J. W. 2011. Rethinking motor learning and savings in adaptation paradigms: model-free memory for successful actions combines with internal models. *Neuron* [online]. 70, 787-801 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1016/j.neuron.2011.04.012.
84. GUILLOT, A., COLLET, CH. 2008. Constitution of the Motor Imagery Integrative Model in Sport: a review and theoretical investigation of motor imagery use. *International Review of Sport and Exercise Psychology*. [online]. 1, 31-44 [cit. 2022-05-01]. ISSN: 17-50-9858.
85. KROBOT, A., KOLÁŘOVÁ, B. 2011. *Povrchová elektromyografie v klinické rehabilitaci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN: 978-80-244-2762-1.
86. KOLÁŘOVÁ, B., STACHO, J., JIRÁČKOVÁ, M., KONEČNÝ, P., NAVRÁTILOVÁ, L. 2019. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN: 978-80-244-5403-0.

87. PAIVIO, A. 1985. Cognitive and motivational functions of imagery in human performance. *Canadian journal of applied sport sciences*. [online]. 10, 22S-28S [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: PMID: 4085129.
88. HALL, C. R., MACK, D. E., PAIVIO, A., HAUSENBLAS, H. A. 1998. Imagery use by athletes: development of the Sport Imagery Questionnaire. *International Journal of Sport Psychology*. [online]. 29, 73-89 [cit. 2022-05-01]. ISSN: 0047-0767.
89. MUNROE, K. J., GIACOBBI, P. R., HALL, C., WEINBERG, R. 2000. The four Ws of Imagery Use: Where, When, Why and What. *The Sport Psychologist*. [online]. 14, 119-137 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1123/TSP.14.2.119.
90. JACKSON, P. L., LAFLEUR, M. F., MALOUIN, F., RICHARDS, C., DOYON, J. 2001. Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. [online]. 82, 1133-1141 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1053/apmr.2001.24286.
91. HOLMES, P. S., COLLINS, D. 2007. The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*. [online]. 13, 60-83 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1080/10413200109339004.
92. DRISKELL, J. E., COPPER, C., MORAN, A. 1994. Does Mental Practice Enhance Performance?. *Journal of Applied Psychology*. [online]. 79, 481-492 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1037//0021-9010.79.4.481.
93. FELTZ, D., LANDERS, D. M. 2007. The Effects of Mental Practice on Motor Skill Learning and Performance: A Meta-analysis. *Journal of Sport Psychology*. [online]. 5, 25-57 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1123/jsp.5.1.25.
94. LANG, P. J. 1979. A Bio-Informational Theory of Emotional Imagery. *Psychophysiology*. [online]. 16, 495-512 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1111/j.1469-8986.1979.tb01511.x.
95. TAYLOR, J. A., SHAW, D. F. 2002. The effects of outcome imagery on golf-putting performance. *Journal of sports sciences*. [online]. 20, 607-613 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1080/026404102320183167.
96. CALLOW, N., ROBERTS, R., FAWKES, J. Z. 2006. Effects of Dynamic and Static Imagery on Vividness of Imagery, Skiing, Performance and Confidence. *Journal of Imagery Research in Sport and Physical Activity*. [online]. 1 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.2202/1932-0191.1001.

97. SORDONI, C., HALL, C., RORWELL, L. 2000. The Use of Imagery by Athletes during Injury Rehabilitation. *Journal of Sport Rehabilitation*. [online]. 9, 329-338 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1123/jsr.9.4.329.
98. CUPAL, D., BREWER, B. 2001. Effects of Relaxation and Guided Imagery on Knee Strength, Reinjury Anxiety, and Pain Following Anterior Cruciate Ligament Reconstruction. *Rehabilitation Psychology*. [online]. 46, 28-43 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1037/0090-5550.46.1.28.
99. MORITZ, S. E., HALL, C. R., MARTIN, K. A. VADOCZ, E. 1996. What are Confident Athletes Imaging?: AN Examination of Image Content. *The Sport Psychologist*. [online]. 10, 161-166 [cit. 2022-05-01].
100. DI CORRADO, D., GUARNERA, M.M VITALI, F., QUARTIROLI, A., COC, M. 2019. Imagery ability of elite level athletes from individual vs. Team and contact vs. No-contact sports. *Brain, Congnition and Mental Health*. [online]. 1-14 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.7717/peerj.6940.
101. RIZZOLATI, G., CRAIGHERO, L. 2004. The Mirror-Neuron System. *Annual Review of Neuroscience*. [online]. 27, 169-192 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230.
102. FOURKAS, A. D., BONAVOLONTA, V., AVENANTI, A., AGLIOTI, S. M. 2008. Kinesthetic Imagery and Tool-Specific Modulation of Corticospinal Representation in Expert Tennis Players. *Cerebral Cortex*. [online]. 18, 2382-2390 [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: doi 10.1093/cercor/bhn005.

Seznam zkratk

PET	pozitronová emisní tomografie
MRI	magnetická rezonance
fMRI	funkční magnetická rezonance
EMG	elektromyografie
MIIMS	Motor Integrative Imagery

Seznam tabulek

Tabulka 1 Klíčové charakteristiky procesu představy (Cumming, Williams, 2012, str. 214)	24
Tabulka 2 Popisná statistika hodnocených parametrů pro průměrnou svalovou aktivitu u sportovců v klidu a při představě.....	37
Tabulka 3 Popisná statistika hodnocených parametrů pro průměrnou svalovou aktivitu u nespportovců v klidu a při představě.....	37

Seznam obrázků

Obrázek 1 Forehand a backhand jednoruč (Encyclopaedia Britannica Inc., 2014)	12
Obrázek 2 Motorické oblasti, 1-primární motorická oblast, 2-premotorická oblast, 3-suplementární motorická oblast (Hudák a Kachlík, 2017, str. 436).....	17
Obrázek 3 Uložení elektrod pro snímání svalové aktivity.	35

Seznam grafů

Graf 1 Aktivita svalů sportovců v klidu a při představě.....	39
Graf 2 Aktivita svalů nespportovců v klidu a při představě.....	39
Graf 3 Aktivita svalů sportovců i nespportovců v klidu a při představě	40

Seznam příloh

Příloha 1 Informovaný souhlas.....	63
Příloha 2 Dotazník představy pohybu	65

Přílohy

Příloha 1 Informovaný souhlas

Informovaný souhlas

Pro výzkumný projekt: Diplomová práce – Využití představy pohybu u profesionálních sportovců

Období realizace: 1.2.2021 – 20.5.2022

Řešitelé projektu: Bc. Patricie Hudcovičová

Vážená paní, vážený pane,

obracím se na Vás se žádostí o spolupráci na výzkumném šetření, jehož cílem je zhodnotit možnosti využití představy pohybu u profesionálních sportovců. Pomocí povrchové elektromyografie bude měřena svalová aktivita vybraných svalů horní končetiny. Elektrody budou umístěny na kůži. Měřena bude klidová aktivita, aktivita při pohybu v představě bez předchozího provedení pohybu, aktivita svalů během provádění pohybu a aktivita svalů bezprostředně po provedení pohybu. Doba měření bude přibližně 30 minut. Z účasti na výzkumu pro vás nevyplývají žádná rizika. Měření je bezpečné a bezbolestné. Měření bude probíhat pod dohledem fyzioterapeutů. Máte právo kdykoli odstoupit z výzkumu. Pokud s účastí na výzkumu souhlasíte, připojte podpis, kterým vyslovujete souhlas s níže uvedeným prohlášením.

Prohlášení účastníka výzkumu

Prohlašuji, že souhlasím s účastí na výše uvedeném výzkumu. Řešitel/ka projektu mne informoval/a o podstatě výzkumu a seznámil/a mne s cíli a metodami a postupy, které budou při výzkumu používány, podobně jako s výhodami a riziky, které pro mne z účasti na výzkumu vyplývají. Souhlasím s tím, že všechny získané údaje budou anonymně zpracovány, použity jen pro účely výzkumu a že výsledky výzkumu mohou být anonymně publikovány.

Měl/a jsem možnost vše si řádně, v klidu a v dostatečně poskytnutém čase zvážit, měl/a jsem možnost se řešitele/ky zeptat na vše, co jsem považoval/a za pro mne podstatné a potřebné vědět. Na tyto mé dotazy jsem dostal/a jasnou a srozumitelnou odpověď. Jsem informován/a, že mám možnost kdykoliv od spolupráce na výzkumu odstoupit, a to i bez udání důvodu.

Osobní údaje (sociodemografická data) účastníka výzkumu budou v rámci výzkumného projektu zpracována v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady EU 2016/679 ze

dne 27. dubna 2016 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů a o zrušení směrnice 95/46/ES (dále jen „nařízení“).

Prohlašuji, že beru na vědomí informace obsažené v tomto informovaném souhlasu a souhlasím se zpracováním osobních a citlivých údajů účastníka výzkumu v rozsahu a způsobem a za účelem specifikovaným v tomto informovaném souhlasu.

Tento informovaný souhlas je vyhotoven ve dvou stejnopisech, každý s platností originálu, z nichž jeden obdrží účastník výzkumu (nebo zákonný zástupce) a druhý řešitel projektu.

Jméno, příjmení a podpis účastníka výzkumu (zákonného zástupce):_____

V_____dne:_____

Jméno, příjmení a podpis řešitele projektu:_____

Příloha 2 Dotazník představy pohybu

Dotazník představy pohybu MIQ-R (Movement Imagery Questionnaire-Revised)

Tento dotazník hodnotí dva způsoby provádění pohybů v představě. První způsob spočívá v pokusu vytvořit vizuální představu neboli obraz pohybu ve své mysli (představa ve třetí osobě, otázky 1-4), druhý je pokusit se cítit a vnímat pohyb bez jeho skutečného provedení (představa v první osobě, otázky 5-8). Žádáme Vás o provedení těchto mentálních úkolů pro dané pohyby v tomto dotazníku a následně zhodnocení, jak snadné/obtížné pro Vás tyto úkoly byly. Na dané otázky neexistují správné či špatné odpovědi.

Každé z následujících tvrzení popisuje konkrétní pohyb. Čtete pečlivě každé tvrzení a pak proveďte popsany pohyb. Ten vykonajte pouze jednou. Vraťte se do výchozí pozice a splňte druhou, mentální, část úkolu. Po dokončení požadovaného mentálního úkolu zhodnoťte snadnost/obtížnost, s jakou jste byl/a schopna úkol provést. Hodnoťte dle následující stupnice:

Stupnice vizuální představy						
7	6	5	4	3	2	1
velmi snadno	spíše snadno	neutrálně	spíše obtížně	obtížně	velmi obtížně	
viděná	viděná	viděná(ani snadno ani obtížně)	viděná	viděná	viděná	viděná
viděná						
Stupnice kinestetické představy						
7	6	5	4	3	2	1
velmi snadno	spíše snadno	neutrálně	spíše obtížně	obtížně	velmi obtížně	
vnímaná	vnímaná	vnímaná(ani snadno ani obtížně)	vnímaná	vnímaná	vnímaná	vnímaná
vnímaná						

1. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj snožmo s horními končetinami připaženými.

POHYB: Pomalu zvedni pravé koleno co nejvýše a opět jej pomalu vrať do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici a pokus se vnímat, jak opět provádíš právě vykonaný pohyb, ale nyní bez jeho skutečného provedení. Následně zhodnoť snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 7

2. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj s dolními končetinami mírně od sebe a horními končetinami připaženými.

POHYB: Přejdi do mírného podřepu a následně se současným pohybem horních končetin směrem vzhůru vyskoč co nejvýše a snaž se dopadnout do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici. Pokus se vidět samu sebe, jak provádíš právě vykonaný pohyb v co nejjasnější a nejživější představě. Nyní zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 6

3. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj snožmo s nedominantní horní končetinou upaženou, kdy dlaň směřuje dolů a druhou horní končetinou připaženou.

POHYB: Svou upaženou nedominantní horní končetinu pomalým vodorovným pohybem předpaž. Během celého pohybu ji drž nataženou.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici a pokus se vnímat, jak opět provádíš právě vykonaný pohyb, ale nyní bez jeho skutečného provedení. Následně zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 7

4. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj s dolními končetinami mírně od sebe a horními končetinami vzpaženými.

POHYB: Pomalu se předkloň tak, aby ses prsty dotkla země či nohou. Poté se stejným způsobem vrať do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici. Pokus se vidět samu sebe, jak provádíš právě vykonaný pohyb v co nejjasnější a nejživější představě. Nyní zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 6

5. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj s dolními končetinami mírně od sebe a horními končetinami připaženými.

POHYB: Přejdi do mírného podřepu a následně se současným pohybem horních končetin směrem vzhůru vyskoč co nejvýše a snaž se dopadnout do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici a pokus se vnímat, jak opět provádíš právě vykonaný pohyb, ale nyní bez jeho skutečného provedení. Následně zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 6

6. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj snožmo s horními končetinami připaženými.

POHYB: Pomalu zvedni pravé koleno co nejvýše a opět jej pomalu vrať do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici. Pokus se vidět samu sebe, jak provádíš právě vykonaný pohyb v co nejjasnější a nejživější představě. Nyní zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 7

7. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj s dolními končetinami mírně od sebe a horními končetinami vzpaženými.

POHYB: Pomalu se předkloň tak, aby ses prsty dotkla země či nohou. Poté se stejným způsobem vrať do výchozí pozice.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici a pokus se vnímat, jak opět provádíš právě vykonaný pohyb, ale nyní bez jeho skutečného provedení. Následně zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 7

8. VÝCHOZÍ POZICE: Stoj snožmo s nedominantní horní končetinou upaženou, kdy dlaň směřuje dolů a druhou horní končetinou připaženou.

POHYB: Svou upaženou nedominantní horní končetinu pomalým vodorovným pohybem předpaž. Během celého pohybu ji drž nataženou.

MENTÁLNÍ ÚKOL: Zaujmi výchozí pozici. Pokus se vidět samu sebe, jak provádíš právě vykonaný pohyb v co nejjasnější a nejživější představě. Nyní zhodnot' snadnost/obtížnost, se kterou jsi byla schopna tento mentální úkol provést.

HODNOCENÍ: 6