UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Pavlína Nárožná

Vliv (a)symetrických aktivit na pohybový aparát člověka

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Věra Jančíková, Ph.D.

Olomouc 2018

Anotace

Typ závěrečné práce: Bakalářská

Název práce: Vliv (a)symetrických aktivit na pohybový aparát člověka

Název práce v AJ: The effect of (a)symmetric activities on human musculoskeletal system

Datum zadání: 2018-01-31

Datum odevzdání: 2018-04-30

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci
Fakulta zdravotnických věd
Ústav fyzioterapie

Autor práce: Pavlína Nárožná

Vedoucí práce: Mgr. Věra Jančíková

Oponent práce: Mgr. Jana Kalabusová

Abstrakt v ČJ: Tato bakalářská práce se zabývá vlivem asymetrických a symetrických sportovních aktivit na pohybový aparát člověka. Úvodní část je zaměřena na jednotlivé vybrané sporty (cyklistika, tenis, fotbal, volejbal a hokej). Je zde popsána asymetrie, její vliv na pohybový aparát a zranění související s touto problematikou. Dále práce popisuje dva paralympijské sporty (plavání a tenis) ve vztahu k asymetrii pohybového systému. Následně se práce věnuje různým druhům kompenzačních cvičení, které by měly být samozřejmou součástí sportovních aktivit na rekreační i elitní úrovni.

Abstrakt v AJ: This thesis deals with effect of asymmetric and symmetric sport activities on human musculoskeletal system. The first part is focused on individualy selected sports (cycling, tennis, soccer, volleyball and hockey). This part describes asymmetry and its influence on musculoskeletal system and injuries related to this sport activities. The next part of the thesis describes two paralympic sports (swimming and tennis) in relation to asymmetric of musculoskeletal system. There are also described different kinds of compensation exercises which are integral part of recreational and professional sport activities.

Klíčová slova v ČJ: asymetrie, symetrie, pohybový aparát, sportovní aktivita, cyklistika, tenis, fotbal, volejbal, hokej, plavání, paralympijští sportovci, strečink

Klíčová slova v AJ: asymmetry, symmetry, musculoskeletal system, sport activity, cycling, tennis, soccer, volleyball, hockey, swimming, paralympic athlets, stretching

Rozsah: 53 stran

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen uvedené bibliografické a elektronické zdroje.

Olomouc 30. dubna 2018

---

podpis

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí mé bakalářské práce, Mgr. Věře Jančíkové, Ph.D., za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi v průběhu psaní poskytla.

Obsah

Úvod 8

1 Asymetrie 10

1.1 Typy asymetrií 11

1.2 Asymetrie končetin 12

1.3 Asymetrie ve sportu 13

2 Funkční poruchy pohybového systému 15

2.1 Svalová dysbalance 15

2.2 Horní zkřížený syndrom 15

2.3 Dolní zkřížený syndrom 16

2.4 Vrstvový syndrom 17

3 Vybrané sportovní aktivity 18

3.1 Cyklistika 18

3.1.1 Cyklistický posed 19

3.1.2 Asymetrie jízdy na kole 20

3.1.3 Jízda do kopce 21

3.1.4 Aktivita svalů dolních končetin 21

3.1.5 Nejčastější poruchy pohybového aparátu u cyklistů 22

3.2 Tenis 22

3.2.1 Asymetrie v tenise 22

3.2.2 Základní technika tenisu 24

3.2.3 Nejčastější zranění u hráčů tenisu 25

3.3 Fotbal 26

3.3.1 Asymetrie ve fotbale 27

3.3.2 Nejčastější fotbalová zranění 27

3.3.3 Poranění předního zkříženého vazu u fotbalistů 28

3.4 Volejbal 29

3.4.1 Asymetrie ve volejbale 29
3.4.2 Nejčastější zranění ve volejbale 30
3.5 Lední a pozemní hokej 31
3.5.1 Asymetrie hokejových sportů 31
4 Paralympijské sporty 32
4.1 Plavání u paralympioniků 33
4.2 Tenis u paralympioniků 35
5 Kompenzační cvičení 37
5.1 Balanční cvičení 38
5.2 Core trénink 39
5.3 Strečink 40
5.4 Kompenzační sporty 41
Závěr 42
Referenční seznam 43
Seznam zkratek 52
Seznam obrázků 53

Úvod

Všechny aktivity, se kterými se člověk setkává v každodenním životě, mají vliv na jeho pohybový aparát, z nichž velká část svým působením zatěžuje tělo asymetricky. Stejně tak symetrické aktivity ovlivňují pohybový systém člověka. I přesto, že se některé aktivity zdají být na první pohled symetrické, nemusí tomu tak v konečném důsledku být. Tento fakt se netýká jen běžných denních aktivit. Velká část populace žije sedavým způsobem života. Fenoménem dnešní doby se ale stává preferování zdravého životního stylu. Alespoň pro určité jedince. Sport a ostatní pohybové aktivity přináší pozitivní vliv na zdraví a přispívají k redukci stresu a hmotnosti. Sportovní aktivity ale nemusí přinášet jen pozitivní výsledky. Ať už je sport asymetrický nebo symetrický, při jeho provádění dochází k zapojování určitých svalových skupin více, jiných méně. Následkem toho pak dochází ke vzniku svalových dysbalancí, které při dlouhodobé špatné fyzické zátěži mohou vést k degenerativním změnám muskuloskeletálního systému a následně zvyšovat riziko úrazů. Důležitá jsou proto kompenzační cvičení nebo jiné sporty.

Cílem bakalářské práce bylo zjistit vliv vybraných asymetrických (tenis, fotbal, volejbal a hokej) a symetrických (cyklistika) sportovních aktivit na pohybový aparát člověka u zdravých jedinců. Vzhledem k tomu, že tělesně postižení jedinci již v rámci svého postižení mohou mít vytvořeny určité asymetrie různých částí těla, byla část bakalářské práce zaměřena na dva paralympijské sporty. Tenis zastupoval kategorii asymetrických paralympijských sportů. Druhým sportem paralympioniků bylo plavání, které patří spíše mezi symetrické sporty. Vlivem asymetrického přetěžování pohybového systému člověka dochází ke vzniku funkčních poruch. V konečném důsledku může dojít i ke vzniku strukturálních poruch, které jsou mnohem závažnější než poruchy funkční. Na základě toho je závěr práce zaměřen na různé druhy kompenzačních cvičení, které by každý sportovec, popřípadě jeho trenér, měl zařazovat do pravidelného tréninku u všech zmíněných sportů.

K vyhledávání odborných článku pro tuto bakalářskou práci byly využity on-line databáze PubMed, Science Direct a Google Scholar. Vyhledávány byly články publikovány v časovém rozmezí od 1. ledna 1962 do 1. dubna 2018. Pro vyhledávání odborných článků v databázích byla využita klíčová slova: asymetrie, symetrie, pohybový aparát, sportovní aktivita, cyklistika, tenis, fotbal, volejbal, hokej, plavání, paralympijští sportovci, strečink, resp. jejich anglické ekvivalenty: asymmetry, symmetry, musculoskeletal system, sport activity, cycling, tennis, soccer, volleyball, hockey, swimming, paralympic athlets, stretching. Na základě těchto klíčových slov bylo v databázích vyhledáno 58 článků v anglickém jazyce.

Dále bylo v bakalářské práci využito 19 monografií, z nichž 5 stěžejních, které byly použity jako vstupní studijní literatura, jsou uvedeny níže. Odborné články a publikace byly vyhledávány od července 2017 do dubna 2018.

DYLEVSKÝ, I. 1997. *Pohybový systém a zátěž.* Praha: Grada. ISBN 80-7169-258-1.

LANDA, P. 2005. *Cyklistika: trénink a jeho plánování.* Praha: Grada. ISBN 9788024707259.

LEVITOVÁ, A., HOŠKOVÁ, B. 2015. *Zdravotně-kompenzační cvičení.* Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4836-8.

LINHARTOVÁ, D. 2009. *Tenis.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2703-5.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy.* Vyd. 2., (V Tritonu 1.). Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.

1 Asymetrie

Symetrie a asymetrie – dva opačné jevy vyskytující se v přírodě, které jsou pro vědu podstatné. Existuje mnoho definic symetrie v závislosti na oblasti výzkumu. Symetrie znamená správné proporce, harmonii a rovnováhu mezi dvěma prvky nějakého celku (Krzykała, 2012, s. 59). Naopak každá odchylka od symetrie je nazývána asymetrií (Rynkiewicz et al., 2013, s. 47).

Asymetrie je jev běžně se vyskytující v přírodě a je jedním ze základních charakteristik živých organismů (Kujanová et al., 2008, s. 476). Lidské tělo je jen zdánlivě symetrické, jak uvádí Rynkiewicz et al. (2013, s. 47) ve své studii. Stejně tak Véle (2012, s. 63) uvádí, že lidské tělo není nikdy dokonale symetrické, ale jedná se spíše o kvazisymetrii. Podrobná analýza umístění vnitřních orgánů a jejich struktur, jakož i vnějšího vzhledu odhalují, že lidé jsou spíše asymetričtí. Stupeň asymetrie se mění individuálně (Rynkiewicz et al., 2013, s. 47).

Kromě zjevných fyziologických asymetrií se mohou vyskytovat i malé odchylky, které nemusí být na první pohled okem pozorovatelné. Pokud jsou však odchylky příliš výrazné, mohou být patologické. Určitý stupeň asymetrie v různých částech lidského těla může být přímo či nepřímo spojen s životními podmínkami a biomechanickým zatížením, které mají vliv na člověka. Kromě genetických, hormonálních a environmentálních faktorů se zohledňuje i věk (Kujanová et al., 2008, s. 476). Jsou rozdílné názory v tom, zda má odlišnost pohlaví, jako jeden z faktorů, vliv na asymetrii. Zkoumání pohlavní odlišnosti vzhledem k asymetrii je však omezené (Auerbach a Ruff, 2005, s. 203).

Fyzická symetrie může být důležitá pro lokomoci a ostatní lidské funkce (Valderrabano et al., 2007, s. 242). Ve struktuře těla dochází k odchylkám od bilaterální symetrie a výsledkem je pak asymetrie párových i nepárových vnitřních orgánů, která se odráží v rozdílech ve velikosti, tvaru, poloze i funkce (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 380).

Asymetrie v lidském těle byla dlouhodobě studována a mnoho aspektů se stalo zajímavých pro řadu vědeckých oborů, například antropologie, fyziologie, anatomie, neurologie, ale i sport (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 380). Zajímavé jsou právě studie hodnotící možné asymetrie při provozování sportů. Tyto studie odhalují negativní účinky asymetrie na správný sportovní výkon (Rynkiewicz et al., 2013, s. 47).

1.1 Typy asymetrií

Rozlišujeme několik typů asymetrií, které se mohou projevovat podobným nebo odlišným způsobem. Mezi tři základní typy bilaterální asymetrie patří směrová asymetrie, kolísající asymetrie a antisymetrie (Kujanová et al., 2008, s. 477 a Van Valen, 1962, s. 125). Směrová asymetrie nastane tehdy, když je větší rozvoj daného znaku na jedné straně těla než na druhé. Jedním z příkladů může být srdce savců. Kolísavá asymetrie je bezpochyby všudypřítomná. Vyplývá z neschopnosti organismu vyvíjet se přesným směrem. Jinak řečeno jsou to náhodně vzniklé odchylky od dokonalé symetrie, které se individuálně liší u každého jedince. Antisymetrie není tak běžná na rozdíl od dvou předchozích asymetrií. Záleží zde na tom, která strana je více vyvinuta. Asymetrický vývoj je pro antisymetrii typický, avšak je nepředvídatelný. Příkladem antisymetrie může být praváctví a leváctví u člověka. Jakékoliv dva nebo i všechny tři typy asymetrií se mohou vyskytovat společně ve stejném znaku (Van Valen, 1962, s. 125, 126).

Není to jediné rozdělení asymetrie, které lze v literatuře nalézt. Asymetrie se také rozlišuje na morfologickou (rozdíly ve velikosti a tvaru orgánů nebo částí těla umístěných na pravé nebo levé straně těla), funkční (spojená s dominantní hemisférou) a dynamickou (rozdíly v síle a pružnosti mezi pravou a levou končetinou) (Wolański, 1955 in Krzykała, 2012, s. 60).

Véle (2012, s. 64) na rozdíl od ostatních autorů neuvádí rozdělení asymetrie, ale naopak symetrie a dělí ji na polohovou, týkající se postavení segmentů vůči ose těla, a tvarovou.

Auerbach a Ruff (2005, s. 203) ve své studií zmiňují zkříženou asymetrii jako kontralaterální asymetrii horní a dolní poloviny lidského těla, což znamená, že dominantní dolní končetina je většinou na opačné straně oproti dominantní horní končetině. Krzykała a Leszczyński (2015, s. 380) taktéž mluví ve své studii o zkřížené asymetrii, která se odráží ve větších rozměrech pravé horní a levé dolní poloviny těla. Souvisí to se skutečností, že je častěji preferována pravá horní a levá dolní končetina, aby se udržovala rovnováha.

Posturální asymetrie a poruchy kloubní pohyblivosti jsou časté jak u sportovců, tak i u zbytku populace. Optimální poloha těla je jednou z nutných podmínek pro správný výkon při cílené pohybové aktivitě. Na druhou stranu špatné držení těla ovlivňuje pohyb neoptimálním způsobem, což vede k řetězení poruch v pohybovém systému, nejdříve funkčně a později také strukturálně. Posturální postavení dospělého člověka je výsledkem předchozího vývoje a převažující pohybové aktivity. Vhodný sport může pomoci budovat a podporovat správné držení těla, avšak intenzivní a nesouměrné přetížení způsobuje mnoho komplikací.

Náhodné opakování konkrétních pohybů může vést k akumulaci jednostranné zátěže, které vede k vadnému držení těla. Každodenní návyky mohou tuto situaci ještě zhoršovat (Vařeková et al., 2011, s. 5, 6).

1.2 Asymetrie končetin

Koncept asymetrie mezi končetinami porovnává výkon jedné končetiny ve vztahu ke druhé (Keeley, Plummer a Oliver, 2011 in Bishop, Turner a Read, 2017, s. 1136). Srovnávají se rozdíly mezi preferovanou a nepreferovanou, silnější a slabší, pravou a levou a zraněnou a nezraněnou končetinou. Na základě toho vzniká mnoho klasifikací pro hodnocení odlišností mezi končetinami. V dnešní době ovšem ale neexistuje jednotná metoda pro hodnocení. Vliv asymetrie mezi končetinami a její vliv na fyzickou a sportovní výkonnost je málo prozkoumán (Bishop, Turner a Read, 2017, s. 1136).

Většina lidí k určitým činnostem upřednostňuje více jednu končetinu (Kujanová et al., 2008, s. 477). Podle Rynkiewicz et al. (2013, s. 47) převažuje jedna končetina nad druhou u 96 % populace. Pohyby preferované končetiny mohou být přesnější a rychlejší než pohyby nepreferované. Je ovšem velmi těžké předvídat, která dolní končetina je více preferována ve sportech jako je fotbal, volejbal nebo třeba basketbal, jak tvrdí Fort-Vanmeerhaeghe et al. (2016, s, 136), a to kvůli specifičnosti tréninku v těchto sportech.

Bilaterální asymetrie je obvykle více vyjádřena na horní končetině. To má vliv na asymetrii kostí. Na dominantní straně jsou kosti větší a delší. Preference pravostranných končetin je zhruba 90 %. Nejvíce asymetrickou kostí horní končetiny je humerus, podle které lze posoudit preferenci končetiny. Pravá klíční kost je u většiny populace, zejména u dospělých, kratší, ale robustnější. U 55–75 % lidí je levá dolní končetina mohutnější. Kosti na této straně jsou delší a těžší (Kujanová et al., 2008, s. 477).

Přítomnost svalových asymetrií na dolních končetinách sportovců je považována za rizikový faktor pro zranění. Tyto rizikové skupiny sportovců by měly provádět tzv. kompenzační cvičení k odstranění nebo alespoň minimalizaci stupně asymetrie, aby se předešlo negativním důsledkům, které by mohly mít dlouhodobé následky na zdravotní stav jedinců (Sannicandro et al., 2014, s. 397). Svalová asymetrie končetin není negativním faktorem jen v problematice úrazovosti sportovců, ale i nesportujících jedinců. Vyšší míra asymetrie svalové síly může přispívat ke snížení výkonu (Bailey et al., 2013 in Bishop, Turner a Read, 2017, s. 1139).

1.3 Asymetrie ve sportu

Asymetrie je jedním z fenoménů, které hrají velmi významnou roli ve sportovním tréninku. Úroveň tělesné kompozice se mění podle specifické aktivity (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 380). Málokterý sportovec má symetrické a vyvážené dispozice (McMaster et al., 1992 in Brown, 2014, s. 15), rozsah pohybu (Riemann, Witt a Davies, 2011 in Brown, 2014, s. 15) a pohyby lopatky (Morais a Pascoal, 2013 in Brown, 2014, s. 15). Asymetrická dispozice je mnohem častější, avšak důsledky těchto případných asymetrií nejsou zcela známy (Brown, 2014, s. 15). V symetrických sportech se očekává, že sportovci dosáhnou symetrického budování těla. Tito sportovci by měli být jedni z nejlepších, protože symetrie pozitivně koreluje se sportovními výsledky. V asymetrických sportech jednostranná povaha pohybu způsobuje specifické změny v těle (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 380, 385). V aktivaci svalů u různých sportů byly zjištěny odlišnosti mezi muži a ženami, což může naznačovat vyšší sílu a lepší schopnost kompenzace silové asymetrie u mužů ve srovnání se ženami (Barrett et al., 2008 in Brown, 2014, s. 169).

Účast v asymetrických sportovních disciplínách je spojena s asymetrickými změnami v měkkých tkáních (Ducher et al., 2005; Haapsasalo et al., 1998 in Krzykała, 2012, s. 64). Mnoho sportů je charakterizováno výbušnými, jednostrannými akcemi a změnami směru. Tyto podmínky mohou vést u týmových hráčů k rozvoji asymetrických neuromuskulárních adaptací dolních končetin. Neuromuskulární asymetrie dolních končetin s ohledem na sílu byla popsána jako důležitý faktor pro sportovní poranění a je spojená s poklesem výkonnosti ve sportu. Vztah mezi sílou, asymetrií a rizikem poranění nebo špatným výkonem může souviset s neschopností slabší končetiny produkovat stejné množství síly jako silnější končetina. Nerovnováha dolních končetin existuje ve sportech, jako je basketbal, fotbal a volejbal. Ale byla taktéž zjištěna u sportovních aktivit, jako je běh a cyklistika (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016, s. 135).

Přítomnost silových asymetrií mezi končetinami koreluje s vysokým rizikem zranění u sportujících dětí, dospívajících i dospělých hrajících na rekreační i závodní úrovni. Z tohoto důvodu by měly být prováděny kompenzační programy zaměřené na odstranění asymetrie, nebo alespoň na omezení jejich vzniku, aby z dlouhodobého hlediska nedocházelo k negativnímu ovlivňování zdraví těchto jedinců (Sannicandro et al., 2014, s. 397). Programy neuromuskulární prevence mohou poskytovat nápravné strategie, které řeší asymetrii a potenciálně sníží riziko zranění. Existuje však nedostatečná literatura, pokud jde o optimální vzdělávací programy pro snížení nadměrné asymetrie. Dalším krokem k řešení problému

asymetrie je návrh sportovních programů pro vyvážení výkonnostní kapacity mezi oběma končetinami. Tím by mohla být posílena strategie prevence úrazů a rehabilitace (Fort-Vanmeerhaeghe et al., 2016, s. 141).

2 Funkční poruchy pohybového systému

O funkční poruše mluvíme tehdy, pokud určitá část pohybového systému nepracuje správně, ale strukturální složka zůstává zachována. Nejčastěji se projeví bolestí. Bolestivé stavy mohou být přímo v částech týkajících se funkční poruchy, ale i v místech, které nepřímo souvisí s danou oblastí. Funkční porucha je reverzibilní. Jedná se o poruchu funkce kloubů, svalů a ostatních měkkých tkání bez strukturálního postižení. Včasným odstraněním se předejde vzniku strukturální poruchy, která je již ireverzibilní. Funkční porucha pohybového systému se projevuje ve třech oblastech. První z nich je funkce svalů (svalová nerovnováha), dále centrální regulace (poruchy pohybových stereotypů) a funkce kloubů (změny kloubní pohyblivosti) (Levitová a Hošková, 2015, s. 17).

2.1 Svalová dysbalance

O svalové rovnováze se mluví tehdy, je-li tonus svalů obklopující klouby rovnoměrně a účelně rozložen a zajišťuje správné držení jednotlivých segmentů. Pokud je rozložení svalového tonu neoptimální, vznikne svalová nerovnováha (Tlapák, 2014, s. 9).

Levitová a Hošková (2015, s. 18) svalovou dysbalanci, neboli nerovnováhu, uvádí jako jednu z možností, jak se projeví funkční porucha. Může jít například o zkrácení nebo oslabení svalů, svalovou hypertrofii a hypotrofii nebo nevhodné zapojení svalů při aktivitách.

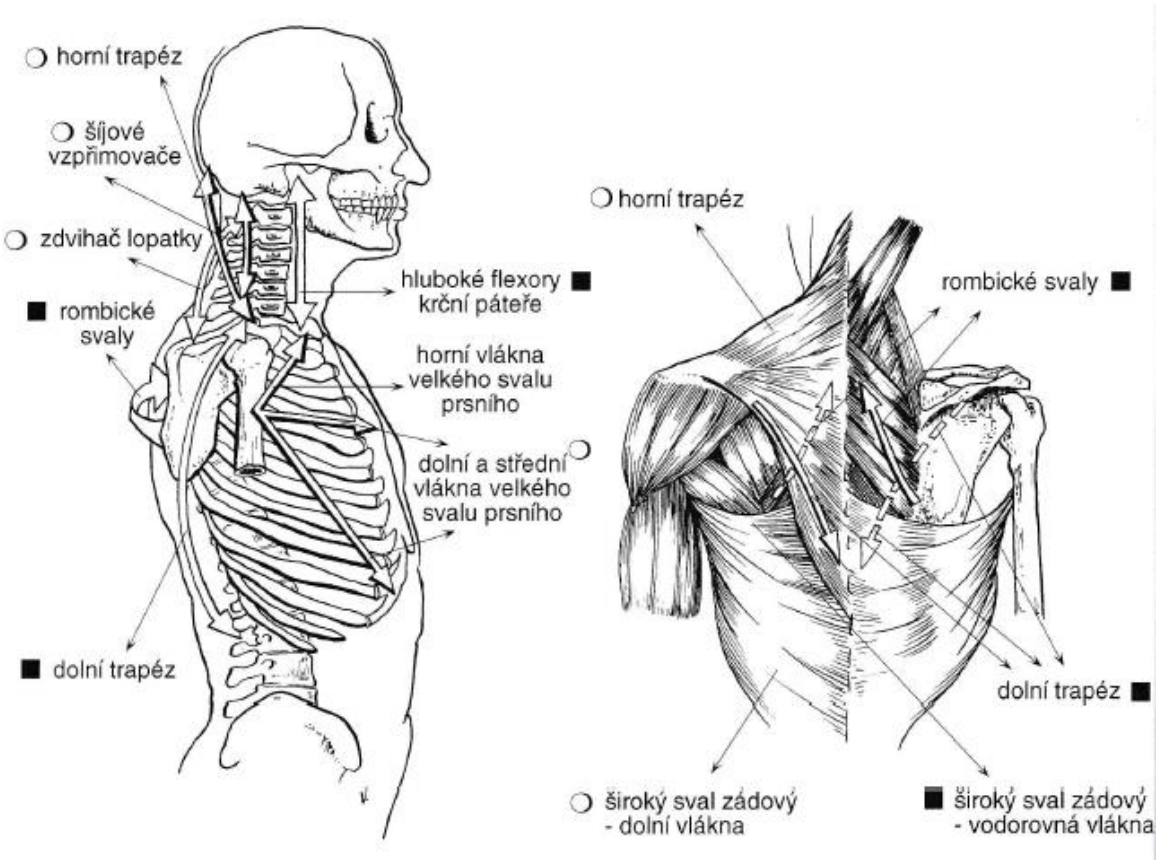
Podle Rychlíkové (2002, s. 36) nacházíme svalové dysbalance v souvislosti s onemocněním nervové, ale i kosterní soustavy. V důsledku poruchy svalové funkce dojde k dysbalanci a nesprávnému zatěžování a přetěžování kloubů a blokádám. Primárně se tento typ blokády vyskytuje při funkčních poruchách v oblasti páteře. Sekundárně pak poruchy v oblasti páteře způsobí blokády končetinových kloubů (Rychlíková, 2002, s. 36).

Svalové dysbalance mohou mít jak krátkodobé, tak dlouhodobé následky, mezi které patří například nefyziologické zatížení kloubů, kloubní instabilita provázená zvýšeným rizikem úrazu, blokády kloubů, přetížení úponových šlach a vazů, narušení pohybových stereotypů, vadné držení těla, rozvoj degenerativních změn a další (Stackeová, 2012, s. 16).

2.2 Horní zkřížený syndrom

Jedná se o kombinaci oslabení dolních fixátorů lopatek (musculus (m.) serratus anterior, musculi (mm.) rhomboidei, m. trapezius pars ascendes et trasversa, m. latissimus dorsi), hlubokých flexorů krku (m. longus capitis, m. longus colli), zkrácení prsních svalů (m. pectoralis major, m. pectoralis minor), horních fixátorů lopatek (m. trapezius pars

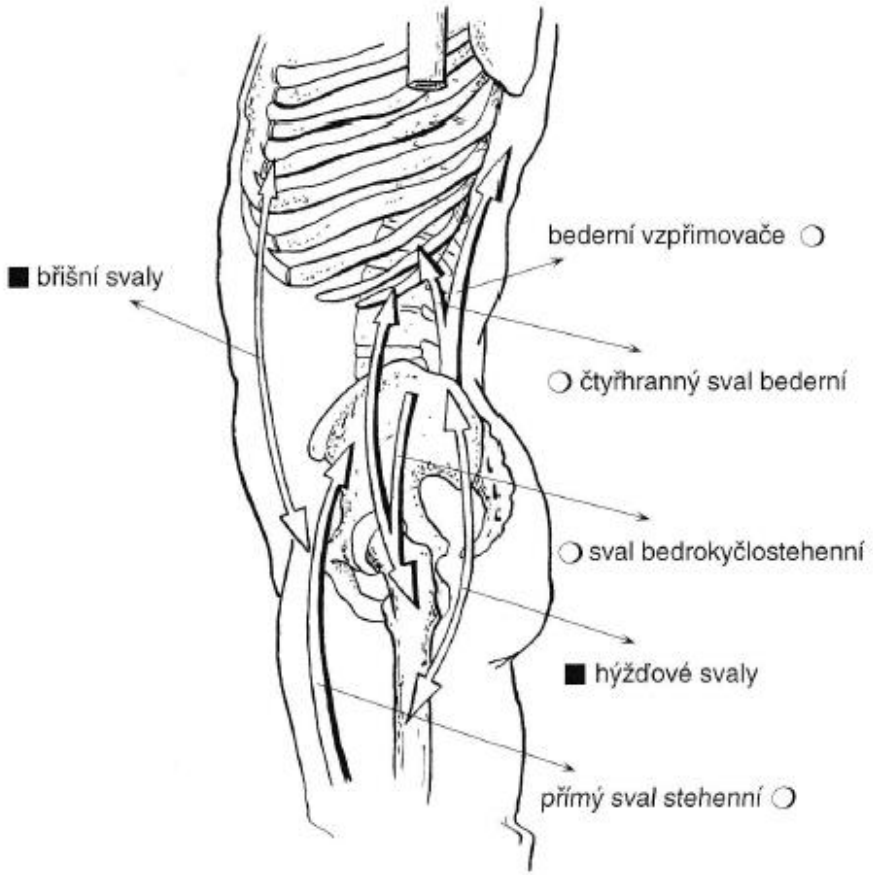
descndens, m. levator scapulae), m. sternocleidomastoideus a krátkých extenzorů šíje (viz **Obrázek 1**). V rámci tohoto syndromu dochází ke zvýšenému napětí v oblasti šíje, předsunutému držení hlavy a protrakci ramen. V průběhu času dochází kompenzačně ke zvětšení krční lordózy a hrudní kyfózy (Stackeová, 2012, s. 15). Vzniká typické vadné držení těla (VDT) s kulatými zády (Tlapák, 2014, s. 16).



Obrázek 1 Horní zkřížený syndrom (Tlapák, 2014, s. 16)

2.3 Dolní zkřížený syndrom

U tohoto syndromu nacházíme oslabené hýžďové (m. gluteus maximus, minimus et medius) a břišní (m. rectus abdominis) svaly, zkrácené flexory kyčelního kloubu (m. iliopsoas, m. rectus femoris), extenzory bederní páteře (m. lumborum erector spinae), m. tensor fasciae latae a m. quadratus lumborum (viz **Obrázek 2**, s. 17). Dojde ke zvýšené anteverzi pánve a zvětšení bederní lordózy (Stackeová, 2012, s. 15).



Obrázek 2 Dolní zkřížený syndrom (Tlapák, 2014, s. 14)

2.4 Vrstvový syndrom

Za vrstvový syndrom se označuje střídání oblastí oslabených a zkrácených svalů. Při pohledu na lidské tělo se popisuje ze zdola nahoru. Hypertrofické jsou svaly ischiokrurální, tzv. hamstringy, mezi které patří m. biceps femoris, m. semitendinosus a m. semimembranosus. Hýžďové svaly (mm. glutei) jsou oproti hamstringům oslabené. V hypertonu je oblast vzpřimovačů thorakolumbálního přechodu. Dále jsou směrem proximálním oslabené dolní fixátory lopatek z dorzální strany těla. Z přední strany jsou oslabené břišní svaly. Pro tento syndrom jsou charakteristická plochá záda, která se projevují absencí fyziologických zakřivení (Stackeová, 2012, s. 15).

3 Vybrané sportovní aktivity

Dylevský (1997, s. 85) zařazuje fyzickou aktivitu mezi čtyři základní atributy života a orientačně ji dělí na sport (masový sport, sport pro zdraví, výkonnostní a vrcholový sport), pohybovou aktivitu v zaměstnání (dynamická a statická), povinné formy fyzické aktivity (tělesná výchova) a fyzickou aktivitu jako součást terapie (primární a sekundární prevence, přímé terapeutické působení).

Dle Véleho (2006, s. 21) je sport využíván jako pohybová kompenzace ve stresových situacích, které tvoří součást každodenního života. Kompenzuje také nedostatek pohybu v životním stylu (Fialová, 2006, s. 67). Z původního pojetí sportu jako kompenzační aktivity se postupem času staly sportovní činnosti s převažující kompetitivní a výkonnou složkou, než tou kompenzační (Véle, 2006, s. 22). Podstatou sportu a také ostatních tělesných cvičení je optimální stimulace a minimalizace rizika poškození lidského organismu (Dylevský, 1997, s. 123).

Ve většině sportů je důležitou součástí úspěchu nalezení optimálního rytmu pohybu, což může výrazně šetřit energii organismu každého sportovce (Landa, 2005, s. 13).

3.1 Cyklistika

Jízda na kole, ať už v terénu nebo na silnicích, představuje pro cyklisty neopakovatelný prožitek. Tím se kolo a jízda na něm staly pro řadu lidí každodenními partnery (Landa, 2008, s. 8). Ovšem horská kola jsou více než jen dopravní prostředek a jsou přímo přizpůsobena jízdě v terénu. Mountainbiking, nebo také horská cyklistika, ještě v polovině devadesátých let minulého století nebyla tak rozšířená jako v dnešní době. Ti nejlepší už mohou soutěžit i o zlaté olympijské medaile (Haymann a Stanciu, 2009, s. 9). Cyklistika působí na rychlost, vytrvalost, sílu, koordinaci i na psychickou sféru, a proto je běžným doplněním fyzické zátěže (Dylevský, 1997, s. 131).

Tento sport je charakteristický cyklickou aktivitou, která vyžaduje přesnou techniku šlapání pro maximální využití výkonu s minimální spotřebou energie (Rannama et al., 2015, s. 248). Předpokládá se, že jde o vytrvalostní sport, ovšem k dosažení ideálního a maximálního výkonu během krátké doby je zapotřebí velká svalová síla (Ebert et al., 2006 in Rannama et al., 2015, s. 248). Maximální výkon při jízdě na kole do určité míry závisí na vnějších faktorech. Mezi těmito faktory jsou jako nejdůležitější nastavení jízdního kola, posed cyklisty a jeho šlapání (Gonzalez a Hull, 1990 in Rannama et al., 2015, s. 248). Stejně

tak i vnitřní faktory, jako je svalová síla dolních končetin, hrají důležitou roli při dosažení vysokého výkonu při šlapání (Smith, 1987 in Rannama et al., 2015, s. 248).

3.1.1 Cyklistický posed

Pro kvalitní cyklistický výkon je důležitý správný posed na kole, což mnohdy nemusí být vůbec jednoduché. Nalezení optimálního cyklistického posedu často přináší hodně pokusů a omylů. S tímto souvisí i výše zmíněný rytmus pohybu, který nelze najít bez správné techniky jízdy (Landa, 2005, s. 13). Nevhodný cyklistický posed může způsobovat značný diskomfort a je také vnímán jako jeden z nejběžnějších problémů při jízdě na kole (Verma et al., 2016, s. 78).

Nastavení správné výšky sedla značně ovlivňuje maximální sílu, kterou se může cyklista do pedálů opřít. Ze zdravotního hlediska předchází bolestem zad a kolenních kloubů. Slouží také jako prevence svalových nerovnováh (Hyamann a Stanciu, 2009, s. 70). Již zmíněné nepohodlí, související s nevhodným posedem na kole, je úzce spjato s nesprávným nastavením sedla (Verma et al., 2016, s. 78).

Verma et al. (2016, s. 79) se ve své studii zaměřili na zkoumání několika pozic při nastavení sedla – neutrální, nahoru, dolů, dopředu a dozadu. Intenzita nepohodlí byla hodnocena na stupnici od 0 do 10, kde 0 znamenala žádné nepohodlí a 10 maximální nepohodlí vnímáno při jízdě na kole. Jako nejvíc nepohodlná podle studie vyšla pozice posunutí sedla vzad oproti normálnímu nastavení.

Jedním z nejrychlejších způsobů určení správné výšky sedla je, když cyklista sedne na kolo a spustí paty na pedály. V tomto okamžiku by se paty měly dotýkat pedálu. V poloze, kdy je pedál dole, by měla být noha mírně pokrčena v koleni. Sklon sedla by měl být ve vodorovné poloze, ale toleruje se i mírné naklonění vpřed či vzad (Landa, 2005, s. 13).

Při optimálním posedu by měl trup cyklistky vytvářet plynulý uvolněný oblouk (viz **Obrázek 3**, s. 20). Celá pozice by měla být přirozená (Landa, 2005, s. 14).

Obrázek 3 Pozice cyklisty (Landa, 2005, s. 15)

Stejně jako trup, i horní končetiny musí být uvolněné. Při šlapání na kole by měly pracovat převážně dolní končetiny. Ruce svírající řídítka nesmí být drženy křečovitým způsobem. Loketní klouby jsou v semiflexi. Stehna jsou nastavena do rovnoběžného postavení s podélnou osou kola. Mezi časté chyby v nastavení dolních končetin patří rozevřená stehna, kdy kolena nesměřují vodorovně, ale jsou od osy rámu kola příliš daleko (Landa, 2005, s. 16).

3.1.2 Asymetrie jízdy na kole

Vyšší výkon při jízdě na kole souvisí se schopností aplikovat účinnou sílu na pedály. Většina studií předpokládala, že výkon mezi dolními končetinami je symetrický (Carpes, Mota a Faria, 2010, s. 140). Na rozdíl od toho řada studií, které se zabývaly dvoustranným hodnocením šlapání, prokázala určitý stupeň asymetrie síly nohou během šlapání. Stupeň asymetrie se může u jednotlivců lišit (Daly a Cavanagh, 1976 in Carpes, Mota a Faria, 2010, s. 140, 141). Asymetrie v síle dolních končetin je jedním z negativních faktorů ovlivňující výkon sportovce. Jinak tomu není ani v cyklistice, kde silová asymetrie snižuje kvalitu výkonu při šlapání (Bishop, Turner a Read, 2017, s. 1140). Bilaterální rozdíly pro cyklistický výkon se pohybují v rozmezí od 5 % do 20 % (Daly a Cavanagh, 1976 in in Carpes, Mota a Faria, 2010, s. 140). Asymetrie při šlapání do pedálů souvisí s preferovanou dolní končetinou a je snížena s nárůstem výkonu při šlapání. Podrobnější informace o asymetrii

při šlapání nejsou jasně stanoveny, protože se může jednat o běžné asymetrie. Vliv na asymetrii může mít také svalová únava, která ovlivní výkon cyklisty (Carpes, Mota a Faria, 2010, s. 140). Objevují se také názory, že asymetrie často zmizí, když cyklista šlape s maximálním úsilím (Capres et al., 2010 in Rannama, 2015, s. 248).

Rannama et al. (2015, s. 255) ve své studii zkoumali 16 silničních cyklistů mužského pohlaví. Všichni tito cyklisté měli preferovanou pravou dolní končetinu. Výsledkem bylo, že nejvíce symetrickými svaly na dolní končetině byly extenzory kolenních kloubů. Studie ale také prokázala vysokou asymetrii horní poloviny těla zkoumaných cyklistů, která u cyklistů v dřívějších studiích nebyla zaznamenána a vyžaduje další výzkum. Výsledky této studie ukazují úzký vztah asymetrie pánve a kotníku. Na asymetrii kolenního a kyčelního kloubu to pravděpodobně vliv nemá, i když existuje určitý vztah mezi asymetrií těchto kloubů.

3.1.3 Jízda do kopce

V současné době neexistuje dostatek informací týkající se velikosti svalové aktivity při jízdě na kole do kopce. Většina studií, která se zabývá zkoumáním svalové aktivity, vlivem rychlosti na výkon nebo vznikem asymetrií při jízdě na kole, používá povrchovou elektromyografii (EMG), přičemž se cyklisté pohybují po vodorovném povrchu (Duc et al., 2006, s. 116).

Při jízdě do kopce cyklisté často mění pozici sezení a stání. Touto změnou sníží napětí svalů hlavně v dolní části zad. Autoři studií používají k simulaci jízdy do kopce stacionární cyklistický ergometr, který brání postrannímu otáčení kola při šlapání ve stoje (Duc et al., 2006, s. 116).

Celková aktivita svalů horních končetin podle EMG při šlapání ve stoje se zvýšila, stejně tak jako celková aktivita dolních končetin (Duc et al., 2006, s. 116).

3.1.4 Aktivita svalů dolních končetin

Šlapání je omezený cyklický pohyb a proto se stává ideální aktivitou pro studium koordinace svalů. Neptune, Kauzt a Hull (1997, s. 1051, 1055) sledovali vliv rychlosti šlapání na aktivitu svalů dolních končetin. Zaměřili se na osm svalů dolní končetiny – m. soleus, m. gastrocnemius medialis, m. tibialis anterior, m. vastus medialis, m. rectus femoris, m. semimembranosus, m. biceps femoris a m. gluteus maximus – u deseti cyklistů při šesti různých rychlostech šlapání. Z výsledku EMG se ukázalo, že zkoumané svaly reagují odlišně na zvyšování míry šlapání.

3.1.5 Nejčastější poruchy pohybového aparátu u cyklistů

Cyklistika, stejně jako jiné sportovní aktivity, má svůj podíl na vzniku zranění. Jejich počet v souvislosti s jízdou na kole vzrůstá. Většina zranění se vyskytuje u rekreačních cyklistů. Jsou spojena s nadměrným používáním kola a často také s chybnou technikou jízdy. U profesionálních cyklistů jsou zranění spjata s přetrénováním (Cohen, 1993, s. 628).

Cyklisté jsou při jízdě s kolem v kontaktu ve třech oblastech: pedály, sedlo a řídítka. Každá z těchto oblastí se vyznačuje typickými zraněními (Cohen, 1993, s. 628).

Mellion (1991, s. 61) uvádí, že až u 60 % cyklistů se vyskytují bolesti zad lokalizované v oblasti krční páteře. Jako u výše zmíněných problémů, i tady je velice důležité nastavení sedla a řídítek. Velká vzdálenost mezi sedlem a řídítky vede k přetěžování krční páteře a vzniku svalových spasmů. Cohen (1993, s. 631) mezi dva nejčastěji přetěžované svaly řadí m. trapezius a m. levator scapulae.

Zranění hlavy jsou pro cyklisty častou příčinou smrti. Dochází k nim při nehodách s motorovými vozidly. Tomuto lze do jisté míry předcházet používáním cyklistické helmy (Mellion, 1991, s. 59).

Netraumatická zranění zahrnují asi 85 % všech problémů u cyklistů (Dettori a Norvell, 2006, s. 7).

3.2 Tenis

V současné době je tenis jedním z nejpopulárnějších sportů na celém světě (Abrams, Renstrom a Safran, 2012, s. 492). Tento mezinárodní raketový sport je původem jiných raketových sportů, jako je badminton a squash (Kramer et al., 2005 in Jayanthi a Esser, 2013, s. 329). Vyžaduje dobrou fyzickou zdatnost, sílu, rychlost a vytrvalost. Současně je ale tenis také asymetrickým sportem, který převážně přetěžuje jen jednu polovinu těla (Koromházová a Lihartová, 2008, s. 7), více pak horní končetinu (Buskirk, Andersen a Brozek, 1956 in Rogowski et al., 2008, s. 263). Rekreační formou lze hrát tenis téměř celý život, ale také na profesionální úrovni se dá provozovat do vysokého věku (Koromházová a Lihartová, 2008, s. 7).

3.2.1 Asymetrie v tenise

Tenis je sport charakteristický asymetrickými pohyby. Asymetrie je zde spojená s držením tenisové rakety k odpalu míčku. Asymetrické pohyby vedou k asymetrické distribuci svalové hmoty a nerovnoměrnému svalovému tonu. Tyto disproporce vedou k nesprávnému postavení

těla a mohou způsobit i strukturální změny. To je obzvlášť nebezpečné, protože mohou vést ke zranění, přetížení kloubů a časem pak k degenerativním změnám. Nebezpečí je u mladých sportovců ve stádiu kosterního a svalového vývoje (Rynkiewicz et al., 2013, s. 48).

Úroveň asymetrie svalové hmoty byla u dospělých sportovců vyšší než u dětí. U hráčů tenisu se objevuje asymetrie v distribuci svalové hmoty na horních končetinách vzhledem k dolním končetinám a současně ve srovnání s ostatními sportovci. Výsledky analýz ukázaly, že hodnocení vykazuje větší svalovou hmotu preferovaného ramene. Tyto výsledky potvrzují specifičnost tenisu, jelikož je spojován se značným zatížením právě dominantního ramene (Rynkiewicz et al., 2013, s. 48). Pravděpodobně kvůli opakovaným svalovým kontrakcím při uchopení rukojeti tenisové rakety se asymetrie začne nejdříve projevovat na předloktí. Rozdílů mezi končetinami, způsobených nepřetržitým zatěžováním horní končetiny během hry, si lze všimnout jen při jednoduchém měření obvodů končetin (Rogowski et al., 2008, s. 270). U mužů byl zaznamenán největší obvod předloktí asi o 6 – 7 % větší na preferované končetině v porovnání s druhou stranou (Lucki a Nicolay, 2007 in Rogowski et al., 2008, s. 263). U žen pak tato hodnota dosahuje hodnoty kolem 3 – 5 % (Kannus et al., 1995 in Rogowski et al., 2008, s. 263). Svaly na preferované končetině musí vyvíjet mnohem větší sílu při úderu raketou ve snaze odehrát míček na soupeřovu polovinu hřiště (Rogowski et al., 2008, s. 270). Asymetrie v celkovém objemu končetin je vysvětlena zvýšeným zastoupením kostní hmoty a hypertrofií svalů (Buskirk, Andersen a Brozek, 1956 in Rogowski et al., 2008, s. 263).

Asymetrická je i síla úchopu preferované a nepreferované končetiny. Na preferované končetině byla síla úchopu u žen vyšší o 25 %, u mužů o 18 % (Rynkiewicz et al., 2013, s. 48).

Vedle pletencového svalstva horní končetiny je dalším přetěžovaným svalem m. pectoralis major. Tenis je spojen s jeho asymetrií na dominantní straně a to jak v dospívajícím, tak dospělém věku. Asymetrie m. pectoralis major naznačuje tomu, že je tento sval během tenisových úderů přetěžován ve srovnání s ostatními svaly horní končetiny. Přetížení m. pectoralis major má vliv na častá zranění ramene. Je silným vnitřním rotátorem paže. Jeho přetěžování, hypertrofie nebo asymetrie mohou přispívat k rozvoji nerovnováhy mezi zevními a vnitřními rotátory paže, což by následně mohlo vést k bolestivým stavům (Sanchis-Moysi et al., 2016, s. 784).

Rynkiewicz et al. (2013, s. 49) ve své studii nezjistili žádné významné rozdíly mezi svalovou hmotou preferované a nepreferované dolní končetiny.

Během každého tenisového úderu je paže držící raketu posledním článkem kinetického řetězce zahrnujícího postupnou aktivitu trupového svalstva, která způsobuje rotaci a flexi trupu. Celý tento kinetický řetězec jde od dolní končetiny přes trup do ramene (Elliott, 2006 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 1). M. rectus abdominis je považován za hlavní flexor trupu a u tenistů hraje jeho síla důležitou roli při každém úderu, zvláště pak při podávání (Chow, Park a Tillman, 2009 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 1). Při podání dochází nejprve k extenzi bederní páteře, následuje flexe trupu a rotace ve směru nedominantní strany (Elliott, 2006 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 1). V poslední fází pohybu zaznamenává kontralaterální m. rectus abdominis vyšší elektromyografickou aktivitu (Chow, Park a Tillman, 2009 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 1). Přetížení tohoto svalu není u hráčů tenisu na všech hráčských úrovních podle sportovních lékařů nic neobvyklého. V důsledku k vyšší aktivitě kontralaterálního m. rectus abdominis vzhledem k preferované horní končetině, dochází častěji k hypertrofii a poranění právě této části. Nicméně šikmé břišní svaly (m. obliquus externus abdominis a m. obliquus internus abdominis) mohou být také postihnuty hypertrofií (Maquirriain, Ghisi a Kokalj, 2007, s. 842). M. rectus abdominis tvoří důležitou součást trupového svalstva a jeho excentrická aktivita slouží jako podpora celého trupu a zabraňuje přetěžování páteře. Stejně důležitou roli jako m. rectus abdominis má také m. erector spinae (Correia et al., 2015, s. 311). Rozdílná síla svalů mezi oběma stranami a svalová nerovnováha mezi břišními a zádovými svaly způsobuje svalové namožení a low back pain (LBP) (Hodges et al., 2005 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 6). Pokud hráč trpí LBP, rychleji se u něj dostavuje únava svalů trupu, než u hráčů bez LBP. Únava zhoršuje nejen celkový výkon, ale také zvyšuje riziko poranění páteře (Correia et al., 2015, s. 312). Zvýšené svalové napětí bylo pomocí magnetické rezonance a ultrasonografického vyšetření zjištěno nejvíce v distální části m. rectus abdominis pod pupkem. V této oblasti je hypertrofie m. rectus abdominis větší na nedominantní straně (Connell et al., 2006 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 7). Naproti tomu ultrazvukové snímky odhalily v oblasti nad pupkem symetrii m. rectus abdominis (Rankin, Stokes a Newham, 2006 in Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 7). Objem m. rectus abdominis u tenistů je o 35 % větší na kontralaterální straně. V kontrolní skupině se větší objem daného svalu nevyskytoval. Ovšem u obou testovaných skupin se objevila asymetrie, která stoupala lineárně od proximálního konce k distálnímu (Sanchis-Moysi et al., 2010, s. 7).

3.2.2 Základní technika tenisu

Pro dobrý úder je důležité správné držení tenisové rakety. Správný úder závisí na sklonu plochy rakety při úderu, místě zásahu tenisového míče a využití síly při úderu. Existuje

několik typů držení rakety, z nichž každé má svoje výhody a nevýhody a záleží také na stylu jednotlivých hráčů (Linhartová, 2009, s. 20).

Linhartová (2009, s. 20) rozděluje uchopení rakety podle způsobu držení jednoruč a obouruč. Podle polohy držadla v dlani dělí držení na jednotné (pro voleje, smeč a podání) a se změnou (pro forhend a bekhend). Pro forhend a bekhend se držení rakety liší jen v přehmátnutí. Pro hráče, kteří drží raketu v pravé ruce, je změna v přehmátnutí více doprava u forehendu a více doleva při bekhendu. Při forhendovém držení úhel mezi palcem a ukazovákem musí být na pravé hraně horní plochy držadla. Při bekhendovém držení tento úhel musí být na levé hraně horní plochy držadla. Úhel při jednotném držení je přesně ve středu horní plochy držadla.

Dále je velice důležité správné postavení nohou. Rozděluje se na postavení nohou otevřené, polootevřené, pravoúhlé, zavřené (Langerová a Heřmanová, 2005, s. 57).

Langerová a Heřmanová (2005, s. 49) uvádí mezi hlavní biomechanické principy rovnováhu, setrvačnost, opačnou sílu, hybnost, elastickou energii a koordinační řetězec. V tenise je důležitá především dynamická rovnováha. Setrvačnost představuje odpor, kterým se tělo hráče brání změně pohybového režimu. Koordinační řetězec je složen z jednotlivých segmentů těla. Jako první by se měla zapojit kolena (flexe a extenze), následně by mělo dojít k rotaci boků, rotaci paží, extenzi lokte a pronaci předloktí a nakonec k flexi zápěstí. Ke správnému fungování koordinačního řetězce by měl pohyb vycházet od velkých segmentů těla k malým a měl by být správně načasovaný.

3.2.3 Nejčastější zranění u hráčů tenisu

Tenis je sice jedním z nejpopulárnějších sportů na celém světě, ale u mnoha hráčů se v průběhu času utváří asymetrické muskuloskeletální adaptace způsobené jeho charakteristickou jednostrannou povahou. Samotný sport společně se zmíněnými asymetrickými adaptacemi přináší i velké riziko vzniku zranění, které může být lokalizováno v libovolné části muskuloskeletálního systému. Ostatní raketové sporty, jako je squash a badminton, jsou na tom velmi podobně, jelikož se vyvinuly právě z tenisu (Jayanthi a Esser, 2013, s. 329). Na dolní polovině těla jsou úrazy častější (31–67 %) než na horní polovině těla (20–49 %). Četnost poranění trupu se pohybuje v rozmezí 3 až 21 %. Mezi nejčastější úrazy patří distorze hlezenního kloubu (Abrams, Renstrom a Safran, 2012, s. 492; Dines et al., 2015, s. 182). Akutní zranění se týkají převážně dolních končetin. Oproti tomu chronická zranění se objevují více v oblasti horních končetin (Dines et al., 2015, s. 181). Co se týče

počtu zranění vzhledem k pohlaví, bylo u mužů zaznamenáno o něco více zranění než u žen. Tento rozdíl byl ovšem minimální (Pluim et al., 2006, s. 419).

Laterální epikondylitida je velmi častým problémem v oblasti lokte. I když se často označuje jako tenisový loket, tenisté tvoří pouze 10 % pacientů (Assendelft et al., 1996 in De Smedt et al., 2007, s. 816). Polovina tenisových hráčů má bolesti kolem loketního kloubu, z nichž skutečné tenisové lokty představuje asi 75 % (Gruchow a Pelletier, 1979 in De Smedt et al., 2007, s. 816). Může způsobovat značnou bolest a ztrátu funkce postižené končetiny. Tenisový loket je bolestivý stav, který ovlivňuje extenzorové svalstvo zápěstí, což vede ke ztrátě funkce postižené končetiny a následně má dopad na sociální i profesionální život pacienta. Vzniká důsledkem nadměrného přetěžování m. extensor carpi radialis brevis a dalších extenzorových svalů, kdy opakovaným nesymetrickým namáháním dochází k mikrotraumatům. V tenise je laterální epikondylitida způsobena predilekčním přetěžováním v rámci tohoto sportu. Vyšší výskyt je mezi rekreačními tenisty ve srovnání s profesionálními, což je dáno schopností zkušenějších hráčů snížit přenos nárazů z rakety na zápěstí a loket. U běžné populace může mít vliv na její vznik například profesionální asymetrické přetěžování horní končetiny (De Smedt et al., 2007, s. 816).

Zranění nazývající se „tenisová noha“ se týká mediální hlavy m. gastrocnemius. Lýtko společně s Achillovou šlachou jsou náchylné ke zranění při tenise.

Jak bylo zmíněno výše v rámci popisu asymetrie tohoto sportu, bolest zad postihuje také velké procento hráčů tenisu. Nejčastější příčinou této bolesti je zvýšené napětí svalů v oblasti bederní páteře (Abrams, Renstrom a Safran, 2012, s. 493–495).

3.3 Fotbal

Fotbal je nejoblíbenější týmový sport na světě. Existuje více než 265 milionů hráčů a jejich počet neustále narůstá, zejména u žen (Soligard et al., 2008, s. 1). Zvyšuje se počet hráčů ve všech věkových kategoriích na různých dovednostních úrovních (Tucker, 1997, s. 21). Na rozdíl od jiných individuálních sportů, mezi které patří například cyklistika, golf nebo třeba plavání, je fotbal kolektivním sportem. Vyžaduje tedy komplexní a intenzivní tělesnou přípravu. Fotbal zahrnuje během hry několik činností – stoj, chůzi, klus, rychlý běh a sprint. Fotbalista vystřídá tyto činnosti během zápasu několikrát (Kirkendall, 2013, s. 9). Fotbal má z tohoto hlediska intermitentní charakter, kdy hráči na hřišti musí vykonávat akce s vysokou intenzitou. Proto je svalová síla dolních končetin v tomto sportu považována za velmi důležitý prvek (Silva et al., 2015, s. 196).

3.3.1 Asymetrie ve fotbale

Kopání ve fotbale je jednoznačně jednostranné, vyžaduje asymetrické motorické vzorce a vede k rozvoji asymetrických adaptací v muskuloskeletální funkci dolních končetin. Schopnost kopnout oběma nohama je požadována u fotbalistů hrajících na vysoké úrovni. Nicméně většina hráčů má jednu nohu více či méně dominantní (Fousekis, Tsepis a Vagenas, 2010, s. 364).

Během hry fotbalisté provádí mnoho jednostranných pohybů jako již výše zmíněné kopy, ale také například rychlé pohyby pro změnu směru. To vše může způsobit bilaterální asymetrii nebo svalovou nerovnováhu. Svalová asymetrie může vykazovat závislost na věku i trénovanosti fotbalistů. Mladší hráči mají tendence být více asymetričtí než profesionální hráči, kteří jsou schopni více využívat obě dolní končetiny. Rozdíly ve svalové síle se objevují i podle pozice fotbalisty na hřišti. U obránců je svalová síla dolních končetin větší než u útočníků, pravděpodobně kvůli většímu množství skoků a krátkých sprintů (Silva et al., 2015, s. 196).

Důležitým aspektem, který je třeba zdůraznit, je to, že bilaterální asymetrie síly a svalová nerovnováha mezi agonisty a antagonisty je spojena se zvýšeným rizikem poranění v oblasti dolních končetin (Silva et al., 2015, s. 196).

Valderrabano et al. (2007, s. 242) zjistil značný rozdíl v síle kolenního kloubu pro pravou stranu ve srovnání s levou. Ať už se jedná o rekreační nebo elitní hráče.

Pokud je snížena stabilizační funkce pelvitrochanterických svalů se současným asymetrických zatížením dolních končetin při sportovních aktivitách, postupně dochází ke vzniku jednostranné kyčelní nestability. Oslabené pelvitrochanterické svalstvo není schopno kyčel kvalitně centrovat při fotbalovém kopu (Honová, 2017, s. 188, 193).

3.3.2 Nejčastější fotbalová zranění

Tento sport s sebou ale také přináší mnohá zranění, jejichž počet se zvyšuje se stářím hráčů. Riziko zranění je podstatně menší u mladších hráčů fotbalu. Ke zvýšenému riziku zranění u hráčů fotbalu jakékoliv věkové kategorie přispívá výrazně asymetričnost tohoto sportu (Tucker, 1997, s. 21). Dle Soligarda et al. (2008, s. 1) představuje vysoká míra úrazů fotbalistů vzhledem k popularitě tohoto sportu značný problém. Zdravotní důsledky se projevují nejen krátkodobě, ale i dlouhodobě. Například při dramatickém nárůstu předčasné osteoartrózy. I přes naléhavou potřebu vyvinout programy, které by snižovaly a zabránily zranění kolene a kotníků u fotbalistů, existuje jen několik málo studií o prevenci fotbalových hráčů.

Mezi běžně vyskytující se fotbalová zranění patří pohmoždění svalů. Bývají způsobeny úderem soupeřovy nohy, kolena nebo lokte, což vede k bolesti, otoku a snížení svalové funkce (Tucker, 1997, s. 21).

Úrazy nejčastěji postihují dolní končetiny, převážně kolena a kotníky. U kolen se setkáváme s mírným poškozením svalů až po těžší poranění vazů a menisků. Zranění menisků se může vyskytovat izolovaně nebo v kombinaci s vazivovým poraněním.

Spolu s kolenem bývá nejčastějším místem úrazů při fotbale kotník, kde dochází k poranění vazů – talofibulární a calcaneofibulární – mechanismem obrácení nohy do plantární flexe v různých stupních. Dle závažnosti, první stupeň – natažení, třetí stupeň – přetržení (Tucker, 1997, s. 21–30).

Ve světe sportu je fotbal unikátní tím, že hráči účelně nepoužívají ochranu hlavy kvůli ovládání míče. Tento fakt zvyšuje riziko poranění hlavy, i když traumata v oblasti obličeje a případné mírné otřesy mozku se mezi fotbalisty objevují podstatně méně, než traumata jiných částí těla. K poranění hlavy může docházet při kontaktu s hlavou nebo jinými částmi těla ostatních hráčů, se zemí, s brankou nebo i samotným míčem. To vše může vést ke kontuzi mozku, zlomeninám, poranění očí, otřesům nebo ve vážných případech k smrti (Kirkendall, Jordan a Garrett, 2001, s. 369). Přímým nárazem do úst nebo do dolní čelisti dochází k zubním poraněním. K dalším zraněním v oblasti obličeje patří zlomeniny nosu a epistaxe (Tucker, 1997, s. 25, 26).

3.3.3 Poranění předního zkříženého vazu u fotbalistů

Bjordal et al. (1997, s. 341–343) provedli retrospektivní studii týkající se poranění předních zkřížených vazů potvrzených artroskopickým hodnocením v nemocnicích v norském Hordlandu od roku 1982 do roku 1991. Studie zahrnovala 176 pacientů, kteří odpovídali na dotazník. Celková míra výskytu byla 0,063 zranění na 1000 hracích hodin. U mužů byla míra výskytu 0,57 zranění na 1000 hracích hodin, u žen to bylo podstatně méně – 0,10 zranění na 1000 hracích hodin. Většina zranění se stala během hraní fotbalu. Rekonstrukční chirurgie byla provedena u 131 zraněných hráčů (74,4 %). Téměř třetina zraněných sportovců se fotbalu vzdala kvůli špatné funkci kolene nebo strachu z dalšího zranění.

Osmdesát sedm (49,4 %) zkoumaných se vrátilo k fotbalu, přičemž 54 (30,7 %) se vrátilo na stejnou nebo dokonce vyšší úroveň hry. Součástí studie bylo i zjištění důvodů proč se někteří z vybraných k fotbalu již nevrátili. Vzdát fotbalu se rozhodlo 89 hráčů ze 176 zkoumaných. Z 66 mužů se jich 10 vzdalo fotbalu kvůli pracovním povinnostem nebo věku. Zbytek mužů, tedy 56, se jich k fotbalu nevrátilo kvůli jejich zranění. Špatná funkce kolene

a snížená fyzická zdatnost byla důvodem k odchodu u 29 mužů. Dvacet sedm se obávalo nového poranění, a zbylých 23 se do hry nevrátilo z jiného důvodu, nebo v dotazníku neposkytli odpověď (Bjordal et al., 1997, s. 341–343).

3.4 Volejbal

Volejbal, stejně jako předchozí vybrané sportovní aktivity, patří mezi jeden z nejrozšířenějších sportů ve světě. Při hře je podstatné být včas na správném místě a hlavně ve správném postoji. Volejbal se řadí mezi nekontaktní síťové sporty stejně jako tenis nebo badminton. Volejbalové týmy se skládají obvykle z šesti členů, ale existují i různé modifikace hry. Volejbalová hra vyžaduje kolektivní spolupráci, sílu, obratnost, rychlost, různé skoky a výskoky. Postupem času se hráči volejbalu na vrcholové úrovni specializují v určitém postavení na hřišti, aby mohli co nejefektivněji využít své dovednosti (Císař, 2005, s. 9, 11).

Každý sport má své charakteristické činnosti. Jinak tomu není ani ve volejbale. Pro přesné odbíjení je důležitý ideální postoj, což je pozice hráče, kterou zaujme při konkrétní požadované činnosti. Rozlišuje se vysoký, střední a nízký stoj (Císař, 2005, s. 40).

3.4.1 Asymetrie ve volejbale

Volejbal je vysoce asymetrický sport a to převážně v oblasti horních končetin. Asymetrie svalové síly u hráčů volejbalu se ale ukazuje nejen u horních, ale také u dolních končetin (Markou a Vagenas, 2006, s. 77).

Kumar (2014, s. 245) se ve své studii zaměřil na hlavní svaly dolní končetiny – m. vastus medialis, m. vastus lateralis, m. rectus femoris a m. gastrocnemius. Aktivity dolních končetin, jako je skákání, stání a přikrčení, vyžadují, aby obě končetiny působily stejně a zajistily tak co nejúčinnější pohyby a omezily vzniku bilaterální asymetrie, které pak mohou vést k jednostranným traumatům a snížení výkonu. Výsledky studie ukázaly bilaterální asymetrii mezi vybranou skupinou svalů. Největší asymetrii představoval m. vastus lateralis. Oproti tomu m. gastrocnemius nejnižší.

Ze všech svalových skupin ramene je hodnocení vnitřních a zevních rotátorů nejvíce informativní, protože tyto svalové skupiny jsou zodpovědné za dynamickou stabilizaci glenohumerálního kloubu. Svalová nerovnováha mezi těmito svaly může být jedním z možných mechanismů vedoucí k poranění ramene. Volejbal způsobuje silové nerovnováhy, které se projeví v asymetrii mezi dominantním a nedominantním ramenem a abnormálním poměrem mezi sílou zevních a vnitřních rotátorů. Síla vnitřních rotátorů je asi o 3–9 % větší

v dominantním rameni než v nedominantním, zatímco síla zevních rotátorů dominantního ramene může být v rozmezí 0–14 % slabší ve srovnání s nedominantní stranou (Hadzic et al., 2014, s. 338, 339).

Vařeková et al. (2011, s. 10) studovali posturální asymetrii u volejbalistů. Jejich výsledky ukázaly typické postavení – deprese lopatky a ramene preferované horní končetiny a elevace kontralaterální pánve. V několika případech se objevila funkční skolióza. Pouze u dvou případů z 62 testovaných českých a slovenských elitních ženských hráček byla zaznamenána strukturální skolióza. Tyto asymetrie se vyskytují v běžné populaci, nicméně v testované skupině volejbalistů byly patrnější. Elevace pánve vlevo a deprese kontralaterálního ramene může být spojena s funkční skoliózou S, kde je konvexní hrudní křivka vlevo a konvexní bederní křivka vpravo.

3.4.2 Nejčastější zranění ve volejbale

Od počátku 80. let došlo k výraznému nárůstu počtu lidí, kteří hrají volejbal – plážový nebo vnitřní. V důsledku tohoto nárůstu došlo i ke zvýšení počtu úrazů u volejbalistů. Většina zranění souvisí s opakovaným skákáním a snahou blokovat míč (Eerkes, 2012, s. 251). Výskyt zranění je zde ale relativně nízký, a to i mezi elitními hráči (Briner a Kacmar, 1997, s. 70).

Mnoho studií ukázalo, že kotník je nejčastější lokalitou při akutním zraněním ve volejbale. Tvoří 15 až 60 % zaznamenaných zranění. Nejvíce se vyskytuje při blokování míče. Inverzní distorze kotníku se jako jedno ze zranění vyskytuje mimo jiné běžně u mnoha sportů (Briner a Kacmar, 1997, s. 67).

Patelární tendinitida známá jako tzv. skokanské koleno se vyskytuje ve volejbale kvůli vysoké frekvenci skákání během hry (Briner a Kacmar, 1997, s. 67).

Zranění spojená s ramenem se vyskytují mezi 8 až 20 %. Mají za následek tendinitidu rotátorové manžety nebo šlachy m. biceps brachii (Briner a Kacmar, 1997, s. 68).

Zranění prstů při volejbale nejsou výjimkou. Jsou spjata s blokováním míče, ale často bývají vnímána jako nepatrná zranění. Jedná se většinou o ligamentózní poškození proximálních interfalangeálních kloubů (Briner a Kacmar, 1997, s. 69).

Až 14 % volejbalistů se může setkat s bolestí v oblasti dolní části zad. Hernie meziobratlových disků v bederní páteři jsou málo častá (Briner a Kacmar, 1997, s. 70).

3.5 Lední a pozemní hokej

Lední a pozemní hokej jsou jednostranné sportovní disciplíny s náročnými požadavky na fyziologii sportovce. Zatímco ve většině sportovních disciplín je možně zvolit lepší končetinu k provedení pohybu (například kopání do míče u fotbalistů nebo útok volejbalového hráče), v hokeji se hráči musí přizpůsobit specifickým nárokům tohoto sportu. Hokej je charakterizovaný striktními specifickými pravidly týkající se držení hokejky, což má vliv na nepřirozené držení těla (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 380).

3.5.1 Asymetrie hokejových sportů

Hokejové sporty jsou spojovány s tělesnou asymetrií, která se projevuje různými hodnotami v zastoupení kostní minerální hmoty, tukové a svalové hmoty na levé a pravé straně těla. Úroveň asymetrie se zvyšuje s vyšší sportovní úrovní (Krzykała a Leszczyński, 2015, s. 385).

Krzykała a Leszczyński (2015, s. 379, 384) studovali, zda sport, ve kterém je jedna polovina těla dominantní, jako právě například hokej, ovlivňuje složení těla, a zda je sportovní úroveň rozhodující faktor. Pro svá měření vybrali 31 ženských hokejových hráček na různých sportovních úrovních. Vyšší míra asymetrie byla pozorována u profesionálních hokejových hráček, z čehož vyplývá, že čím vyšší sportovní úroveň hráče, tím vyšší asymetrie. Hodnoty svalové hmoty byly relativně vyšší na levé straně a to jak pro horní i dolní končetiny, tak pro trup a tělo celkově. Zastoupení tukové hmoty na levé polovině těla vykazovalo také vyšší hodnoty. Tyto výsledné hodnoty souvisí pravděpodobně s větším zatížením levé strany během několikahodinových asymetrických tréninků. Studie tedy ukazuje, že hokej přispívá ke změnám ve složení těla.

Vzhledem k tomu, že existuje mnoho typů asymetrie promítajících se do různých částí těla, Bussey (2010, s. 362) se zaměřila ve své studii na výskyt asymetrie pánve u jedinců, kteří dělají sport spojovaný s lateralitou a se zvýšenou rotací a flexí páteře. Do této kategorie se řadí hokejové sporty, které jsou charakteristické asymetrickým zatížením a laterální dominancí. Tyto specifické znaky kombinované dále s flekčním a rotačním postavením trupu vedou k významné adaptaci skeletu pánve. Závěry studie naznačují, že existuje vyšší prevalence asymetrie pánve u zkoumaných sportovců ve srovnání s kontrolní skupinou nesportujících lidí.

4 Paralympijské sporty

Popularita sportů pro vozíčkáře se v průběhu let neustále rozrůstá, což je patrné z rostoucího počtu disciplín na paralympiádách. Od roku 1952 do roku 2008 se počet letních paralympijských sportů zvýšil z osmi na dvacet (Gold a Gold, 2007 in Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 78). Podobně jako počet disciplín stoupá i počet účastníků sportů, který se v letech 1952 až 2008 zvýšil ze 130 na 3951 (Bernardi et al., 2010 in Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 78). V dřívějších dobách byl jedinec se zdravotním postižením schopen sportovat pouze na rekreační úrovni. Pokroky v konstrukci invalidních vozíků spolu s širšími možnostmi ve financování vedly ve sportu k lepší kvalitě (Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 78).

Paralympijští sportovci letních i zimních sportů se dělí na tři hlavní skupiny: stojící, sedící a zrakově postižené. Mezi zimní paralympijské sporty patři například curling, alpské lyžování a sledge hokej. Letní paralympijské hry mají široké zastoupení jednotlivých sportů. Do letních sportů patří například cyklistika, plavání, atletika, fotbal, basketball, volejbal, tenis, ale také třeba šerm, lukostřelba a mnoho dalších (Bernardi et al., 2012, s. 26).

S pokroky v oblasti technického vybavení, protetiky a výcviku za několik posledních let jsou účastníci paralympijských sportů schopni se přiblížit svými výkony ostatním sportovcům. Aby se lidé se zdravotním postižením mohli účastnit sportovních aktivit na vysoké úrovni, musí usilovně pracovat na zlepšení tělesné zdatnosti, svalové síly, vytrvalosti a flexibility (Bhambhani, 2002 in Bernardi et al., 2012, s. 26). Výkon v paralympijských sportech nespočívá jen v dobré fyzické kondici, ale také ve specifických dovednostech a zkušenostech pro daný sport. Stejně jako ostatní, tak i paralympijští sportovci hledají efektivní způsoby jak trénovat a zlepšovat techniku pro co nejlepší výkon (Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 77).

Díky zvýšenému používání horních končetin u sportovců s invalidním vozíkem nacházíme rozdílné hodnoty v tělesném složení (Lussier et al., 1983, s. 20). Paralympionici mají vyšší hodnoty hustoty kostní tkáně, vyšší procento svalové tkáně a naopak nižší procento tukové tkáně v oblasti horních končetin ve srovnání se sportovci bez invalidních vozíků. Užívání invalidního vozíku v kombinaci s vysokou sportovní úrovní vede ke zlepšení tělesného složení v horních končetinách. Nižší hodnoty hustoty kostní tkáně, vyšší procento ruku, demineralizace kostí a atrofie svalů dolních končetin jsou u lidí na invalidním vozíku běžné (Jones, Legge a Goulding, 2002 in Sutton et al., 2009, s. 264, 299).

Sportovci na invalidních vozících představují zajímavou skupinu pro různé výzkumy ze dvou hlavních důvodů. Prvním z nich je rozmanitost jednotlivých tělesných postižení. Druhým důvodem, zajímavým pro zkoumání, je integrovaná jednotka, kterou tvoří samotný sportovec se svým invalidním vozíkem. Každá změna v jedné z těchto částí bude ovlivňovat celkový výkon sportovce (Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 77).

4.1 Plavání u paralympioniků

Plavání je považováno za symetrický sport (Brown, 2014, s. 4). V současné době se zvyšuje počet lidí účastnících se plavání na rekreační i závodní úrovni. Tento fakt se ovšem vyskytuje nejen v plavání, ale i v ostatních sportech, a to jak u zdravých, tak i paralympijských sportovců (Walker et al., 2012 in Brown, 2014, s. 1). Nicméně stále je u plavců zaznamenávána asymetrie v síle, rozsahu a kinematice pohybu. Asymetrie na různých úrovních může potencionálně ovlivnit výkon a v konečném důsledku mít vliv i na případná zranění (Brown, 2014, s. 4). Dle některých autorů (Jones a Bampouras, 2010; Shorter et al., 2008 in Evershed, Burkett a Mellifont, 2014, s. 33) zůstává stále nejasné, zda asymetrie může změnit (zlepšit nebo potlačit) optimální funkci a mít potencionální vliv na riziko zranění. S narůstající účastí sportovců se ve větší míře vyskytují také úrazy. Více pak u elitních plavců (Sein et al., 2010 in Brown, 2014, s. 4). Se stoupajícím počtem sportovců se zvyšuje i počet trenérů, lékařů a vědců v oblasti sportu, kteří se snaží stanovit úroveň asymetrie s následným cílem tuto asymetrii minimalizovat nebo dokonce eliminovat a předcházet tak vzniku specifických zranění pro daný sport (Brown, 2014, s. 1).

V plavání trenéři a sportovci usilují o ideální mechaniku a techniku k maximálnímu výkonu. V mechanismu plavání má dominantní postavení trup a horní končetiny (Brown, 2014, s. 6). Ztráta síly, koordinace, rozsahu pohybu nebo přesnosti pohybu může způsobit ztrátu hnací síly v kinetickém řetězci (Kibler et al., 1989 in Brown, 2014, s. 8), což může ovlivnit polohu těla ve vodě a zvýšit odporové síly (Brown, 2014, s. 8). Pro efektivitu plaveckého výkonu jsou důležité m. serratus anterior a m. trapezius (Scibek a Carcia, 2012 in Brown, 2014, s. 11)

Muskuloskeletální screening je běžným klinickým nástrojem, který slouží k určení asymetrií nebo jiných deficitů sportovce, které by se eventuálně mohly podílet na vzniku zranění (Byram et al., 2010 in Brown, 2014, s. 6). Asymetrie svalové síly u sportovců je zkoumána na základě předpokladu, že jsou tyto asymetrie spojeny s funkčními poruchami a poraněními (Swaine, 1997 in Brown, 2014, s. 15). Muskuloskeletální asymetrie je běžná

u celé populace a do určité míry může být založena na fyziologických faktorech (Brown, 2014, s. 15). Současná literatura ukazuje nesrovnalosti ohledně vztahů mezi muskuloskeletální asymetrií a incidencí poranění (Brown, 2014, s. 2). Výzkum asymetrie se totiž většinou soustřeďuje na míčové a raketové sporty vzhledem k jejich jednostranné povaze. V oblasti plavání není asymetrie tolik prozkoumána, jelikož se zdá být plavání na první pohled symetrickým sportem. Také v symetrických sportech ovšem existují asymetrie, avšak jejich potencionální dopad v celém kinetickém řetězci ve vztahu ke zranění a výkonu zůstává zatím nejasný (Brown, 2014, s. 17, 18). U paralympijských sportovců může být asymetrie ochranného nebo adaptivního charakteru a vytvořena v závislosti na zdravotním postižení, existujícím deficitu nebo jako kompenzační strategie (Brown, 2014, s. 8). Určitá skupina plavců používá kompenzačních strategií k maskování asymetrie a vytvoření symetrické síly pro horní končetinu. Pokud má plavec nerovnováhu v síle v nějaké z hlavních svalových skupin, může vyvinout nerovnováhu síly v alternativní svalové skupině. Celková síla vlevo a vpravo pak zůstane symetrická. Příkladem může být jeden ze zkoumaných plavců, u kterého byla síla svalů při horizontální addukci silnější na levé straně, ale pravá vnitřní rotace a addukce jsou silnější oproti levé. Když jsou tyto síly sečteny, celková síla se odráží v symetrii. Plavci tímto způsobem dokážou kompenzovat celkovou silovou nerovnováhu (Evershed, Burkett a Mellifont, 2014, s. 37). V kompenzačních strategiích pohybu dochází k velkým změnám hrudní rotace, která je součástí dalších asymetrických pohybů těla (Potts et al., 2002 in Evershed, Burkett a Mellifont, 2014, s. 37). Tyto skutečnosti jsou podpořeny výsledky dalších studií zkoumající vliv muskuloskeletální asymetrie dolních končetin. Silnější dolní končetina kompenzuje slabší změnou polohy těla (Yoshioka et al., 2010 in Evershed, Burkett a Mellifont, 2014, s. 37). Kompenzační strategie se podílí na rozvoji další asymetrie, která má své důsledky v jiné části kinematického řetězce. Mohou souviset se změnou aktivní síly (motorická strategie) nebo s kinematickou strategií (Brown, 2014, s. 238).

Navzdory symetrické povaze plavání byly zjištěny asymetrie muskuloskeletálního systému, které se vyskytují jak u paralympijských, tak zdravých plavců. Při měření izokinetické síly byla nejvíce asymetrická vnitřní rotace, která se vyskytovala u 66 % všech sportovců, následovaná asymetrií horizontální addukce u 59 % a dále addukcí u 53 % jedinců. Určitá asymetrie může být považována za normální a je výsledkem základních fyziologických mechanismů, protože symetrie všech složek byla nalezena pouze u 16 % populace (Brown, 2014, s. 166). Dřívější studie naznačují, že i při bilaterálním sportu nemusí být centrální nervový systém (CNS) schopen dosáhnout maximální bilaterální aktivace motorických jednotek (Balashova a Pleschchiskii, 2004 in Brown, 2014, s. 166). Elitní sportovci mají

schopnost měnit techniku vzhledem k požadovanému úkolu, což může pravděpodobně zvýšit riziko vzniku asymetrie (Brown, 2014, s. 167).

Maximální síla byla jako dalším zajímavým prvkem pro analýzu asymetrie, kvůli největší pravděpodobnosti odhalení rozdílu mezi stranami. Dvě třetiny plavců vykazovali asymetrii v maximální síle, což ukazuje, že je tento fakt zcela běžný a může mít důsledky v celém kinetickém řetězci (Brown, 2014, s. 168).

Stejně jako ve svalové síle byly zjištěny asymetrie v rozsahu pohybu pro levou a pravou stranu. Většina naměřených hodnot rozsahu pohybu byla v normálním rozmezí. Jediný významný rozdíl mezi stranami vykazovala vnější rotace ramene, která byla pro levou stranu průměrně 98,4° a pro pravou stranu 109,9°. Rozsah vnější rotace ramenního kloubu je tedy nižší na nepreferované straně (Brown, 2014, s. 170).

Kolem 80 % paralympijských plavců má asymetrické postavení lopatek. Výsledky ovšem nejsou zcela přesné, jelikož tato asymetrie může často souviset s jejich primárním deficitem (Brown, 2014, s. 173).

Při zkoumání asymetrie celého glenohumerálního kloubu byla opět zjištěna jako nejvíce asymetrická vnitřní rotace. U plavců je vnitřní rotace nejčastější asymetrií a proto by měla být důkladně sledována vzhledem k jejímu významu při vytváření síly a dynamické stabilizaci. Asymetrie vnitřní rotace může souviset s dýcháním a koordinací (Tourny-Chollet et al., 2009 in Brown, 2014, s. 173).

4.2 Tenis u paralympioniků

Tenis na invalidním vozíku je určen pro sportovce s celou řadou postižení od amputací, deformací končetin až po plegie (paraplegie, tetraplegie). Je považován za méně fyzicky náročný než například basketbal (Goosey-Tolfrey a Leicht, 2013, s. 79).

Účast v tenise klade specifické požadavky na rameno hráče, se kterými se při běžných denních aktivitách nesetká. Rameno je nezbytným článkem v řetězci pro přenos energie z jádra do periferie. Také lopatka hraje důležitou roli v tomto řetězci tím, že poskytuje stabilní základ pro svaly účastnící se na pohybu ramenního pletence. Změna postavení a pohybu lopatky může měnit její funkci v kinetickém řetězci, což následně může vést ke snížení výkonu nebo v horším případě ke zranění (Kibler, 1995 in Warner et al., 2018, s. 7).

S poraněním ramene se lze běžně setkat. Typicky jsou zranění výsledkem opakovaných mikrotraumat. Následně dochází ke změně polohy a pohybu lopatky po hrudníku nazývané jako skapulární dyskineze. Porucha funkce lopatky může být spojována s bolestí, ale v mnoha

případech je asymptomatická (Warner et al., 2018, s. 8). U 30–72 % lidí po poranění míchy se vyskytuje bolest ramen, která má často chronický charakter (Irwin et al., 2007 in Warner et al., 2018, s. 8). Obecně se předpokládá, že bolesti ramene jsou důsledkem intenzivnějšího používání horních končetin při manipulaci s invalidním vozíkem (Chow a Levy, 2011 in Warner et al., 2018, s. 8). Bilaterální srovnání kinematiky lopatky u tenistů na vozíčku ukázalo určitou míru asymetrie. Lopatka na dominantní straně byla nakloněna více posteriorně než na nedominantní. To je v kontrastu s pozorováním u hráčů tenisu bez tělesného postižení, kde lopatka na dominantní straně byla nakloněna více anteriorně (Oyama et al., 2008 in Warner et al., 2018, s. 12). Tenisté na invalidních vozících mají omezené využití pánve a dolní poloviny těla při vyvíjení síly. V důsledku toho je rychlost rakety při úderu nižší než u zdravých tenistů. Repetitivní pohyby v tenisové hře mohou vést k asymetriím ve funkci lopatky (Warner et al., 2018, s. 12).

5 Kompenzační cvičení

V současné době stoupá procento sportující populace. Zaměření se převážně na monotematický sport vede ke vzniku asymetrických nastavení. Pokud toto není kompenzováno, dojde postupně k funkčním a v pozdějším důsledku i anatomickým změnám pohybového aparátu (Honová, 2017, s. 189). U kolektivních sportů se sportovci často zaměřují pouze na klasický tréninkový režim a přidání alternativní formy tréninku se většinou zanedbává (Oliver a Di Brezzo, 2009, s. 2128).

Levitová a Hošková (2015, s. 11) definují kompenzační, nebo též podle některých autorů vyrovnávací (Čermák, Chválová a Botlíková, 1998 s. 49) cvičení, jako soubor cviků, kterými se zaměřujeme na jednotlivé oblasti pohybového systému. Cíleně tím působíme na zlepšení zdravotního stavu člověka, především pak na stav pohybového systému.

Kompenzační cvičení je vhodné zařazovat při jednostranném či nadměrném sportovním zatížení, kdy dochází k přetěžování některých částí pohybového systému, ale i při ostatních sportovních aktivitách. Využívá se i jako součást prevence poruch pohybového systému, které vznikly během života nevhodným pohybovým stereotypem. Následkem patologického pohybového stereotypu vznikají funkční a v horších případech i strukturální poruchy pohybového aparátu. Po úrazech, dlouhodobějších imobilizacích dochází k ochabnutí svalových skupin důležitých pro správný pohyb. Kompenzační cvičení může urychlit návrat do běžného života (Levitová a Hošková, 2015, s. 14).

Cílem kompenzačních cvičení je nalézt rovnováhu v aktivaci jednotlivých částí nervosvalového systému. Důležitá je vyváženost svalového napětí mezi jednotlivými pohybovými segmenty těla (Krištofič, 2007, s. 16). Kompenzační cvičení slouží jako prevence vzniku nebo korekce svalových dysbalancí. Svaly s tendencí ke zkrácení protahujeme. Oproti tomu posilujeme svaly s tendencí k ochabnutí. Během života si každý vytváří vlastní pohybové stereotypy, které zapojuje do pohybu správným či naopak nevhodným způsobem. Pomocí kompenzačního cvičení lze vytvářet správné pohybové stereotypy a naučit se je vhodně využívat. Je vhodné také pro udržení a zvýšení pohyblivosti kloubů nebo jednotlivých úseků páteře. Stejně tak může sloužit v prevenci zranění nebo proti bolesti (Levitová a Hošková, 2015, s. 15, 16).

Kompenzační cviky lze cíleně obměňovat s ohledem na požadovaný účinek a aktuální stav pohybového systému jedince. K tomu lze využít nejrůznějších cvičebních pomůcek, jako například thera-band, overball, gymball nebo bosu.

Cvičení lze provozovat buď individuálně, nebo také skupinově. U skupinové formy kompenzačních cvičení je důležité zajistit co největší homogenitu skupiny. Výběr jednotlivých cviků je nutno přizpůsobit všem členům ve skupině. Vedle správného výběru cvičební jednotky je třeba přizpůsobit počet opakování, obtížnost, intenzitu, pomůcky a další. U jedinců, kteří jsou hůře zařaditelní do skupinového cvičení, je lepší zvolit individuální formu kompenzačního cvičení (Levitová a Hošková, 2015, s. 11).

Bursová (2005, s. 28), Levitová a Hošková (2015, s. 25) dělí kompenzační cvičení dle specifického zaměření a převládajícího fyziologického účinku na pohybový aparát na kompenzační cvičení uvolňovací, protahovací (strečink) a posilovací.

Cílem uvolňovacího cvičení je příprava kloubních struktur v oblasti protahovaných svalů s využitím kyvadlových a krouživých pohybů. Uvolňovací cvičení nepřímo působí na svaly v okolí daného kloubu, kdy dojde k reflexnímu uvolnění.

S cílem obnovit fyziologickou délku zkrácených svalů se provádí protahovací cvičení. Dojde k odstranění přebytečného napětí svalů a pohybový systém se připraví na další zátěž.

Před vlastním posilováním je třeba nejprve protáhnout svaly. Posilovacím cvičením se zvýší síla oslabených svalových skupin, vyrovnají se svalové nerovnováhy, zlepší se souhra svalů a dojde k ovlivnění držení těla (Levitová a Hošková, 2015, s. 25, 27).

Kompenzační cvičení není striktně vymezený soubor cvičení. Právě naopak má široké pojetí, které lze individuálně přizpůsobovat pro každého jedince (Čermák, Chválová a Botlíková, 1997, s. 49).

5.1 Balanční cvičení

Balanční cvičení je druh cvičení, při kterém se nejvíce zapojuje hluboký stabilizační svalový systém. Jde o aktivaci svalů, které jsou uloženy v hlubokých vrstvách svalového korzetu a výrazně ovlivňují držení těla. Toto cvičení je vhodné jako kompenzační druh cvičení u všech sportů. Dále se balančního cvičení využívá i například u osob se svalovou dysbalancí, s VDT (Muchová a Tománková, 2009, s. 16). Kromě zařazení do kompenzačního cvičení v rámci sportovního tréninku pro zlepšení výkonnosti, se balanční cvičení využívá při prevenci zranění a v rehabilitaci (Giboin, Gruber a Kramer, 2015, s. 22).

U tohoto cvičení se využívá mnoha pomůcek, mezi které patří kulové a válcové úseče, balanční sandály, gymnastické míče, overbally a minitrampolíny. Cvičení je nejlépe provádět na boso, kdy má noha v kontaktu s podložkou vyšší citlivost a dochází ke zlepšení propriocepce (Muchová a Tománková, 2009, s. 27, 30).

Není stále jasné, zda balanční cvičení vede ke zlepšení specifických činností nebo i ke zlepšení obecnějších nespecifikovaných aktivit. Jedná se ovšem o zásadní otázku, neboť její odpověď může mít značný vliv v sestavování balančních programů (Giboin, Gruber a Kramer, 2015, s. 22). Kümmel et al. (2016, s. 1267) a Giboin, Gruber a Kramer (2015, s. 28) se touto otázkou ve svých studiích zabývali. Jejich výsledky ukázaly, že balanční cvičení zlepšilo výkon pouze při konkrétních úkolech, které byly prováděny při tréninku, ale nevedlo ke globálnímu zlepšení v dalších rovnovážných aktivitách. Schopnost rovnováhy během různých úkolů spočívá v součtu naučených dovedností. Proto je nutné pečlivě vybírat příslušné cviky v balančním tréninku podle toho, jakého cíle chce jedinec dosáhnout.

Balanční tréninkové programy ke zvýšení výkonu by měly být navrženy tak, aby začínaly s cvičení na stabilním povrchu při bipedálním stoji, poté postupovaly k unipedálnímu stoji, následně až k nestabilním povrchům a to vše se zrakovou kontrolou a následně i bez ní (Hrysomallis, 2011, s. 228).

Cvičení na podkladě balančních technik není svým efektem cíleno do oblasti tvarování jednotlivých izolovaných svalů, i přesto, že k nějakým změnám dochází, ale do oblasti funkční způsobilosti a komplexnosti pohybové vybavenosti s univerzálním využitím nejen v jednotlivých sportech, ale i v běžném životě. Každý jedinec je v normálním životě vystaven nečekaným fyzicky náročným situacím, na které musí adekvátně reagovat (Krištofič, 2007, s. 11).

5.2 Core trénink

Jednou z možností kondičního tréninku se v poslední době stává tzv. core trénink, což ve volném překladu znamená posilování svalů tělesného jádra. Tělesné jádro představuje systém svalů stabilizujících polohu těla nebo jinak řečeno také oblast, kde se v klidném stoji nachází těžiště (Krištofič, 2007, s. 11). Tělesné jádro se také jinak nazývá lumbopelvický komplex. Jedná se o trojrozměrný prostor se svalovými hranicemi. Horní hranici tvoří bránice, přední a laterální hranici představují břišní svaly a za dolní hranici se považují gluteální a paravertebrální svaly. Pro kvalitní stabilitu jádra jsou ovšem nezbytné i okolní svaly (Huxel Bliven a Anderson, 2013, s. 514).

Stabilita jádra je definována jako schopnost ovládat polohu a pohyby trupu a pánve pro optimální produkci, přenos a řízení síly a pohybu v integrovaných sportovních aktivitách. Cvičení tělesného jádra by mělo zahrnovat udržování samotného jádra, ale také správné propojení jádra s končetinami pro optimální funkci (Kibler, Press a Sciascia, 2006, s. 189).

Zpevňování těla vždy začíná od středu, od hlubokého stabilizačního systému, a pokračuje směrem k periferii. Obtížnost core tréninku nezávisí na zvyšování zátěže například přidáváním váhy na činkách, ale ve zvyšování koordinační náročnosti (Krištofič, 2007, s. 11).

Zlepšení stability svalů tělesného jádra prostřednictvím cvičení je běžné jako součást programů pro prevenci úrazů pohybového aparátu (Huxel Bliven a Anderson, 2013, s. 514).

Iacono, Padulo a Ayalon (2016, s. 671) zkoumali vliv core tréninku na svalovou asymetrii a nerovnováhu dolních končetin v týmovém sportu. Dvacet fotbalistů bylo rozděleno na dvě skupiny o stejném počtu hráčů. Před každým tréninkem po dobu šesti týdnů prováděla jedna skupina klasické zahřívací cvičení, zatímco druhá skupina měla v programu cvičení zaměřené na stabilitu tělesného jádra. Výsledky ukázaly zlepšení svalové nerovnováhy v oblasti dolních končetin u testovaných fotbalistů. Tyto pozitivní výsledky by měly vést k zavedení alespoň základního tréninku stability k pravidelnému klasickému tréninku v týmových sportech.

5.3 Strečink

Strečink je cílené cvičení zaměřené na protahování svalů. Pochází z anglického slova „stretch“ – protažení, natažení, roztažení (Stackeová, 2012, s. 38). Dále je ale také metodou regenerační a rehabilitační (Sekera a Vojtěchovský, 2008, s. 97). Může být součástí rozcvičení na začátku tréninku, ale také zklidnění na závěr tréninku. Před cvičením by se sportovci měli zaměřit spíše na krátkodobý strečink, protože dlouhodobý strečink může mít před cvičením spíše negativní vliv. Krátkodobě strečink vyvolá zvýšení rozsahu pohybu v kloubech. Naopak po tréninku je třeba dát přednost dlouhodobému strečinku. Pravidelný intenzivní strečink trvající alespoň deset až patnáct minut třikrát až čtyřikrát týdně vede ke zvýšení svalové síly a vytrvalosti a ke zvýšení ohebnosti a pohyblivosti. Důležité tedy je protahovat se na začátku i na konci tréninku. (Nelson a Kokkonen, 2015, s. 9).

Podle Nelsona a Kokkonena (2015, s. 10) přináší strečink mnoho pozitivních dlouhodobých benefitů: zlepšení ohebnosti, svalové vytrvalosti a síly, snížení svalových bolestí, zlepšení svalové a kloubní pohyblivosti, pohybových stereotypů, prevence bolesti zad v bederní oblasti, zlepšení držení těla.

Strečink by měl být prováděn pomalu. Rychlé a kmitavé pohyby jsou chybou. Protahovaný sval by neměl být namáhán držením trupu nebo končetin. Také by neměl být zapojen do svalových řetězců působících proti gravitaci (Tlapák, 2014, s. 25).

Využití strečinku je široké. Při správném provádění nemá strečink negativní účinky. V případě hypermobility by neměl být strečink prováděn v krajních polohách (Tlapák, 2014, s. 22).

5.4 Kompenzační sporty

V rámci cyklistiky můžeme k doplňkovým sportům zařadit plavání, které odlehčuje klouby a zmírňuje svalové napětí celého těla (Landa, 2005, s. 93). Plavání se do kompenzačního tréninku může zařazovat nejen u cyklistů, ale i u ostatních sportovců a to díky svému účinku, který je způsoben nadlehčujícím působením vody. Plavání zatěžuje svalstvo celého těla relativně harmonicky a souměrně (Dylevský, 1997, s. 127). V zimním období se může vhodným doplňkovým sportem k cyklistice stát běh na lyžích (Landa, 2005, s. 93).

Jednostranné zatížení ve sportech lze kompenzovat výběrem vhodných posilovacích cviků. Posilování může pomoci odstraňovat svalové dysbalance, které zapříčiňují chronické bolesti, a pomoci prevenci častých zranění při sportovních aktivitách (Landa, 2005, s. 93).

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit vliv asymetrických a symetrických sportovních aktivit na pohybový aparát člověka. V literatuře se rozlišuje několik typů asymetrií, které mají různý dopad na lidské tělo. Pro práci byly vybrány některé sporty, z nichž převážná většina je jednostranných a zatěžují tedy tělo asymetricky. Dále byly uvedeny sporty zdánlivě symetrické, které také svým zatížením působí na tělo jedince a mohou způsobovat stejně jako jednostranné sporty funkční poruchy pohybového aparátu.

U cyklistiky se předpokládá, že aktivita dolních končetin při šlapání je symetrická. Na první pohled tomu tak skutečně může být, ale objevují se zde určité asymetrie vzhledem k preferenci končetin. Oproti cyklistice je tenis a další raketové sporty bez pochyby asymetrickým sportem. Více se pak s asymetrií setkáváme na horní končetině, která drží raketu při odpalu tenisového míčku. U fotbalistů zase naopak dochází více k zatěžování preferované dolní končetiny. Předposledním vybraným sportem byl volejbal. U hráčů volejbalu převažují asymetrie horní poloviny těla, ale není výjimkou setkat se s určitými odchylkami i v dolní polovině. U fotbalu a volejbalu lze ale použít k odpalu míče druhou končetinu. Hokejové sporty toto neumožňují kvůli specifickým nárokům na držení hokejky, které tento sport vyžaduje. Proto sporty, kde je použití hokejové hole samozřejmostí, spadají pod asymetrické aktivity.

Stejně jako sporty pro zdravé jedince, taktéž paralympijské sporty jsou více či méně asymetrické. U paralympioniků už ovšem mohou být vytvořeny asymetrie v důsledku jejich tělesného postižení. V této práci byla pozornost zaměřena na jeden symetrický a jeden asymetrický sport. V zastoupení symetrického sportu bylo plavání. Z asymetrických sportů to byl i u paralympioniků tenis.

V důsledku asymetrického zatížení výše zmíněných sportů dochází k přetěžování pohybového aparátu a vzniku funkčních a později strukturálních poruch. Současně se také zvyšuje riziko zranění v přetěžovaných částech těla, kterému je třeba taktéž předcházet. K tomu slouží kompenzační cvičení. Tato cvičení zlepšují stav pohybového systému. Zařazují se nejen při jednostranných a nadměrných zatížení, ale měla by být součástí každého tréninkového plánu sportovce. Kompenzační cvičení má mnoho podob a je důležité vybrat ty správné cviky pro každého jedince individuálně, což by mělo být v rukou trenéra, fyzioterapeuta nebo samotného sportovce.

Referenční seznam

ABRAMS, G. D., RENSTROM, P. A., MARC, M. R. 2012. Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *British Journal of Sports Medicine* [on-line]. 46(7), 492–498, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1136/bjsports-2012-091164.

AUERBACH, B. M., RUFF, CH. B. 2005. Limb bone bilateral asymmetry: variability and commonality among modern humans. *Journal of Humen Evolution* [on-line]. 50(2), 203–218, [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jhevol.2005.09.004.

BERNARDI, M., CARUCCI, S., FAIOLA, F., EGIDI, F., MARINI, C., CASTELLANO, V., MARCELLO, F. 2012. Physical Fitness Evaluation of Paralympic Winter Sports Sitting Athletes. *Clinical Journal of Sport Medicine* [on-line]. 22(1), 26–30, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1097/JSM.0b013e31824237b5.

BISHOP, CH., TURNER, A., READ, P. 2017. Effects of inter-limb asymmetries on physical and sports performance: a systematic review. *Journal of Sports Sciences* [on-line]. 36(10), 1135-1144 [cit. 2017-03-24]. Dostupné z: doi 10.1080/02640414.2017.1361894.

BJORDAL, J. M., ARNØY, F., HANNESTAD, B., STRAND, T. 1997. Epidemiology of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Soccer. *The American Journal of Sports Medicine* [on-line]. 25(3), 341–345, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1177/036354659702500312.

BRINER, W. W., KACMAR, L. 1997. Common Injuries in Volleyball. *Sports Medicine* [on-line]. 24(1), 65–71, [cit. 2018-02-02]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-199724010-00006.

BROWN, J. 2014. *Asymmetry and Injury in Swimming: in Able-bodied and Paralympic Populations (The Impact of Upper Body Asymmetry: Adaptation or Injury Risk).* Disertační práce. University of the Sunshine Coast.

BURSOVÁ, M. 2005. *Kompenzační cvičení: uvolňovací, protahovací, posilovací.* Praha: Grada. Fitness, síla, kondice. ISBN 80-247-0948-1.

BUSSEY, M. D. 2012. Does the demand for asymmetric functional lower body postures in lateral sports relate to structural asymmetry of the pelvis? *Journal of Science and Medicine in Sport* [on-line]. 13(3), 360–364, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jsams.2009.02.010.

CARPES, F. P., MOTA, C. B., FARIA, I. E. 2010. On the bilateral asymmetry during running and cycling – A review considering leg preference. *Physical Therapy in Sport* [on-line]. 11(4), 136–142, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.ptsp.2010.06.005.

CÍSAŘ, V. 2005. *Volejbal: technika a taktika hry: průpravná cvičení.* Praha: Grada. ISBN 80-247-0502-8.

COHEN, G. C. 1993. Cycling injuries. *Canadian Family Physican* [on-line]. 39, 628–632, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2379777/#reference-sec

CORREIA, J. P. et al. 2015. Trunk muscle activation, fatigue and low back pain in tennis players. *Journal of Science and Medicine in Sport* [on-line]. 19(4), 311–316, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jsams.2015.04.002.

ČERMÁK, J., CHVÁLOVÁ, O., BOTLÍKOVÁ, V. 1998. *Záda už mě nebolí.* (3. vyd.). Praha: Jan Vašut. ISBN 80-7236-065-5.

DE SMEDT, T., DE JONG, A., VAN LEEMPUT, W., LIEVEN, D., VAN GLABBEEK, F. 2007. Lateral epicondylitis in tennis: update on aetiology, biomechanics and treatment. *British Journal of Sports Medicine* [on-line]. 41(11), 816–819, [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: doi 10.1136/bjsm.2007.036723.

DETTORI, N. J., NORVELL, D. C. 2006. Non-Traumatic Bicycle Injuries. *Sports Medicine* [on-line]. 36(1), 7–18, [cit. 2017-07-18]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-200636010-00002.

DINES, J. S., BEDI, A., WILLIAMS, P. N., DODSON, C. C., ELLENBECKER, T. S., ALTCHEK, D. W., WINDLER, G., DINES, D. M. 2015. Tennis Injuries: Epidemiology, Pathophysiology, and Treatment. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* [on-line]. 23(3), 181–189, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.5435/JAAOS-D-13-00148.

DUC, S., BERTUCCI, W., PERNIN, J. N., GRAPPE, F. 2006. Muscular activity during uphill cycling: Effect of slope, posture, hand grip position and constrained bicycle lateral sways. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [on-line]. 18(1), 116–127, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jelekin.2006.09.007.

DYLEVSKÝ, I. 1997. *Pohybový systém a zátěž.* Praha: Grada. ISBN 80-7169-258-1.

EERKES, K. 2012. Volleyball Injuries. *Current Sports Medicine Reports* [on-line]. 11(5), 251–256, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.1249/JSR.0b013e3182699037.

EVERSHED, J., BURKET, B., MELLIFONT, R. 2014. Musculoskeletal screening to detect asymmetry in swimming. *Physical Therapy in Sport* [on-line]. 15(1), 33–38, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1016/j.ptsp.2013.02.002.

FIALOVÁ, L. 2006. *Moderní body image: jak se vyrovnat s kultem štíhlého těla.* Praha: Grada. Psychologie pro každého. ISBN 80-247-1350-0.

FORT- VANMEERHAEGHE, A., GUAL, G., ROMERO-RODRIGUEZ, D., UNNITHA, V. 2016. Lower limb neuromuscular asymmetry in volleyball and basketball players. *Journal of Human Kinetics* [on-line]. 50(1), 135–143, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.1515/hukin-2015-0150.

FOUSEKIS, K., TSEPIS, E., VAGENAS G. 2010. Lower strength in professional soccer players: profile, asymmetry, and training age. *Journal of Sports Science and Medicine* [on-line]. 9(3), 364–373, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: http://www.jssm.org/vol9/n3/2/v9n3-2text.php.

GIBOIN, L. S., GRUBER, M., KRAMER, A. 2015. Task-specificity of balance training. *Human Movement Science* [on-line]. 44, 22–31, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1016/j.humov.2015.08.012.

GOOSEY-TOLFREY, V. L., LEICHT, CH. A. 2013. Field-Based Physiological Testing of Wheelchair Athletes. *Sports Medicine* [on-line]. 43(2), 77–91, [cit. 2018-04-02]. ISSN 1179-2035. Dostupné z: doi 10.1007/s40279-012-0009-6.

HADZIC, V., SATTLER, T., VESELKO, M., MARKOVIC, G., DERVISEVIC, E. 2014. Strength Asymmetry of the Shoulders in Elite Volleyball Players. *Journal of Athletic Training* [on-line]. 49(3), 338–344, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.4085/1062-6050-49.2.05.

HAYMANN, F., STANCIU, U. 2009. *Jak dokonale zvládnout horské kolo.* Praha: Grada. Jak dokonale zvládnout. ISBN 978-80-247-2775-2.

HONOVÁ, K. 2017. Asymetrická funkční nestabilita kyčelního kloubu u hráčů fotbalu – diagnostika a výstupy pro praxi. *Medicina Sportiva Bohemica et Slovaca* [on-line]. 26 (4), 188–196, [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: http://eds.b.ebscohost.com/eds/detail/detail?vid=0&sid=a1b4afb1-e5b1-4767-91f8-d36f5f957784%40sessionmgr102&bdata=Jmxhbmc9Y3Mmc2l0ZT1lZHMtbGl2ZQ%3d%3d#AN=126731363&db=e5h

HRYSOMALLIS, C. 2011. Balance Ability and Athletic Performance. *Sports Medicine* [on-line]. 41(3), 221–232, [cit. 2018-03-25]. Dostupné z: doi 10.2165/11538560-000000000-00000.

HUXEL BLIVEN, K. C., ANDERSON, B. E. 2013. Core Stability Training For Injury Prevention. *Sports Health* [on-line]. 5(6), 514-522, [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: doi 10.1177/1941738113481200.

IACONO, A. D., PADULO, J., AYALON, M. 2016. Core stability training on lower limb balance strength. *Journal of Sports Sciences* [on-line]. 34(7), 671-678, [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: doi 10.1080/02640414.2015.1068437.

JAYANTHI, N., ESSER, S. 2013. Racket Sports. *Current Sports Medicine Reports* [on-line]. 12(5), 329–336, [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: doi 10.1249/JSR.0b013e3182a4bad0.

KIBLER, W. B., PRESS, J., SCIASCIA, A. 2006. The role of core stability in athletic function. *Sports Medicine* [on-line]. 36(3), 189–198, [cit. 2018-03-23]. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-200636030-00001.

KIRKENDALL, D. T., JORDAN, S. E., GARRETT, W. E. 2001. Heading and Head Injuries in Soccer. *Sports Med* [on-line]. 31(5), 369, [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-200131050-00006.

KIRKENDALL, D. T. 2013. *Fotbalový trénink: rozvoj síly, rychlosti a obratnosti na anatomických základech.* Praha: Grada, 2013. Sport extra. ISBN 978-80-247-4491-9.

KOROMHÁZOVÁ, V., LINHARTOVÁ, D. 2008. *Jak dokonale zvládnout tenis.* Praha: Grada. Jak dokonale zvládnout. ISBN 978-80-247-2316-7.

KRIŠTOFIČ, J. 2007. *Kondiční trénink: 207 cvičení s medicinbaly, expandery a aerobary.* Praha: Grada. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2197-2.

KRYZKAŁA, M. 2012. Dxa as a Tool for the Assessment of Morphological Asymmetry in Athletes. In: Abdellah El Maghraoui. *Dual Energy X-Ray Absorptiometry*. In Tech. ISBN 978-953-307-877-9.

KRYZKAŁA, M., LESZCZYŃSKI, P. 2015. Asymmetry in body composition in female hockey players. *Journal of Comparative Human Biology* [on-line]. 66(4), 379–386, [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jchb.2015.02.008.

KUJANOVÁ, M., BIGONI, L., VELEMÍNSKÁ, J., VELEMÍNSKÝ, P. 2008. Limb Bones Asymmetry and Stress in Medieval and Recent Populations of Central Europe. *International Journal of Osteoachaeology* [on-line]. 18(5), 476–491, [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: doi 10.1002/oa.958.

KUMAR, A. 2014. Electromyographical Bilateral Asymmetry of the lower limbs in Volleyball Players. *International Journal of Science and Research* [on-line]. 3(12), 245–247, [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: https://www.ijsr.net/archive/v3i12/U1VCMTQzNzg=.pdf.

KÜMMEL, J., KRAMER, A., GIBOIN, L. S., GRUBER, M. 2016. Specificity of Balance Training in Healthy Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine* [on-line]. 46(9), 1261–1271, [cit. 2018-01-27]. Dostupné z: doi 10.1007/s40279-016-0515-z.

LANDA, P. 2005. *Cyklistika: trénink a jeho plánování.* Praha: Grada. ISBN 9788024707259.

LANGEROVÁ, M., HEŘMANOVÁ, B. 2005. *Tenis a děti.* Praha: Grada. Děti a sport. ISBN 80-247-1256-3.

LEVITOVÁ, A., HOŠKOVÁ, B. 2015. *Zdravotně-kompenzační cvičení.* Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-4836-8.

LINHARTOVÁ, D. 2009. *Tenis.* Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2703-5.

LUSSIER, L., KNIGHT, J., BELL, G., LOHMAN, T., MORRIS, A. F. 1983. Body composition comparison in two elite female wheelchair athletes. *Pareplegia* [on-line]. 21, 16–22, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1038/sc.1983.3.

MAQUIRRIAIN, J., GHISI, J. P., KOKALJ, A. M. 2007. Rectus abdominis muscle strains in tennis players. *British Journal of Sports Medicine* [on-line]. 41(11), 842–848, [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: doi 10.1136/bjsm.2007.036129.

MARKOU, S., VAGENAS, G. 2006. Multivariate isokinetic asymmetry of the knee and shoulder in elite volleyball players. *Auropean Journal of Sport Science* [on-line]. 6(1), 71–80, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi doi.org/10.1080/17461390500533147.

MELLION, M. B. 1991. Common Cycling Injuries. Managment and Prevention. *Sports Medicine* [on-line]. 11(1), 52–70, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-199111010-00004.

MUCHOVÁ, M., TOMÁNKOVÁ, K. 2009. *Cvičení na balanční plošině.* Praha: Grada. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-2948-0.

NELSON, A. G., KOKKONEN, J. 2015. *Strečink na anatomických základech. Druhé, přepracované vydání.* Přeložil Daniela STACKEOVÁ. Praha: Grada Publishing. Sport extra. ISBN 978-80-247-5485-7.

NEPTUNE, R. R., KAUTZ, S. A., HULL, M. L. 1997. The effect of pedaling rate on coordination in cycling. *Journal of Biomechanics* [on-line]. 30(10), 1051–1058, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/S0021-9290(98)00182-1.

OLIVER, G. D., DI BREZZO, R. 2009. Functional balance training in collegiate women athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research* [on-line]. 23(7), 2124–2129, [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: doi 10.1519/JSC.0b013e3181b3dd9e.

PLUIM B. M., STAAL, J. B., WINDLER, G. E., JAYANTHI, N. 2006. Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *British Journal of Sports Medicine* [on-line]. 40(5), 415–423, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1136/bjsm.2005.023184.

RANNAMA, I., PORT, K., BAZANOV, B., PEDAK, K. 2015. Sprint cycling performance and asymmetry. *Journal of Human Sport and Exercise* [on-line]. 10(1), 248–258, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=301043404012.

ROGOWSKI, I., DUCHER, G., BROSSEAU, O., HAUTJER, CH. 2008. Asymmetry in Volume Between Dominant and Nondominant Upper Limbs in Young Tennis Players. *Pediatric Exercise Science* [on-line]. 20(3), 263–272, [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: doi 10.1123/pes.20.3.263.

RYCHLÍKOVÁ, E. 2002. *Funkční poruchy kloubů končetin: diagnostika a léčba.* Praha. Grada 2002. ISBN 80-247-0237-1.

RYNKIEWICZ, M., RYNKIEWICZ, T., ŽUREK, P., ZIEMANN, E., SZYMANIK, R. 2013. Asymmetry of muscle mass distribution in tennis players. *Trends in Sports Sciences* [on-line]. 1(20), 47–53, [cit. 2018-02-02]. ISSN 2299-9590.

SANCHIS-MOYSI, J., DORADO, C., IDOATE, F., GONZÁLEZ-HENRÍQUEZ, J. J., SERRANO-SANCHEZ, J. A., CALBET, J. A. L. 2016. The asymmetry of pectoralis muscles is greater in male prepubertal than in professional tennis players. *European Journal of Sport Science* [on-line]. 16(7), 780–786, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z doi 10.1080/17461391.2015.1135986.

SANCHIS-MOYSI, J., IDOATE, F., DORADO, C., ALAYÓN, S., CALBET, J. A. L. 2010. Large Asymmetric Hypertrophy of Rectus Abdominis Muscle in Professional Tennis Players. *PLOS ONE* [on-line]. 5(12), e15858. Dostupné z: doi 10.1371/journal.pone.0015858.

SANNICANDRO, I., COFANO, G., ROSA, R. A., PICCINNO, A. 2014. Balance Training Exercises Decrease Lower-Limb Strength Asymmetry in Young Tennis Players. *Journal of Sports Science & Medicine* [on-line]. 13(2), 397–402, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3990896/.

SEKERA, J., VOJTĚCHOVSKÝ, O. 2008. *Cyklistika: průvodce tréninkem.* Praha. Grada 2008. Sport extra. ISBN 978-80-247-2911-4.

SILVA, J. R. L. C., DETANICO, D., PUPO, J. D., FREITAS, C. 2015. Bilateral asymmetry of knee and ankle isokinetic torque in soccer players u20 category. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano* [online]. 17(2), 195–204, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.5007/1980-0037.2015v17n2p195.

STACKEOVÁ, D. 2012. *Cvičení na bolavá záda.* Praha. Grada. Fitness, síla, kondice. ISBN 978-80-247-4089-8.

SOLIGARD, T. 2008. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ 2008* [on-line]. 337, a2469, [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: doi 10.1136/bmj.a2469.

SUTTON, L., WALLACE, J., GOOSEY-TOLFREY, V., SCOTT, M., REILLY, T. 2009. Body Composition of Female Wheelchair Athletes. *International Journal of Sports Medicine* [on-line]. 30(4), 259–265, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1055/s-0028-1105941.

TUCKER, A. M. 1997. Common Soccer Injuries. *Sports Med* [on-line]. 23(1), 21–32, [cit. 2017-11-11]. Dostupné z: doi 10.2165/00007256-199723010-00003.
TLAPÁK, P. 2014. *Tvarování těla pro muže a ženy. 10. vydání.* Praha: ARSCI. ISBN 978-80-7420-038-0.

VALDERRABANO, V., NIGG, B. M., HINTERMANN, B., GOEPFERT, B., DICK, W., FRANK, C. B., HERZOG, W., TSCHARNER, V. 2007. Muscular lower leg asymmetry in middle-aged people. *Foot & Ankle International* [on-line]. 28(2), 242–249, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.3113/FAI.2007.0242.

VAN VALEN, L. 1962. A Study of Fluctuating Asymmetry. *Evolution* [on-line]. 16(2), 125–142, [cit. 2018-03-03]. Dostupné z: doi 10.2307/2406192.

VAŘEKOVÁ, R., VAŘEKA, I., JANURA, M., SVOBODA, Z., ELFMARK, M. 2011. Evaluation of Postural Asymmetry and Gross Joint Mobility in Elite Female Volleyball Athletes. *Journal of Human Kinerics* [on-line]. 29, 5–13, [cit. 2018-02-02]. Dostupné z: doi 10.2478/v10078-011-0034-9.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Vyd. 2., (V Tritonu 1.).* Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.

VÉLE, F. 2012. *Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyziologie: příručka pro terapeuty pracující v neurorehabilitaci.* Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-608-1.

VERMA et al. 2016. Effect of seat positions on discomfort, muscle activation, pressure distribution and pedal force during cycling. *Journal of Electromyography and Kinesiology* [on-line]. 27, 78–86, [cit. 2017-07-18]. Dostupné z: doi 10.1016/j.jelekin.2016.02.003.

WARNER, M. B., WILSON, D., HELLER, M. O., WOOD, D., WORSLEY, P., MOTTRAM, S., WEBBORN, N., VEEGER, D. J., BATT, M. 2018. Scapular kinematics in professional wheelchair tennis players. *Clinical biomechanice* [on-line]. 53, 7–13, [cit. 2018-04-02]. Dostupné z: doi 10.1016/j.clinbiomech.2018.01.022.

Seznam zkratek

CNS	centrální nervový systém
EMG	elektromyografie
LBP	low back pain
m.	musculus
mm.	musculi
VDT	vadné držení těla

Seznam obrázků

Obrázek 1 Horní zkřížený syndrom (Tlapák, 2014, s. 16) 16
Obrázek 2 Dolní zkřížený syndrom (Tlapák, 2014, s. 14) 17
Obrázek 3 Pozice cyklisty (Landa, 2005, s. 15) 20