

Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

**STAV POHYBOVÉHO APARÁTU SPORTOVCŮ
VYBRANÝCH SPORTOVNÍVH ODVĚTVÍ**

Diplomová práce

Autor: Bc. Věra Faltová

Studijní obor: Fyzioterapie

Vedoucí práce: MUDr. Malinčíková Jana, Ph.D.

Olomouc 2010

ANOTACE

Druh práce: Diplomová práce

Název práce: Stav pohybového aparátu sportovců vybraných sportovních odvětví

Název práce v AJ: State of Locomotion Apparatus in Sportsmen of Chosen Sports

Datum zadání: 2009-01-05

Datum odevzdání: 2010-05-07

Název ústavu a VŠ: Ústav fyzioterapie, FZV UP Olomouc

Autor práce: Bc. Věra Faltová

Vedoucí práce: MUDr. Jana Malinčíková, Ph.D.

Oponent práce: Mgr. Radek Mlíka, Ph.D.

Abstrakt v ČJ:

Úkolem této diplomové práce bylo porovnat sportovce s asymetrickou zátěží. Jednalo se o srovnání svalové aktivity u fotbalistů a rychlobruslařů. K testování rozdílů bylo použito měření pomocí povrchového EMG v synchronizaci s posturografem (modul Smart Equitest System).

Abstrakt v AJ: The goal of this thesis is to compare sportsmen with asymmetric stress. It deals with the comparison of muscular activity in football players and in-line speed skaters. To test the differences measurement by means of surface EMG synchronized with a posturograph (module Smart Equitest System) was used.

Klíčová slova v ČJ: Asymetrická zátěž, in-line rychlobruslení, fotbal

Klíčová slova v AJ: Asymmetric stress, in-line skating, football

Místo zpracování: Ústav fyzioterapie, FZV UP Olomouc

Rozsah: 93 s.

Prohlašuji, že jsem závěrečnou diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací, pod odborným vedením MUDr. Jany Malinčkové, Ph.D.

V Olomouci dne 7. května 2010

.....

Děkuji tímto vedoucí práce MUDr. Janě Malinčíkové, Ph.D. za cenné rady, připomínky a trpělivost při vedení diplomové práce. Zároveň děkuji paní Mgr. Janě Zapletalové, Dr. za statistické zpracování naměřených dat a všem, kteří se podíleli na mé diplomové práci svojí shovívavostí, trpělivostí nebo cennými radami.

OBSAH

ANOTACE	2
ÚVOD.....	7
1 PŘEHLED POZNATKŮ	8
1.1 POHYBOVÝ APARÁT U SPORTOVČŮ.....	8
1.1.1 REAKCE A ADAPTACE NA SPORTOVNÍ VÝKON.....	8
1.1.2 ZÁKLADNÍ PROJEVY ADAPTACE POHYBOVÉ SOUSTAVY.....	9
1.1.3 DÉLKA ADAPTAČNÍCH PROCESŮ.....	9
1.1.4 POSTURÁLNÍ FUNKCE.....	9
1.1.5 POSTURÁLNÍ REGULACE V DŮSLEDKU SPORTOVNÍHO TRÉNINKU.....	11
1.1.6 SVALOVÁ SÍLA.....	11
1.1.7 RYCHLOSTNÍ SCHOPNOSTI.....	11
1.1.8 REAKČNÍ RYCHLOST.....	12
1.1.9 KONDIČNÍ PŘÍPRAVA.....	12
1.1.10 LATERALITA.....	13
1.2 FYZIOLOGIE POHYBOVÉHO APARÁTU A TĚLESNÉ ZÁTĚŽE.....	15
1.2.1 NEUROHUMORÁLNÍ REGULACE PŘI TĚLESNÉ ZÁTĚŽI.....	15
1.2.2 TRANSPORTNÍ SYSTÉM A SVALOVÁ PRÁCE.....	18
1.2.3 ZMĚNY POHYBOVÉHO APARÁTU V DŮSLEDKU SPORTOVNÍHO TRÉNINKU.....	20
1.2.4 METABOLISMUS A ENERGETIKA SVALOVÉ ČINNOSTI.....	22
1.2.5 ROZDĚLENÍ SVALŮ PODLE JEJICH FUNKCE.....	25
1.3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SPORTŮ.....	29
1.3.1 FOTBAL.....	29
1.3.2 IN-LINE RYCHLOBRUSLENÍ.....	32
1.3.3 ZÁKLADNÍ POHYBOVÉ STEREOTYPY U FOTBALISTŮ A IN-LINE RYCHLOBRUSLAŘŮ.....	35
2 CÍLE A HYPOTÉZY	38
2.1 HLAVNÍ CÍL.....	38
2.2 DÍLČÍ CÍLE.....	38
Cíl 1.....	38
Cíl 2.....	38
Cíl 3.....	38
Cíl 4.....	38
2.3 STANOVENÍ NULOVÝCH HYPOTÉZ.....	38
2.3.1 Hypotézy k cíli 1:.....	38
2.3.2 Hypotézy k cíli 2:.....	39
2.3.3 Hypotézy k cíli 3:.....	39
2.3.4 Hypotézy k cíli 4:.....	39
3 METODIKA.....	41
3.1 CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÉHO SOUBORU.....	41
3.2 KINEZILOGICKÝ ROZBOR.....	41
3.3 VLASTNÍ PŘÍSTROJOVÉ MĚŘENÍ.....	42
3.4. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	43

4 VÝSLEDKY	44
4.1 CÍL 1	44
4.1.1 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H01	44
4.1.2 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H02	47
4.1.3 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H03	49
4.2 CÍL 2	51
4.2.1 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H01	51
4.2.2 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H02	53
4.2.3 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H03	55
4.3 CÍL 3	57
4.3.1 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H01	57
4.3.2 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H02	59
4.3.3 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H03	61
4.3.4 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H04	63
4.4 CÍL 4	65
4.4.1 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H01	65
4.4.2 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H02	67
4.4.3 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H03	69
4.4.4 OVĚŘENÍ HYPOTÉZY H04	71
4.5 KINEZILOGICKÝ ROZBOR	73
5 DISKUZE	74
ZÁVĚR	82
LITERATURA A PRAMENY	83
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	88
SEZNAM OBRÁZKŮ	90
SEZNAM TABULEK.....	91
SEZNAM GRAFŮ	93

ÚVOD

Trendem společnosti dnešní velmi hektické doby je sedavý způsob života. Jak je obecně známo tento styl života, snížená mobilita a nedostatek pohybu nepřináší příliš výhod, ba naopak sebou pro člověka nese spoustu nevýhod ve smyslu poruch nejen pohybového aparátu, ale i kardiovaskulárního a respiračního systému a v neposlední řadě i psychiky.

Část populace si je tohoto nebezpečí vědoma, proto se snaží do svého denního režimu zařadit sport jakožto kompenzaci nedostatku pohybové aktivity. Ne každý vybraný typ sportu je adekvátní kompenzací snížené pohybové aktivity a nemusí pak přinést požadovanou úlevu, relax, fyzickou či psychickou rovnováhu.

Pro svoji diplomovou práci jsem si proto zvolila porovnání svalové činnosti u sportovců ze dvou různých velmi oblíbených odvětví - in-line rychlobruslení a fotbal. U obou těchto sportů dochází k nerovnoměrnému zatěžování především dolních končetin a trupu. Jak je obecně známo, pro organismus je asymetrické zatěžování až přetěžování nevýhodné a jelikož jak fotbal, tak in-line bruslení nabývají v posledních letech na své popularitě, zajímalo mne, který z těchto dvou sportů je pro organismus (respektive pohybový aparát) „výhodnější“.

Fotbal je velmi oblíbeným a historicky starším kolektivním sportem, proto jsou i relativně dobře známa jeho kineziologická a biomechanická hlediska. In-line bruslení se v poslední době stává stále populárnější, nejen na rekreační, ale také na výkonnostní úrovni v podobě in-line rychlobruslení. Navzdory rostoucí popularitě tohoto sportu je biomechanická podstata techniky bruslení nepříliš probádána. Zatímco vzorce svalové koordinace u ledního bruslení byly studovány již mnohokrát, pohybové strategie svalů dolní končetiny u in-line bruslení jsou doposud téměř neznámé.

1 PŘEHLED POZNATKŮ

1.1 POHYBOVÝ APARÁT U SPORTOVců

1.1.1 Reakce a adaptace na sportovní výkon

Reakce je definována jako bezprostřední odpověď na zevní podnět, který je stejný u všech organismů stejného druhu, přičemž se jedná o geneticky zakotvenou reakci na různých úrovních (Máček, 1988).

Adaptace je přizpůsobení se organismu podmínkám určitého měnícího se prostředí. Vlivem zatížení dochází k mobilizaci různých funkcí organismu, kterou se organismus snaží zajistit novou rovnováhu, odpovídající příslušné situaci (adaptace na sportovní výkon: zatěžování, únava, odpočinek) (Placheta a kol, 2001).

Opakují-li se zátěžové situace a jsou-li organismem zvládnuty, reakce organismu se při působení podnětu postupně zmenšuje. Aby došlo k adaptačním změnám, musí se příslušné podněty opakovat dostatečně často a dlouho. Podněty musí být přiměřené a dostatečně silné, aby vyvolaly efekt-mobilizační vzestup funkčních mechanismů, a současně nesmí překročit funkční hranice somatických, vegetativních i psychických systémů (Placheta a kol, 2001).

Existuje i opačný proces (desadaptace), tj. jestliže se podněty neopakují dostatečně často a v potřebné míře, dosažené změny mizí a nastává návrat na výchozí úroveň (Placheta a kol, 2001).

Maladaptace je neschopnost organismu adaptace i po opakovaných podnětech nebo schopnost adaptovat se na nesprávné podněty s negativním dopadem na organismus (Placheta a kol, 2001).

1.1.2 Základní projevy adaptace pohybové soustavy

Do adaptace pohybové soustavy můžeme zařadit kosti, vazivovou tkáň a svaly. Na pravidelné tlakově-tahové zatížení může kost reagovat změnou složení a struktury (zvýšení obsahu minerálních látek, zpevnění kostí). Opakované a dlouhotrvající mechanické působení s malou intenzitou může vézt k poškození kostní tkáně a pak hrozí vznik únavové zlomeniny. Adaptace vazivové tkáně se projeví zesílením kolagenních vláken a zmnožením základní hmoty (zvýšení celkové pevnosti vazů a šlach). Pro svaly je typická hypertrofie svalových vláken, zlepšení nervosvalových regulačních procesů, zvýšení absolutní síly svalu a zlepšení koordinace synergistů a antagonistů (www.fsps.muni.cz).

1.1.3 Délka adaptačních procesů

Neumann (2005) rozděluje adaptační procesy na čtyři etapy. První etapa nastává po 7-10 dnech tréninku a představuje řízení pohybové činnosti korekce pohybů. Druhá etapa se uplatňuje zejména v cyklických sportech, po 10-20 dnech tréninku dochází ke zvýšení energetických zásob. Ve třetí etapě se po 20-30 dnech optimalizuje řízení dílčích struktur pohybové činnosti a ve čtvrté etapě se po 30-40 dnech synchronně zdokonaluje koordinace všech zúčastněných prvků .

1.1.4 Posturální funkce

Pod pojmem postura nacházíme širokou škálu různých definic, lišících se podle názorů jednotlivých autorů. Véle (2006) vysvětluje tento pojem jako klidovou polohu těla, která se vyznačuje určitou konfigurací jednotlivých pohybových segmentů. Kolář (2009) pak posturu popisuje jako aktivní držení jednotlivých pohybových segmentů těla proti působení zevních sil, především pak síly tíhové, přičemž ji nechápe jako polohu ve vzpřímeném stoji nebo sedu, ale jako součást jakékoliv polohy a jakéhokoliv pohybu. Už Magnus (1916) řekl, že postura provází pohyb jako stín, tzn. že je základní podmínkou pohybu.

V souvislosti s posturou Véle (2006) uvádí ještě termín atituda. Atitudou pak chápe jako účelově orientovanou polohu, která vzejde ze změny klidové polohy

v polohu pohotovostní (tzv. stand by). Z atitudy pak vychází vlastní pohyb směřující k pohybovému cíli.

Posturální stabilizace je neustálé, kontinuální zaujímání stálé polohy těla tak, aby nedošlo k nezamýšlenému pádu. Ve statické poloze, kdy tělo jako celek nemění svoji polohu v prostoru, se objevuje i složka „dynamická“ (Kolář, 2009). Kontinuální zaujímání stálé polohy těla zajišťuje působení vnitřních sil, díky nimž se tělo i v klidu neustále spontánně vychyluje – tzv. „postural sasy“ (kromě působení vnitřních sil na stálou polohu těla působí také vnitřní vlivy, mezi které patří např. respirační a kardiální činnost). Díky tomuto fenoménu je lidské tělo považováno za přirozeně nestabilní systém.

(Kolář, 2009) pak dále popisuje termíny : posturální stabilizace a posturální reaktibilita.

Posturální stabilita je svalová aktivita zpevňující pohybové segmenty těla proti působení vnějších sil (především síle gravitační), bez které by se naše kostra zhroutila. Zpevnění segmentů umožňuje vzpřímené držení těla a pohyb těla jako celku.

Kontrakční síla je generována při každém pohybu segmentu těla, který vyžaduje silové působení. Tato síla je v pákovém systému lidského těla převedena na momenty sil a vyvolává tak reakční svalové síly v celém organismu. Tato reakční stabilizační funkce se nazývá posturální reaktibilita. Výsledkem této reakce je zpevnění jednotlivých kloubů tak, aby bylo získáno co nejstabilnější punctum fixum (pozn. punctum fixum- úponová část svalu, která je zpevněna; punctum mobile – úponová část svalu, která provádí pohyb v kloubu).

Véle (2006) shrnuje posturální funkce termínem posturální motorika. Posturální motorika podle něj udržuje nastavenou polohu segmentů neustálým balancováním zaujmuté polohy, kterým se zajišťuje připravenost k rychlému přechodu z klidu do pohybu a naopak. Nesoulad mezi pohybem a posturální motorikou vzniklý nevhodným nastavením výchozí pozice při vadném držení těla u méně zkušeného sportovce vede k zhoršení sportovního výkonu, v horším případě k funkční poruše motoriky, přetížení (mirkotraumat), případně až k traumatu, zranění apod.

Véle (2006) dále říká, že názor, že lze předcházet takovýmto poruchám pouze posilovacími cviky svalů, je nesprávný. Mnohem důležitější je v tomto případě schopnost rychle a koordinovaně reagovat na aktuální stav prostředí nebo jeho změnu. Porucha spojená s mikrotraumatem často vzniká právě poměrně často aplikováním náhlé nadměrné svalové síly při poruše svalové koordinace.

1.1.5 Posturální regulace v důsledku sportovního tréninku

Opakování specifických momentů u sportovního tréninku vylepšuje posturální regulaci. Přesto specifické modalities posturální regulace vytvořené sportovním tréninkem nejsou vždy přenosné do vzpřímeného postoje (Asseman, 2004). Ovšem, Paillard (2002) nezjistil žádnou signifikantní/významnou změnu mezi posturálním výkonem dvou skupin judistů na rozdílné úrovni, když testoval subjekty s klasickým bipedálním stojem. Tento autor tedy ukázal, že judisti na nejvyšší úrovni jsou více závislí na vizuální informaci ke kontrole postury. Zkušení sportovci používají převážně zaručeně sensorické informace k regulaci jejich postoje v závislosti na požadavcích jejich disciplíny (Perrin, 1998, Vuillerme, 2001). Například, somatosenzorické náznaky jsou více informativní než náznaky otolitické pro percepci těla u zkušených gymnastů (Bringoux, 2000), zatímco zrak je silně zapojen při regulaci postoje u zkušených tanečnicků (Golomer, 1999). Odtud, vztah mezi zrakem a kvalifikační úrovní posturální kontroly ukazuje závislost na sportovním výkonu/tréninku. Dokonce, když byly sledovány role vizuálních náznaků na posturální kontrolu baletek a gymnastů, několik studií bylo vedeno hráči týmových sportů. Je známo, že experti na týmové sporty vykazují vylepšené percepční schopnosti díky využití zrakových informací. Ovšem ve sportech, jako je fotbal, musí hráči nevyhnutelně vylepšit motorické dovednosti ke kontrole jejich postury během hry, zatímco využívají vizuální informace ke spolupráci s ostatními členy týmu nebo k tomu, aby mohli čelit protihráči (Paillard, Noé, 2006).

1.1.6 Svalová síla

Důležitým předpokladem je rozvoj síly, jehož základem jsou cvičení, jejichž stimulační efekt je založen na velikosti odporu, rychlosti pohybu, délce trvání a počtu opakování .

1.1.7 Rychlostní schopnosti

Rychlost je velmi obtížně trénovatelná, předpokládá se určitá genetická podmíněnost. Příznivé podmínky pro rozvoj rychlostních schopností se vyskytují už v dětském věku, kdy ve 12-13 letech se formuje nervový základ rychlostních projevů,

tedy především pohyblivost, labilita a rychlost nervových procesů. Po 14. a 15. roce se přirozená dispozice zvyšování "čisté" rychlosti (především frekvence pohybů) poněkud snižuje. Maxima rozvoje rychlostních schopností se dosahuje většinou v 18-21 letech. K rozvoji rychlostních schopností lze využít rychlostní pohybové hry, starty z různých poloh, stupňované běhy a rychlostní cvičení s doplňkovým odporem (cvičení se zátěží, běh do svahu a proti větru, tažení břemene apod.), střídání cvičení s odporem a bez odporu. Využíváme také cvičení za zlehčených podmínek (běh, jízda po nakloněné rovině 2-3%, po větru, cvičení s nižší hmotností apod.) (Havlíčková, 1999).

1.1.8 Reakční rychlost

Reakční rychlostí se rozumí schopnost reagovat pohybem na určitý podnět. Vyjadřuje se dobou reakce mezi počátkem působení podnětu a zahájením pohybu, podle této doby se schopnost hodnotí. Základní stimulací jsou signály a podněty (signál optický, akustický a taktilní). Příklady reakční rychlosti: na taktilní podnět (0,14-0,16 s), na akustický podnět (0,15-0,16 s), u sportovců 0,07- 0,10 s a na optický podnět (0,19-0,21s) – zejména u kolektivních sportů (Havlíčková, 1999).

1.1.9 Kondiční příprava

Kondiční příprava je základní složkou sportovního tréninku. Můžeme ji rozdělit na obecnou a speciální. Obecná kondiční příprava se zaměřuje na rozvoj funkčních možností organismu na základě všestranného pohybového rozvoje. Speciální kondiční příprava je zaměřena na maximální rozvoj dovedností specifických pro daný sport.

Kondiční přípravu lze dále rozdělit na intenzivní a průběžnou kondiční přípravu a rekondiční blok. Intenzivní kondiční příprava se uplatňuje zpravidla na počátku přípravného období a je jednoznačně orientovaná na zvýšení kondice sportovce. Minimální doba 4-6 týdnů je podmíněna průběhem adaptačních mechanismů. Postupně se zvyšuje frekvence, intenzita, koordinační složitost i psychická náročnost. Tato forma přípravy tvoří v daném období téměř 100 % celkového tréninkového času. Průběžná kondiční příprava má uplatnění v soutěžním nebo přechodném období. Jejím úkolem je udržet dosaženou úroveň kondice. Věnuje se jí 20-30 % tréninkového času s menší frekvencí i intenzitou tréninkového zatížení. Rekondiční blok se uplatňuje zejména při delší přestávce v soutěžním období, kterou je možné a nutné využít na obnovu kondice.

Dbáme na odstranění nedostatků, které se v průběhu soutěžního období projeví. Zmíněnému bloku je věnováno přibližně 30-50 % tréninkového času (Křištofič, 2007).

1.1.10 Lateralita

V souvislosti s lateralitou se setkáváme s dvěma různými pojmy:

- laterální dominance – je rozdíl a převaha ve výkonnosti jednoho z párových orgánů
- laterální preference - je pojem, jenž udává kde - na které straně těla se nachází orgán či končetina, které dáváme přednost

Určujeme lateralitu horních a dolních končetin, lateralita se však týká také dalších orgánů, jako jsou například oči a uši. Lateralita se vyznačuje tím, že nelze všechny přesně rozdělit na praváky a leváky. Část lidí má zcela nevyhraněnou lateralitu (Drnková, Syllabová, 1983). V mnoha studiích však bylo zjištěno, že preference končetin a dalších párových orgánů nemusí být při různých aktivitách stranově shodná. Např. při skoku do dálky preferovala polovina praváků levou dolní končetinu a polovina leváků pravou dolní končetinu. (Tichý, Běláček, 2008)

Dolní končetiny jsou řízeny podobně jako horní končetiny a oči z protilehlých center v mozku. Tvarová nesouměrnost dolních končetin je patrná již v zárodečném stavu. Jedna je silnější a zdatnější a proto byla dříve označována za dominantní (Drnková, Syllabová, 1983).

U dolních končetin je tendence k dextrií či sinistri mnohem méně patrná. Důvodem je horší kvalita jemné motoriky dolních končetin. U dolních končetin lateralita přibližně v pětadvaceti procentech nesouvisí s lateralitou dolních končetin. V tomto případě mluvíme o zkřížené lateralitě. (Švajgl, 2000)

Vareka (2001) se zaměřil na úlohu dolních končetin při změně postury, přičemž zdůrazňuje, že postura je podmínkou a zároveň součástí všech motorických aktivit a při její konkrétní atitudě hraje důležitou roli právě dolní končetina, která zajišťuje stabilní stoj a tím umožňuje zrealizovat plánovaný pohyb. Konstatoval však, že lepší posturu je schopná zajistit nedominantní dolní končetina.

Znalost laterality je ve sportu důležitá proto, že dominantní strana má kvalitnější motorické dráhy. Proto veškeré nové cviky, kdy nepracují obě končetiny současně, je mnohem výhodnější nacvičovat na dominantní končetině, čímž se rychleji a zejména

kvalitněji vytváří paměťové stopy (engramy). Jejich rychlé vytvoření má zásadní význam pro kvalitní provedení cviku. Sojáková (2003) uvádí v závěru své studie zaměřené na laterální a její vliv na posturální terapii u mladých sportovců, že stoj na dominantní dolní končetině byl labilnější než na končetině nedominantní (většinou odrazová dolní končetina), kde byla naměřena větší svalová aktivita a stoj byl mnohem stabilnější.

Laterální dolních končetin si můžeme ozřejmit několika testy:

- Testovaného necháme vyskočit a ve výskoku otočit čelem vzad. Testovaný se otáčí za dominantní končetinou (dominantní končetina opisuje menší oblouk).
- Testovaného necháme vyťukat rytmus do podlahy. Proveďte to dominantní končetinou.
- Testovaného necháme kopnout přesně do určitého bodu. Proveďte to dominantní končetinou.
- Testovaného necháme vsedě přehodit nohu přes nohu. Dominantní je nahoře. (Švajgl, 2000)

1.2 FYZIOLOGIE POHYBOVÉHO APARÁTU A TĚLESNÉ ZÁTĚŽE

1.2.1 Neurohumorální regulace při tělesné zátěži

Vegetativní nervový systém

Vegetativní systém, ač patří do systému autonomního, podléhá vlivům centrálního nervového systému (CNS), který svými regulačními a integračními vlivy upravuje vzájemný poměr mezi sympatikem a parasympatikem.

Při jednorázové tělesné zátěži se zvyšuje tonus sympatiku, který se projevuje nejčastěji zvýšením činnosti dýchacího systému a krevního oběhu, čímž jsou zabezpečeny optimální podmínky pro pracující svalstvo. Ve fázi tělesného klidu převládají vlivy parasympatického nervového systému, který naopak inhibuje činnost jak dýchacího, tak oběhového systému a podporuje trávicí procesy, zabezpečuje tím pak obnovu energie a sil.

Dlouhodobý trénink ovlivňuje činnost vegetativního nervového systému ve smyslu parasympatikotonie. (Hájková, 1988)

Endokrinní systém

Během tělesné zátěže jsou zvyšovány funkční systémy organismu, které jsou charakteristické rychlým šířením nervových impulzů. Velmi důležitou roli při tom má i endokrinní regulace, která je stabilnější, tím pádem také pomalejší. Změny endokrinní sekrece jsou závislé na intenzitě a trvání zátěže a na adaptaci jedince. U netrénovaného jedince může zpočátku nastat velmi výrazná reakce, postupným tréninkem se však tato reakce postupně zmenšuje.

V první fázi (1-2 s.) se vlivem sympatiku vyplaví katecholaminy (adrenalin, noradrenalin). Noradrenalin má hlavně alfaadrenergní účinky, což znamená, že obvykle způsobí vazokonstrikci, zvýší krevní tlak, tím připraví krevní oběh na změny organismu. Noradrenalin je výrazně zvyšován při emočních procesech, tudíž i emocemi při sportu je jeho produkce zvyšována. Adrenalin má pak hlavně betaadrenergní účinky. Svým působením na organismus vyvolá stimulaci glykogenolýzy a lipolýzy, čímž umožňuje svalový výkon.

V druhé fázi zátěže je zvyšován především antidiuretický hormon (ADH), který zvyšuje propustnost sběracího kanálku a distálního tubulu v ledvinách pro vodu,

zvyšuje její zpětnou resorpci, čímž snižuje diurézu a dále stimuluje činnost sodno-draselné pumpy.

Pokud jsou uvedené neurohumorální reakce krátkodobé, zásoby glukózy se velmi rychle vyčerpají, proto musí nastoupit další reakce, aby zabezpečily metabolismus organismu na delší čas.

Přes hypotalamo-hypofyzární osu je aktivována produkce glandotropních hormonů (ACTH, TSH, STH). Adrenokortikotropní hormon (ACTH) vyvolává v kůře nadledvin sekreci glukokortikoidů a mineralokortikoidů. Glukokortikoidy (kortizol a kortikosteron) působí na metabolismus glycidů a bílkovin. Mineralokortikoidy (aldosteron) regulují hospodaření organismu se solemi. U netrénovaných jedinců je produkce kortikoidů větší než u trénovaných (při stejné tělesné zátěži).

Štítná žláza produkuje dva hormony T3-trijodtyronin a T4-tyroxin, jejichž sekreci řídí hormon hypofýzy TSH. Hormony štítné žlázy zvyšují bazální metabolismus, tím zvyšují spotřebu kyslíku a vznik zbytkového tepla ve tkáních, stimulují proteosyntézu, růst, metabolismus cukrů, zvyšují mobilizaci a oxidaci tuků (další zdroj energie), zvyšují srdeční frekvenci a ovlivňují rychlost vedení vzruchu.

Během fyzické zátěže se také zvyšuje sekrece glukagonu, který zvyšuje glukoneogenezi a také glykémii zvýšením glykogenolýzy v játrech, naopak se snižuje sekrece inzulínu, jehož hlavní funkcí za normálních podmínek je snižování glykémie a zvyšování utilizace glukózy.

Pohlavní hormony mají anabolický účinek (především testosteron), jejich vlivem je zvyšována syntéza bílkovin ve svalech. Zvyšování pohlavních hormonů je zjišťováno až ve fázi zotavování se ze svalové práce. (Hájková, 1988)

Centrální nervový systém

Centrální nervový systém (CNS) integruje, koordinuje a analyzuje somatické a vegetativní funkce, řídí činnost kosterního svalstva a veškeré druhy lokomočních pohybů.

Neúmyslné, mimovolní pohyby zabezpečuje opěrná motorika, která slouží ke kontrole vzpřímeného postoje, rovnováhy těla a polohy těla a hlavy v prostoru. Opěrná motorika je zajišťována řadou reflexních pohybů (např. posturální, vzpřimovací, statokinetické reflexy). Tyto reflexy jsou vrozené a mají charakter nepodmíněných reflexů. V opěrné motorice mají koordinační úlohu nejvíce motorická centra mozku

kmene, kam přichází aferentní vlákna z periferních receptorů, proprioceptorů a z mozečku. Mozeček optimalizuje průběh polohových reflexů. V průběhu života se na základě vrozených pohybových reakcí utvářejí nové formy pohybů.

Úmyslné, volní pohyby zabezpečuje motorický systém pohybu, který zahrnuje činnost míchy, mozku kmene bazálních ganglií a thalamu. Dominantní postavení má senzomotorická oblast mozku kůry, která koordinuje a integruje činnost spinální a supraspinální části motorického systému. Výsledkem je pak úmyslný - cílený pohyb - transformace myšlenky a představy na pohybovou aktivitu. Podmínkou pro vykonání cíleného pohybu je zaujetí určitého postoje, z čehož plyne, že řízení úmyslných a neúmyslných pohybů spolu úzce souvisí. Úmyslné pohyby jsou účelové reakce, kterým se člověk v průběhu života učí, a které umožňují lepší adaptaci organismu na měnící se vnější podmínky. (Hájková, 1988)

Volní pohybová aktivita je pokládána za řetěz naučených podmíněných reflexů, které vznikají ve spolupráci kortexu (asociační oblasti mozku kůry, kortikální motorická oblast – tzv. homunculus) se subkortikálními řídicími centry (formatio reticularis, limbický systém, bazální ganglia). (Véle, 2006)

Motorické učení je proces zlepšování pohybových dovedností a přesnosti pohybů, jedná se při tom o déletrvající změnu v pohybovém chování. Proces motorického učení je obecně dělen do čtyř základních fází:

- 1. *Fáze generalizace* - úroveň dovednosti: nízká; mentální aktivita: vysoká, proces v CNS: iradiace
- 2. *Fáze diferenciacce*- úroveň dovednosti: střední; nízká; mentální aktivita: střední; proces v CNS: koncentrace
- 3. *Fáze automatizace* - úroveň dovednosti: vysoká; nízká; mentální aktivita: nízká; proces v CNS: stabilizace
- 4. *Fáze tvořivé koordinace* - úroveň dovednosti: mistrovství; nízká; mentální aktivita: vysoká; proces v CNS: tvořivá asociace

1.2.2 Transportní systém a svalová práce

Transportní systém je tvořen komplexem orgánových systémů a jejich vzájemně na sebe navazujících dějů, které zajišťují přísun kyslíku a energetických zdrojů do pracujících svalů a odsun CO_2 a jiných zplodin metabolismu. Hlavními složkami transportního systému je dýchací a kardiovaskulární systém. (Placheta a kol., 2001)

Dýchací systém

Příjem kyslíku do organismu je vyjádřen těmito parametry:

$$V_{\text{O}_2} = V_E \cdot (F_{\text{IO}_2} - F_{\text{EO}_2}) = V_T \cdot F_B (F_{\text{IO}_2} - F_{\text{EO}_2}) ,$$

kde V_E je *minutová ventilace*, která se zvyšuje při lehké a středně těžké práci lineárně se vzrůstající zátěžovou intenzitou, při velké námaze ale narůstá velmi rychle-nelineárně, což zajišťuje ventilační kompenzaci metabolické acidózy při těžké práci. Hranice mezi lineární a nelineární částí vztahu je zhruba na úrovni 60-70% V_{O_2} max.

F_B je *dechová frekvence*, která se podílí na zvýšení ventilace při svalové práci svým urychlením.

V_T je *dechový objem*, který se taktéž podílí na zvýšení ventilace a to svým prohloubením. Velikost dechového objemu v klidu je 10-15% vitální kapacity, nicméně ani při nejtěžší práci nepřesáhne 50-60% vitální kapacity.

$F_{\text{IO}_2} - F_{\text{EO}_2}$ značí *využití atmosférického vzduchu*. I tato veličina se při stoupající zátěži mění, a to v průměru tak, že při lehké až středně těžké práci se využití kyslíku v plicích zřetelně zvyšuje, ovšem při velmi těžké práci (přibližně nad 66% V_{O_2} max) se naopak snižuje pod klidovou úroveň, proto je zde nutná ventilační kompenzace metabolické acidózy.

Mnoho studií zabývajících se dechovou mechanikou a prací ukázalo, že každému objemu minutové ventilace odpovídá určitá optimální dechová frekvence, při níž je dechová práce (tj. práce dýchacího svalstva) nejmenší, tedy z energetického hlediska nejekonomičtější. Při tělesné práci je však tento fenomén často potlačován, jelikož na

dechovou frekvenci má značný vliv sám pracovní rytmus a pohybová frekvence (ať už práce konaná horními nebo dolními končetinami, apod.).

Spojovacím můstkem mezi dýchacím a oběhovým ústrojím je difúze plynů přes alveolokapilární membránu. Obecně platí, že výměna plynů se při tělesné zátěži výrazně zlepšuje. Zvyšuje se plicní perfuze a alveolární ventilace, přičemž v obou těchto složkách dochází k rovnoměrnější distribuci v plicních oblastech, zvyšuje se také počet otevřených plicních kapilár, tím i velikost difúzní plochy a zlepšení vazební schopnosti hemoglobinu pro kyslík, nicméně dochází k snižování trvání průchodu erytrocytu plicní kapilárou v důsledku zvýšené rychlosti perfuze.

Účinnost plicní difúze popisuje tzv. *difúzní kapacita plic (D_{LO})*, která se výrazně zvyšuje při stoupající tělesné zátěži, přibližně až na trojnásobek klidové hodnoty.. Na tomto ději se podílí především stoupající počet otevřených plicních kapilár a zlepšení perfuzních poměrů zvláště horních plicních partiích. (Vávra, 1988)

Kardiovaskulární systém

Kapacita transportního systému je udávána hodnotou maximálního příjmu kyslíku, stanovenou z minutového srdečního výdeje a arteriovenózního rozdílu :

$$V_{O_2 \max} = (SF \cdot Q_S)_{\max} \cdot (a - v) O_2 \max \cdot 10^{-2}$$

Rozhodující veličinou pro úroveň kapacity transportního systému je *minutový srdeční výdej (Q)*, který je limitován předtížením (preload), dotížením (afterload), kontraktilitou, souhrou kontrakcí komor a jejich distenzibilitou, dále pak i metabolismem srdečního svalu a perfuzí. Zvýšení minutového srdečního objemu je závislé na zvýšení (Q_S) - *systolického objemu* (ejekční frakce se u zdravých může zvýšit až na 85%) a *srdeční frekvence (SF)* . *Systolická krevní tlak (TK)* stoupá, diastolický se pak většinou drží na velmi podobné úrovni nebo lehce kolísá. V periferní složce oběhového ústrojí dochází k diferencovanému snížení odporu a k redistribuci krve ve prospěch pracujících svalů. V ledvinách a útrobní oblasti vzniká vazokonstrikce, v myokardu a mozku zůstává průtok krve dostatečný. (Placheta a kol., 2001)

Fyziologická reakce a adaptace oběhového systému se dělí do několika časových fází:

- V počátečních fázích tréninku se sníží srdeční frekvence při stejné zátěžové úrovni díky vyšší arteriovenózní diferenci v důsledku zlepšené svalové mikrocirkulace a lepšímu využití kyslíku ve svalovém vlákně.
- Po delším tréninku se zvyšuje systolický srdeční objem. Tento nárůst je dán zvětšením ejekční frakce, tedy menším zbytkovým objemem na konci systolické fáze. Na tom se podílí zvýšená kontraktilita myokardu jako jeho adaptační projev na zvýšené nároky.
- Dlouhodobá intenzivní zátěž, zvláště byla-li zahájena už v mladém věku, vyvolává i morfologickou přestavbu srdce. Ta se projeví fyziologickou hypertrofií srdce, zvětšováním objemů všech srdečních dutin, ale s malým ztluštěním srdeční stěny. (Vávra, 1988)

1.2.3 Změny pohybového aparátu v důsledku sportovního tréninku

Vlivem tréninku se mění jak aktivní, tak pasivní složka pohybové soustavy. Souběžně se vznikem a upevňováním nových forem pohybové činnosti, tj. pohybových návyků, se zdokonaluje koordinace činnosti hybných jednotek téhož svalu a koordinace funkce různých svalových skupin (Sobolová, Zelenka, 1973).

Kosterní sval

Vzestup dráždivosti svalové tkáně se projevuje nejen poklesem chronaxie a reobáze, ale také sblížením chronaxie svalů účastnících se téhož pohybu. Zvětšuje se rovněž styčná plocha mezi nervovým vláknem a svalem v nervosvalové ploténce.

Opakované zatěžování svalových skupin jedné končetiny zvyšuje schopnost kontrakce a relaxace nejen přímo trénovaných svalů, ale současně i vzdálenější svalové skupiny stejnostranné končetiny, a dokonce i svaly druhostranné končetiny.

V trénovaném svalu je větší počet krevních vlásečnic (98 na 100 svalových vláken) ve srovnání se svalem netrénovaným (46 na 100 vláken). Podle povahy pohybové činnosti se mění uspořádání krevních cév ve svalu. U svalů zatěžovaných převážně statickou prací je hustá síť tepen a tepének a vlásečnice jsou místy rozšířeny v jakési nádrže krve pro období dlouhotrvající svalové práce, v jejímž průběhu je zhoršeno zásobení svalu krví. (Seliger, V.; Vinařický, Trefný, 1980)

Bohatší prokrvení trénovaného svalu, převaha procesů obnovujících jejich energetický potenciál, vyšší výchozí obsah energetických rezerv a zvýšená syntéza bílkovin vytvářejí podmínky pro funkční zbytnění neboli hypertrofii svalů. Objem a průřez trénovaného svalu jsou vyšší než svalů netrénovaného, což umožňuje i růst svalové síly. Maximální svalová síla na jeden centimetr průřezu svalu se však nemění.

Projevem uvedených změn je, že trénovaný sval reaguje na podněty rychleji, lépe se smršťuje a ochabuje, je schopen vyvíjet vysokou až maximální sílu. Je také výkonnější, je schopen pracovat delší dobu a rychleji se z práce zotavovat.

Schopnost svalu adaptovat se k opakující pohybové činnosti a rovněž projevy trénovanosti jsou odlišné u různých svalů podle jejich předchozí funkční specializace, tj. zda slouží rychlé nebo pomalé kontrakci. Jsou odlišné také u různých osob v závislosti na věku, pohlaví a dalších činitelích. Nejúčinnějším podnětem pro růst svalové síly je opakovaná zátěž odpovídající až 75 % maximální síly.

Kost

I když kosti řadíme do pasivní složky hybného systému, na konání pohybu se podílí velmi významně. Svůj podíl pak má především v udržování tvaru těla, spojení částí v celek a udržení stability i polohy, samotný pohyb spoluvykonává a napomáhá mu.

Adekvátní pohyb vyvolá hypertrofii jednotlivých částí kosti a podílí se i na procesu růstu v epifyzárních štěrbinách kosti. Jednostranný, nepřiměřený pohyb může zapříčinit jednostrannou hypertrofii, asymetrický rozvoj kostní tkáně a funkční přestavbu kosti. Jednotlivé části kosti pak reagují na zevní podněty odlišně. Neadekvátní zátěž se projeví na epifyzární zóně. K správné funkci osteoblastů je zapotřebí kromě vnitřních podmínek také mechanickou stimulaci správně směřovaným a dávkovaným zatížením. Pokud jsou tyto podmínky nedostatečné, dojde k omezení procesu mineralizace. Při vektoru směru proti působení osteoblastů, nebo nadměrnou zátěží osteocyt i osteoblast produkují kostní tkáň jiným směrem a jinou kvalitou. Jako příklad lze uvést neadekvátní statickou zátěž, při které dochází k ztluštění kosti na úkor jejího růstu do délky.

Důležitou částí kosti je periost, který má kromě své krycí funkce ještě funkci zásobovací. Přetížení periostu v podobě traumat, včetně mikrotraumat, vede k poruše jeho celistvosti s následným hematomem pod periostem. Ten je pak zdrojem nejen

bolestí, ale při nesprávném vstřebávání (v důsledku nesprávné zátěže) i zdrojem vzniku deformit (např. u fotbalistů byly prokázány po opakovaných kopnutích do hrany tibie tzv. hrbolaté tibie). (Kučera, 1988)

1.2.4 Metabolismus a energetika svalové činnosti

Typy svalových vláken

Svalové vlákno má 3 – 4 základní druhy. Dylevský (2009) popsal a rozdělil svalová vlákna do 4 základních skupin, podle anatomických, mikroskopických a histochemických vlastností:

- *1. pomalá červená vlákna* – typ I, SO (slow oxidative) – jsou velmi tenká vlákna s poměrně nízkým obsahem myofibril, ale vyšším obsahem mitochondrií a myoglobinu (červená barva), jsou hodně kapilarizovaná. Metabolicky jsou tato vlákna určena k pomalejší, ale protražované kontrakci, vytrvalostní činnosti a jsou málo unavitelná. Jsou stavební jednotkou pro svaly vykonávající spíše statické, polohové funkce a pomalý pohyb a nazývají se tonickými vlákny.
- *2. rychlá bílá vlákna* – typ IIa, FOG (fast oxidative and glycolytic) – jsou vlákna objemnější s menším počtem mitochondrií, ale větším počtem myofibril. Metabolicky jsou vybavena k rychlým kontrakcím prováděným velkou intenzitou, ale ve velmi krátkém časovém úseku. Jsou méně ekonomická a méně kapilarizovaná. Provádějí rychlý pohyb vykonávaný velkou silou a jsou označována jako tzv. fázická vlákna.
- *3. rychlá červená vlákna* – typ IIb, FG (fast glycolytic) – jsou velmi objemná svalová vlákna obsahující málo myoglobinu a oxidativních enzymů a jsou málo kapilarizovaná. Naproti tomu však mají silně vyvinuté sarkoplazmatické retikulum a velmi vysokou aktivitu Ca a Mg iontů, díky čemuž jsou schopna rychlé kontrakce maximální silou, ale mají malou odolnost proti únavě.
- *4. přechodná vlákna* – typ III, intermediární vlákna – jsou nediferencovaná svalová vlákna, která jsou pravděpodobně zdrojem

všech tří předchozích typů vláken. Jejich funkční charakteristika není známa.

Energetický metabolismus svalové práce

Každá pohybová aktivita je spojena s výdejem energie. Lidský organismus má k dispozici řadu zdrojů, které jsou podle dané situace a nutnosti, jako je intenzita, druh a trvání svalové aktivity, spalovány.

Metabolismus je soubor všech enzymových reakcí, při kterých dochází k přeměně látek a energií v buňkách a živých organismech. Podle směru probíhajících pochodů, které se s komplexní organickou molekulou dějí, rozdělujeme metabolismus na anabolismus a katabolismus (Ganong, 2005).

1. Svalová činnost maximální intenzity

Tato činnost je typická dobou trvání 10 – 20 s. Energie se uvolňuje ze zásoby makroergních fosfátů ve svalové tkáni prostřednictvím ATP (adenozintrifosfát). Zásoba této ATP je však ve svalech velmi malá (pouze několik gramů) a proto dojde rychle k jejímu vyčerpání. Obnovení zásob ATP z ADP (adenozindifosfát) a CP (kreatinfosfát) trvá většinou několik minut, lze ho schématicky vyjádřit vztahem $ADP + CP > ATP + C$. V těchto krátkodobých činnostech, téměř bez účasti kyslíku, nedochází k vzestupu hladiny kyseliny mléčné. Hovoříme o alaktátovém neoxidativním anaerobním způsobu hrazení energie. Na aktuální alaktátové neoxidativní kapacitě se zvýšenou aktivitou podílejí také enzymy (Kukačka, 2010).

2. Svalová činnost submaximální intenzity

Je charakteristická délkou trvání činnosti 45 – 90 s a nedostatečnou dodávkou kyslíku. V tomto případě převažuje laktátový neoxidativní (anaerobní) systém hrazení energie, typický vzestupem kyseliny mléčné a jejich solí v krvi. Energetický zisk tohoto systému je malý. Z hlediska intenzity pohybové činnosti je nevýhodné, že rychlost uplatnění ATP získaného odbouráváním svalového glykogenu v laktátové oblasti je dvakrát pomalejší než v oblasti alaktátové. Důsledkem je snížení intenzity pohybové činnosti, což souvisí i s vyplavením kyselinou mléčné. Resyntézu ATP z glukózy lze schématicky vyjádřit reakcí:

Glukóza + 2 P + 2 ADP > 2mol. kyseliny mléčné + 2 ATP. Kapacita laktátové zóny je do určité míry závislá na určitých schopnostech přemáhat negativní důsledky metabolické acidózy (Kukačka, 2010)

3. Pohybové činnosti střední a mírné intenzity

Pohybová činnost tohoto charakteru je popisována trváním nad 90 s, kdy hovoříme o oxidačním způsobu hrazení energie. Tento způsob se vyznačuje dodávkou dostatečného množství kyslíku pro potřeby činnosti kosterního svalstva. Při oxidačním energetickém krytí potřeby energie nedochází ke zvýšené produkci kyseliny mléčné v krvi. Kapacita oxidačního systému je prakticky neomezená, limitujícím faktorem je druh prováděné pohybové aktivity a rychlost systému v dodávání makroergních fosfátů pracujícím svalům ($\text{glukóza} + 38 \text{ P} + 38 \text{ ADP} + 6 \text{ O}_2 > 6 \text{ CO}_2 + 44 \text{ H}_2\text{O} + 38 \text{ ATP}$). Z výše uvedených vyčíslení vyplývá, že oxidační způsob je sice pomalejší, ale 13 – 19 x účinnější. (Kukačka, 2010)

Energetiku svalové činnosti během různé svalové aktivity shrnuje následující tabulka (Tab.1).

Tabulka 1 Energetika svalu během různé zátěže (Havlíčková a kol., 1999)

druh zatížení (intenzita)	trvání výkonu	využití substrátu (převážně)	tvorba kyseliny mléčné	unavitelnost (příčina)	zapojení různých typů motorických jednotek
rychlostní (velká až supramaximální)	do 15 s	ATP, CP	střední	rychlá, (nervosvalový přenos)	typ II B převážně
rychlostně-vytrvalostní (maximální)	15-50 s	ATP, CP, glykogen (glykolýza)	velmi vysoká (maximální)	rychlá, akumulace kys.mléčné, acidóza	typ II B a II A
vytrvalostní - krátkodobé (submaximální)	do 120 s	glykogen (glykolýza a oxidace)	velmi vysoká	rychlá, akumulace kys.mléčné, acidóza	typ II B a II A
- střední (submaximální)	do 11 min	glykogen (oxidace)	střední až malá	méně rychlá, vyčerpání rezerv glykogenu	typ II A
- dlouhodobá (submaximální)	více než 60 min	glykogen později lipidy(oxidace), také extra-celulární zdroje	žádná (velmi malá)	pomalá, vyčerpání rezerv glykogenu ze svalu, iontové změny	typ I

1.2.5 Rozdělení svalů podle jejich funkce

Z hlediska funkční charakteristiky popisujeme dva typy svalových vláken. Svalová vlákna fázická a posturální (tonická). Janda (1974) označil svaly fázické jako svaly s tendencí k útlumu a svaly posturální s tendencí k hyperaktivitě a zkrácení.

Posturální svaly

V tomto typu svalů převažují svalová vlákna tonická, což znamená, že svaly jsou přizpůsobeny především pro statickou činnost a pro dynamickou aktivitu vytrvalostního rázu, mají charakter aerobního metabolismu, jsou vývojově starší a odolnější vůči únavě. Tonické svaly se aktivují hlavně při udržování vzpřímené polohy těla. Svoji aktivitou udržují polohu těla vůči měnícím se podmínkám okolí (Stackeová, 2004).

Janda (1974) píše, že posturální svaly mají tendenci k hypertonii a ke klidovému zkracování, přičemž vlákno je zkrácené, pokud nedosahuje své klidové fyziologické délky.

Svaly s posturální funkcí se snadno zapojují do pohybových stereotypů, někdy až nepřiměřeně, kdy přejímají funkci svalů fyzických- oslabených. Například při nesprávné funkci ventrální muskulatury v oblasti břicha v důsledku její snížené aktivity dochází ke kompenzaci této funkce nadměrným zatížením (až přetížením) dorzální muskulatury v oblasti svalů bederní páteře (Bursová, 2003).

Svaly s tendencí ke zkracování (Bursová, 2005):

- m. trapezius (horní část)
- m. sternocleidomastoideus
- m. levator scapulae
- m. subscapularis
- mm. pectorales
- m. erector spinae (bederní část)
- m. latissimus dorsi (dolní vlákna)
- m. quadratus lumborum
- m. iliopsoas
- m. rectus femoris
- m. piriformis
- m. tensor fasciae latae
- m. biceps femoris
- m. semitendinosus
- m. semimebranosus
- m. triceps surae
- m. flexor carpi radialis
- m. flexor carpi ulnaris
- m. palmaris longus

Fázické svaly

V tomto typu svalů, jak již napovídá název, převažují svalová vlákna fázická a to znamená, že jsou přizpůsobeny především pro rychlou, dynamickou činnost maximální a submaximální intenzity. Jsou vývojově mladší a dále mají nižší regenerační schopnost než svaly posturální, což vede k mnohem rychlejší unavitelnosti (Bursová, 2005).

Vyznačují se nižším klidovým napětím až hypotonií, což následně vede k hypoaktivitě (sníženému až nedostatečnému zapojování do pohybových vzorců), často u nich dochází k zvětšování klidové délky. Příčinou oslabení může být např. poranění svalu, malá trénovanost, vadné držení těla (Kabelíková a kol., 1997).

Svaly s tendencí k ochabování (Bursová, 2005):

- m. rectus capitis anterior
- m. longus capitis
- m. longus colli
- m. biceps brachii (dlouhá hlava)
- m. triceps brachii
- m. trapezius (střední a dolní část)
- m. rhomboideus major, m. rhomboideus minor
- m. serratus anterior
- m. erector spinae (hrudní část)
- m. rectus abdominis
- m. transversus abdominis
- m. obliquus externus abdominis, m. obliquus internus abdominis
- m. latissimus dorsi (horní vodorovná vlákna)
- m. gluteus maximus, m. gluteus medius, m. gluteus minimus
- m. quadriceps femoris (mediální a laterální hlava)

Ve vztahu k výše zmíněným typům svalových vláken a svalů popsal Janda (1974) tzv. zkřížené syndromy. Jedná se o svalové dysbalance mezi jednotlivými svalovými skupinami (páry), které jsou ve vzájemném vztahu jakožto antagonisté a nebo jde o substituční mechanismy.

Dolní zkřížený syndrom (Janda, 1974)

- oslabené glutei maximi a zkrácené flexory kyčle
- oslabené břišní svaly a zkrácené bederní erektory spinae
- oslabené glutei medii a zkrácené tenzory facie latae a m.quadratus lumborum

Horní zkřížený syndrom (Lewit, 2004)

- svalová dysbalance mezi horními a dolními fixátory ramenního pletence
- svalová dysbalance mezi prsními svaly a mezilopatkovým svalstvem
- svalová dysbalance mezi hlubokými flexory šíje na jedné straně a extenzory šíje na straně druhé

1.3 CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH SPORTŮ

1.3.1 Fotbal

„Fotbal (z anglického football, foot = noha, ball = míč), též kopaná, je kolektivní míčová hra, která je nejpopulárnějším kolektivním sportem na světě. Ve fotbale hrají dvě družstva po jedenácti hráčích na obdélníkovém hřišti, nejčastěji travnatém. Jejich cílem je dosáhnout více branek (gólů) než soupeř“ (www.wikipedia.cz).

Tato hra vznikla z her míčových, o kterých jsou první zmínky již z dob pradávných civilizací. První oficiální zmínka o fotbalu však je známa až ze středověku, kdy v Anglii vznikl dekret o zákazu fotbalu coby boji o míč s cílem dopravit ho do některé z městských bran. Novodobý fotbal vznikl a začal se rozvíjet na přelomu 19. a 20. století. První oficiální pravidla vznikla v roce 1840, první fotbalové sdružení na světě pak v roce 1863 (FA – Football Association) a první fotbalová soutěž (Anglický pohár) pak v roce 1871. Z Anglie byl fotbal rychle šířen po Evropě celém světě.

Fotbal klade velké nároky na rychlost, koordinaci pohybu, ale i dynamičnost pohybu. Vedle technických a herních dovedností jsou podmínkou dobrého výkonu i dobře fungující svaly zajišťující běh a skok (Dylevský, 1997).

U hráčů fotbalu bývají časté bolesti bederní páteře, které vznikají preferováním jedné končetiny při kopech. Dochází k flexi kyčelního kloubu (m. rectus femoris, m. iliopsoas a m. tensor fasciae latae) a současně ke kontrakci břišní muskulatury. Kop je podporován stojnou dolní končetinou, na které jsou aktivovány extenzory kyčelního a kolenního kloubu (m. gluteus maximus, mm. ischiocrurales, m. quadriceps), mediální stabilizátory kyčle (m. gluteus medius) a flexory nohy (m. triceps surae) (viz obr.1).

Obrázek 1 Fotbalový kop (www.fotbal.cz)



Při odrazu a současné hře hlavou (viz obr.2) se zapojují hlavně m.triceps surae, extenzory kolen (m.quadriceps femoris) a kyčlí (m.gluteus maximus). Zapojuje se také krční svalstvo a to převážně izometricky, v případě usměrňování míče dochází k asymetrickým izotonickým kontrakcím (Dylevský, 1997).

Obrázek 2 Odraz a současná hra hlavou (www.fotbal.cz)



Prudkými intenzivními pohyby často vznikají svalové patologie. Dochází k abrupcím až rupturám svalů bérce a stehna. Dále jsou pro fotbal typické syndromy přetížení patelární oblasti a úponů řady svalů v tříselné a pubické krajině (fotbalové třísla), poškození m. gracilis a m. piriformis (Dylevský, 1997).

Tréninková jednotka

V tréninkové jednotce fotbalu se nejčastěji objevuje tzv. trénink komplexní rychlosti, při kterém je současně rozvíjena reakční, startovní a akcelerační rychlost spolu s běžeckými dovednostmi, které jsou během utkání typické jako změna směru, běh vzad nebo stranou, výskok či brzdění. (Psotta a kol., 2006).

Psotta a kol. (2006) rozděluje obecně fotbalový trénink do tří základních skupin: .

- *Intermitentní vysoce intenzivní trénink* - tento typ tréninku je charakteristický střídáním krátkých intervalů zatížení maximální intenzity s intervaly nižší až nulové intenzity. Tímto způsobem tréninku si hráči zdokonalují zotavovací schopnost po anaerobní zátěži. V kondičním tréninku je rozvíjena rychlostní vytrvalost činností bez míče. Tato cvičení jsou velmi podobná cvičením na rozvoj rychlosti (vedení míče, běh, atd.). V herním tréninku jsou volena cvičení s míčem formou průpravného a herního cvičení a průpravné hry (Psotta a kol., 2006).
- *Intenzivní rychlostně vytrvalostní trénink* - se vyznačuje střednědobými intervaly zátěže s relativně delšími intervaly odpočinku. To umožňuje vyšší míru regenerace pro dostatečně vysokou intenzitu cvičení v každém zátěžovém intervalu. Tento typ tréninku se přednostně zaměřuje na podněcování schopnosti podávat vysoký výkon po krátkou dobu (Psotta a kol., 2006).
- *Extenzivní rychlostně vytrvalostní trénink* - tento trénink se hlavně zaměřuje na podněcování schopnosti hráče udržet pohybový výkon ve

vysoké intenzitě. Ve srovnání s intenzivním typem rychlostně vytrvalostního tréninku se vyznačuje delšími intervaly zatížení s kratšími intervaly odpočinku. V tomto typu cvičení se postupně navozuje tělesná únava. Očekávanými efekty cvičení je pak zvýšení způsobilosti jedince provádět vysoce intenzivní činnost (Psotta a kol., 2006).

1.3.2 In-line rychlobruslení

„Bruslení je činnost, během které dochází k pohybu po hladkém povrchu pomocí speciálních pomůcek zvaných brusle“ (www.wikipedie.cz).

Jde o cyklický pohyb, při němž se opakuje odraz a skluz stranou. Pohyb vzniká střídavým odrazem obou nohou, přenášením váhy těla a využitím skluzu bruslí po bruslařské dráze (Šinkovský, 2009).

Kolébkou rychlobruslení byla již v 15.století severní Evropa, především skandinávské státy a Holandsko, kde se přírodní podmínky přímo nabízely pro tento druh sportu. Bruslilo se na zamrzlých řekách, jezerech, kanálech, apod. V roce 1592 byly navrženy první rychlobruslařské brusle (na led) a v roce 1642 vznikl první oficiální rychlobruslařský klub v Edinburgu. Postupem času se tato sportovní disciplína rozšířila do okolních Evropských zemí a z Anglie se posléze přenesla do Severní Ameriky. In-line rychlobruslení bylo odvozeno od výše zmiňovaného ledního rychlobruslení, první zmínky o in-line bruslení a kolečkových bruslích sahají do Holandska, kde přemýšleli, jak se co nejvíce přiblížit bruslení na ledě po celý rok bez potřeby zamrzlé plochy. První kolečkové brusle pak byly představeny právě v Holandsku v roce 1760. Postupem času přicházely a přicházejí novinky a inovace jak v technice sportu, tak ve vybavení především ze severní Evropy a severní Ameriky. V České republice, právě v letošním roce, nesmíme opomenout velký skok v rychlobruslařské historii díky úspěchu rychlobruslařského týmu nejen na zimních olympijských hrách (a nejen v ledním rychlobruslení, ale samozřejmě i in-line rychlobruslení).

„Rychlobruslení se koná na oválných drahách dlouhých 400 metrů s poloměrem zatáčky 25 metrů, v kategorii short track pak na dráze dlouhé 111,12 metrů s poloměrem zatáček 8 metrů. Rychlobruslení se dělí do tří základních kategorií: speed skating, short track a in-line a je sdružené v mezinárodní bruslařské unii ISU“ (www.wikipedie.cz).

Bruslařský krok má tři fáze: fázi skluzovou, odrazovou a skluzovou v jednooporovém postavení.

Fáze skluzová je charakterizována přípravou na odraz, kdy se sníží těžiště těla a provádí se celou vnitřní hranou brusle (viz obr.3). Zahajuje se diagonálně extenzí v kolenním a kyčelním kloubu.

Obrázek 3 Skluzová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze



Dvouoporovou (odrazovou) fází představuje nasazení, které se provádí na vnější hranu brusle a to v okamžiku, kdy druhá dolní končetina dokončuje skluz (vzniká tak dvouoporová fáze) (viz obr.4).

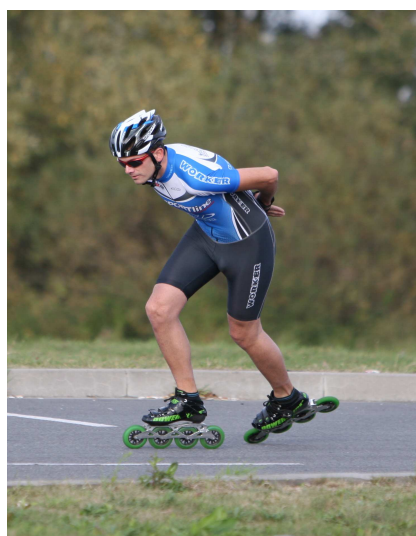
Obrázek 4 Odrazová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze



Do této doby skluzová dolní končetina se stává odrazovou a napíná se v kolenním kloubu. Těžiště těla se od nejnižšího bodu na počátku této fáze začíná zvyšovat. Pro samotný odraz je důležitá stabilní flexe kolene (má přesahovat úroveň chodidla) před vlastním odrazem. Získá se tím síla pro odraz.

Další fází je fáze skluzová v jednooporovém postavení („odpočinková“) se zvyšováním těžiště těla (viz obr. 5). Následuje po odrazu, kdy se brusle zvedá nad zem a dolní končetina se mírně flektuje. V této fázi jsou svaly relaxované, aby si mohly odpočinout pro další práci. Brusle přechází nízko nad plochou těsně okolo skluzné končetiny a nasazuje na plochu před ní (Šinkovský, 2009; Soumar, Psotová, 2003).

Obrázek 5 Jednooporová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze



Tréninková jednotka u rychlobruslařů je založena na velmi podobném principu, jako u výše zmíněných fotbalistů. K trénování se využívá sporttestů, na jejichž základě se stanovuje intenzita a jednotlivá fáze tréninku. Kuhn a kol.(2005) dělí rychlobruslařský trénink do čtyř základních typů tréninkových metod: souvislá metoda, intervalová metoda, metoda opakovaných zatížení a sportovně specifická metoda. Všechny tyto metody se svým obsahem velmi podobají náplni fází tréninku fotbalistů.

1.3.3 Základní pohybové stereotypy u fotbalistů a in-line rychlobruslařů

Základním lokomočním stereotypem, ze kterého vychází specificky zaměřené stereotypy obou výše zmiňovaných sportovců, a který je vybudován v ontogenezi na fylogenetickém principu je chůze. Jak u fotbalistů, tak u in-line rychlobruslařů se střídá v různém poměru švihová a stojná (oporná) fáze a v nejmenším zastoupení pak fáze dvojí opory. Oba tyto sporty jsou jednostranně zatížené, tudíž se dá konstatovat, že podle preference jedné dolní končetiny můžeme obecně dělit končetiny na stojnou a švihovou.

U fotbalistů bývá většinou dominantní končetina švihová, vykonávající různé druhy kopů a nedominantní končetina stojná, zajišťující stabilní stoj a tím realizaci plánovaného pohybu. Rychlobruslaři mají obdobně dominantní končetinu švihovou, využívající k akceleraci pohybu a nedominantní končetinu pak stojnou.

Ve švihové fázi se dolní končetina pohybuje směrem dopředu a to bez kontaktu s opornou bází. Oporná fáze je časový úsek, kdy je dolní končetina po celou dobu ve styku s opornou bází (Véle, 2006).

Analýza chůze, švihová fáze (Véle, 2006)

- páteř : pánev se otáčí směrem k stojné DK, ramenní pletenec rotuje v opačném směru, čímž vzniká v páteři torzní pohyb. Aktivovány jsou především mm.semispinales, mm.rotatores, mm.multifidi, m.obliquus abdominis externus na straně, kam se otáčí pánev a m.obliquus abdominis internus a m.erector spinae na opačné straně. Pánev drží v horizontální poloze stejnostranný m.iliopsoas, m.quadratus lumborum a m.gluteus medius druhé strany.
- kyčelní kloub: zde dochází k flexi, zevní rotaci a addukci (na konci pohybu obdukci). Nejprve se aktivují m.iliopsoas, m.rectus femoris, m.tensor faciae latae, m.pectineus, m. biceps femoris (krátká hlava), m.sartorius. Flexory kolen se aktivují i při extenzi v kolenním kloubu, přičemž brzdí a zpevňují končetinu excentrickým režimem kontrakce při dopadu na opornou bází. V další fázi švihu je aktivována adduktorová skupina svalů a na konci švihové fáze i gluteální svalstvo.
- kolenní kloub : v první polovině švihové fáze dochází k flexi, v druhé pak k extenzi. Pracují flexory kolene (m.semimembranosus,m.

semitendinosus a m.biceps femoris) a při extenzi se aktivují m.quadriceps femoris, m.sartorius a mediální část flexory kolenního kloubu, přičemž aktivita flexorů kolena je nízká při pomalé chůzi, ale s rostoucí rychlostí chůze tato aktivita stoupá.

- kotník: v této oblasti dochází k dorziflexi a mírné everzi nohy. Aktivuje se m.tibialis anterior, m.extenzor hallucis longus a m.extenzor digitorum longus.

Analýza chůze, stojná fáze (Véle, 2006)

- páteř : Opět zde dochází k torznímu pohybu páteře a přesunu váhy trupu na stranu stojné dolní končetiny. Pracují hluboké svaly, které otáčejí obratle proti směru na obou koncích páteře, méně aktivní pak jsou svaly střední vrstvy zádočných svalů.
- kyčelní kloub: Dochází k extenzi od kontaktu paty s podložkou až po odvinutí palce a zevní rotace postupně přechází do vnitřní rotace. Aktivují se gluteální svaly a v počáteční fázi i flexory kolenního kloubu. Ke konci stojné fáze jsou aktivní adduktory stehna
- kolenní kloub : Od kontaktu paty po kontakt celé plosky nohy dochází v koleni k mírné flexi a potom k extenzi opět až do odvíjení paty. Zpočátku se aktivuje m.quadriceps femoris, pak mm.vasti a nakonec flexory kolenního kloubu.
- kotník: Na noze dochází k plantiflexi a hyperextenzi metatarzofalangeálních kloubů a dále pak neustálému střídání supinace a pronace nohy tak, aby mohla zajistit spolehlivou oporu. Na počátku je aktivní m.tibialis anterior pro zabránění přepadnutí špičky nohy, později pak jeho aktivita mizí. M.triceps surae je pracuje excentricky a to od odvíjení paty až po odvinutí špičky. M. soleus pracuje při stabilizaci stoje. M.tibialis posterior je aktivní během střední části stojné fáze a zároveň pracují v této části fáze pro stabilizaci kolenního kloubu lýtkové svaly přední i zadní strany.

Druhým cyklickým lokomočním pohybem společným pro oba druhy těchto sportů je běh. Hlavním rozdílem mezi chůzí a během je chybění fáze dvojí opory v běhu, tělo je tak po krátký časový úsek zcela bez kontaktu s opornou bází, v prostoru se pohybuje dopředu a má tendenci k pádu (Véle, 2006).

Švihová fáze je v běhu delší než fáze stojná, švihová dolní končetina je více flektovaná s cílem přiblížit končetinu co nejvíce ke kyčli, čímž se snižuje moment setrvačnosti a zvyšuje se úhlová rychlost švihu nohy (Véle, 2006).

Pohyby pánve a páteře jsou obdobné jako při chůzi, avšak s větším rozsahem. Flexe kyčle přechází do extenze, flexe v koleni roste s rychlostí a také přechází do extenze, která se snižuje s rychlostí běhu. Flexory kolenního kloubu společně s m.quadriceps femoris pak stabilizují pánev. Mm.vasti a m.rectus femoris se excentricky zapojují během flexe a dosahují maxima při extenzi (díky koncentrické aktivitě při odvíjení paty). V kotníku a na noze probíhá jak plantární, tak dorzální flexe a m.triceps surae je aktivní během celé fáze opory až po odvíjení špičky, kdy je jeho aktivita maximální (Véle, 2006).

2 CÍLE A HYPOTÉZY

2.1 Hlavní cíl

Hlavním cílem práce bylo zjistit, zda se liší stav pohybového aparátu u in-line rychlobruslařů a fotbalistů, tedy sportovců s asymetrickým zatížením především dolních končetin a trupu.

2.2 Dílčí cíle

Cíl 1: Není rozdíl v provedení Motor Control Testu (MCT) (s translací plošiny dopředu) u fotbalistů a rychlobruslařů.

Cíl 2: Není rozdíl v provedení MCT (s translací plošiny dozadu) u fotbalistů a rychlobruslařů.

Cíl 3: Není rozdíl v provedení Adaptation testu (ADT) (s rotací plošiny posteriorně, „toes up“) u fotbalistů a rychlobruslařů.

Cíl 4: Není rozdíl v provedení ADT (s rotací plošiny anteriorně, „toes down“) u fotbalistů a rychlobruslařů.

2.3 Stanovení nulových hypotéz

2.3.1 Hypotézy k cíli 1:

Hypotéza H01: Není rozdíl v aktivitě svalů dolních končetin (DKK), měřených v testu MCT při podtržení plošiny dopředu, na dominantní DK mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Hypotéza H02: Není rozdíl v aktivitě svalů DKK, měřených v testu MCT při podtržení plošiny dopředu, na nedominantní – levé dolní končetině (LDK) mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Hypotéza H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva – m.erector spinae (ES), měřené v testu MCT při podtržení plošiny dopředu, u fotbalistů a rychlobruslařů.

2.3.2 Hypotézy k cíli 2:

Hypotéza H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, na dominantní končetině (PDK) mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Hypotéza H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, na nedominantní končetině (LDK) mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Hypotéza H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, u fotbalistů a rychlobruslařů.

2.3.3 Hypotézy k cíli 3:

Hypotéza H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně („toes up“ - palce směřují nahoru), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u fotbalistů.

Hypotéza H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně (toes up), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u rychlobruslařů.

Hypotéza H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně („toes up“), na straně dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetiny u fotbalistů.

Hypotéza H04: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně („toes up“), na straně dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetiny u rychlobruslařů.

2.3.4 Hypotézy k cíli 4:

Hypotéza H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně („toes down“ – palce směřují dolů), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u fotbalistů.

Hypotéza H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně („toes down“), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u rychlobruslařů.

Hypotéza H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně („toes down“), na straně dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetiny u fotbalistů.

Hypotéza H04: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně („toes down“), na straně dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetiny u rychlobruslařů.

3 METODIKA

3.1 Charakteristika zkoumaného souboru

Předmětem zkoumání byly dvě skupiny sportovců, věnující se závodně dvěma rozdílným sportům s asymetrickým zatížením, konkrétně deset zástupců in-line rychlobruslení a deset fotbalu. Všichni probandi byli mužského pohlaví s průměrným věkem 26 let (ve věkovém rozmezí 22 - 28 let). Průměrná hmotnost se pohybovala přibližně kolem 76,5 kg, průměrná výška pak 180,9 cm.

Zástupci skupiny fotbalistů se svému sportu věnovali minimálně 13 let, v průměru však 17 let. Zástupci in-line rychlobruslení se své disciplíně věnovali vzhledem k mladému věku tohoto sportu minimálně 9 let a v průměru 10 let.

Obě sportovní disciplíny preferují při své sportovní činnosti pravou dolní končetinu (PDK) – bruslař používá PDK hlavně jako švihovou a akcelerační, fotbalista využívá PDK hlavně pro techniky usměřování míče nohou. Levou dolní končetinu (LDK) pak fotbalisti i rychlobruslaři používají jako stojnou.

Skupina fotbalistů byla složena z hráčů, kteří hrají ve 4. nejvyšší fotbalové soutěži v ČR, kterou je Divize a rychlobruslaři byli z klubů, které absolvují nejvyšší české i mezinárodní rychlobruslařské soutěže.

3.2 Kineziologický rozbor

Před vlastním měřením probandů byly provedeny testy dominance/laterality na dolních končetinách a krátký orientační kineziologický rozbor. Kineziologické vyšetření probíhalo ve vždy stejné, klidné místnosti. Nejprve jsem změřila antropometrické parametry (tj. výše uvedená výška a hmotnost) a odebrala základní anamnézu. Dalším krokem byla aspekce každého probanda zepředu, zboku a zezadu, kde jsem se zaměřila na postavení plosek nohou, zatížení nohou, postavení kolenních, kyčelních kloubů a pánve a svalové konfigurace na dolních končetinách a trupu a následovalo vyšetření zkrácených a oslabených svalů.

3.3 Vlastní přístrojové měření

Vlastní měření bylo realizováno pomocí povrchové EMG v kombinaci s posturografem (modul Smart Equitest System). EMG elektrody snímaly bilaterálně elektrické potenciály ze svalů musculus soleus (m. SOL), musculus biceps femoris (m. BF), musculus rectus femoris (m. RF) a erector spinae (mm.ES). Jelikož jsem si pro svoji diplomovou práci vybrala sportovní odvětví, při kterých dochází k nerovnoměrnému zatěžování dolních končetin a trupu, nechtěla jsem při měření porovnávat aktivitu svalů fázických a posturálních, ale zaměřila jsme se právě na svaly posturální k porovnání jejich činnosti při posturografických testech na pravé a levé straně.

Nejprve jsem měřila klidové hodnoty daných svalů, poté dynamické v synchronizaci s posturografem. Výchozí polohou byl vzpřímený stoj, horní končetiny podél těla a proband se díval přímo před sebe.

Z posturografických testů jsem vybrala Motor Control Test (MCT) a Adaptation Test (ADT). Při MCT byla snímána aktivita svalů reagujících na translaci plošiny (posuny plošiny horizontálně), v ADT na rotační pohyb plošiny.

MCT testuje dva směry translace – dopředu a dozadu, pro každý směr ve třech rychlostech vždy ve třech opakováních. Při ADT rotuje plošina posteriorně („toes up“) a anteriorně („toes down“), v každém směru celkem pětkrát.

Po vyhlazení a rektifikaci záznamu jsem ze záznamu MCT vybrala vždy poslední podtrh (při translaci plošiny dopředu – MCT 3, při translaci plošiny dozadu MCT 6), jelikož se jednalo o velmi aktivní sportovce, takže byla jejich reakce markantnější až na výraznější a silnější podnět. U ADT jsme zvolila podtrh první (ADT 1 při rotaci plošiny posteriorně a ADT 6 u rotace plošiny anteriorně), jakožto první neočekávanou reakci na změnu prostředí a abych eliminovala zkreslení reakce svalů nástupem adaptace při tomto testu.

Aktivitu svalů při vybraných testech jsem porovnávala s klidovou aktivitou, zaznamenala do tabulek, které pak byly následně statisticky zpracovány.

3.4. Statistické zpracování

Statistické zpracování naměřených dat bylo provedeno statistickým softwarem SPSS, verze 15. Nejprve byly stanoveny nulové hypotézy a všechny testy byly prováděny na hladině statistické signifikace 0,05. Při statistickém zpracování dat byl použit neparametrický test Mann-Whitney a neparametrický Wilcoxon párový testu. K popisu distribuce hodnot svalové aktivity byl použit tzv. box graf, který popisuje tuto distribuci pomocí kvartilů.

4 VÝSLEDKY

4.1 Cíl 1

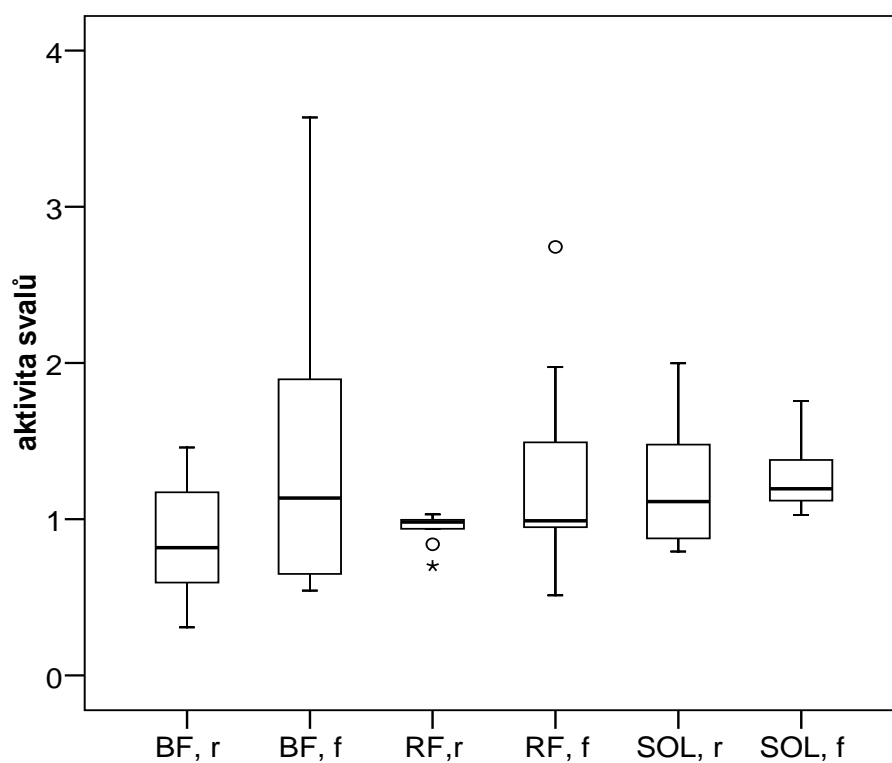
4.1.1 Ověření hypotézy H01: **Není rozdíl v aktivitě svalů měřených v testu MCT při podtržení plošiny dopředu na dominantní dolní končetině (DK) mezi fotbalisty a rychlobruslaři.**

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney, zvláště pro každý ze sledovaných svalů m. soleus (SOL), m. biceps femoris (BF) a m. rectus femoris (RF). V obou porovnávaných skupinách byla u všech probandů dominantní končetinou pravá DK.

Test Mann-Whitney neprokázal signifikantní rozdíl mezi rychlobruslaři a fotbalisty ve svalové aktivitě, měřené pro vybrané svaly dominantní DK v testu MCT při podtržení plošiny dopředu. Hladina signifikance testu byla pro všechny svaly větší než 0,05, ačkoliv můžeme pozorovat u všech měřených svalů trend vyšší svalové aktivity na dominantní DK u fotbalistů.

Box graf popisuje distribuci hodnot svalové aktivity pomocí kvartilů. Silná čára uvnitř boxu reprezentuje medián svalové aktivity (tj. 2. kvartil), dno boxu odpovídá 1. kvartilu, víko boxu 3. kvartilu. Pomocí „antének“ je zobrazena minimální a maximální hodnota svalové aktivity (neodlehle hodnoty). Symbol kroužek reprezentuje odlehlou hodnotu, symbol hvězdička prezentuje hodnotu extrémní. Písmeno „r“ v popisu jednotlivých boxů označuje rychlobruslaře, písmeno „f“ označuje fotbalisty.

Graf 1 Box graf k hypotéze H01, cíl 1



Tabulka 2 Tabulka popisné statistiky k H01, cíl 1

soubor		SOL dx	BF dx	RF dx
fotbalisti	N	10	10	10
	Minimum	1,028	,544	,514
	Maximum	1,756	3,572	2,744
	Medián	1,196	1,135	,990
	Průměr	1,298	1,386	1,245
	Směrodatná odchylka	,250	,956	,660
rychlobruslaři	N	10	10	10
	Minimum	,794	,307	,701
	Maximum	1,999	1,460	1,032
	Medián	1,113	,817	,982
	Průměr	1,199	,881	,945
	Směrodatná odchylka	,388	,368	,101

Tabulka 3 Mann-Whitney test, pořadí k H01, cíl 1

Pořadí

soubor	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx rychlobruslaři	10	9,40	94,00
fotbalisti	10	11,60	116,00
Celkem	20		
BF dx rychlobruslaři	10	9,10	91,00
fotbalisti	10	11,90	119,00
Celkem	20		
RF dx rychlobruslaři	10	9,50	95,00
fotbalisti	10	11,50	115,00
Celkem	20		

Tabulka 4 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 1

Testové statistiky^b

	SOL dx	BF dx	RF dx
Mann-Whitneyho U	39,000	36,000	40,000
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,406	,290	,450

b. Grouping Variable: soub

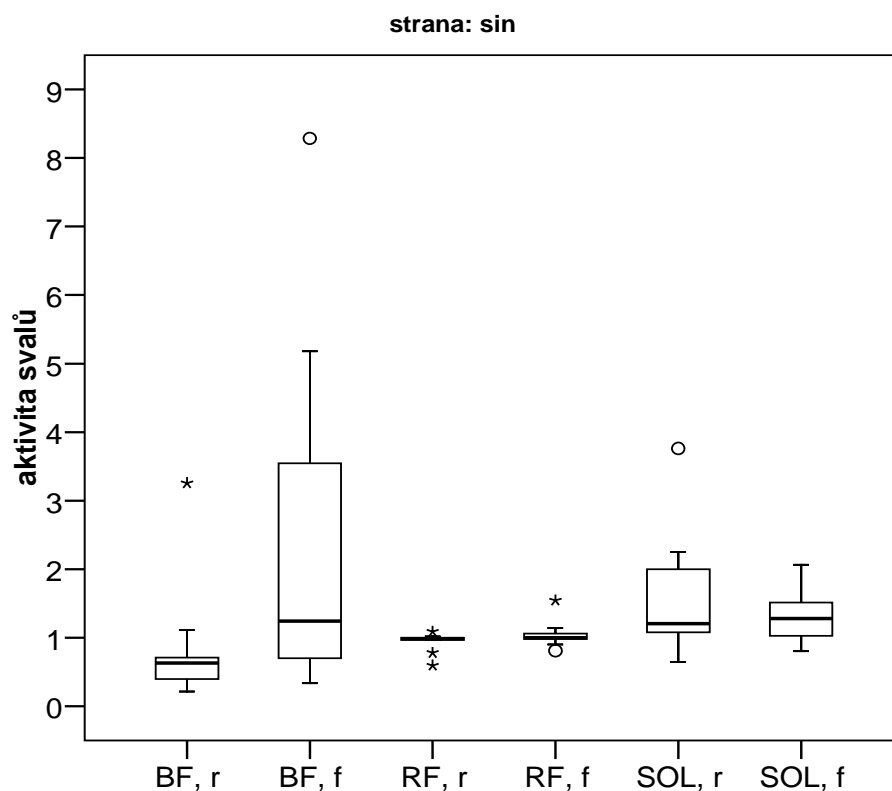
Závěr: Hypotézu H01 nelze zamítnout.

4.1.2 Ověření hypotézy H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dopředu, na nedominantní DK mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF. V obou porovnávaných skupinách byla u všech probandů nedominantní končetinou levá DK.

V testu MCT při podtržení plošiny dopředu prokázal Mann-Whitney test signifikantně větší svalovou aktivitu svalu BF sin u fotbalistů (medián 1,244) ve srovnání s rychlobruslaři (medián 0,631). Hladina signifikance testu $p = 0,034 (< 0,05)$. Ve svalové aktivitě svalu SOL sin, resp. RF sin nebyl prokázán mezi fotbalisty a rychlobruslaři signifikantní rozdíl, ale vidíme zde opět v obou testovaných svalech tendenci vyšší svalové aktivity na nedominantní DK u fotbalistů.

Graf 2 Box graf k H02, cíl 1



Tabulka 5 Tabulka popisné statistiky k H02 , cíl 1

soubor		SOL sin	BF sin	RF sin
fotbalisti	N	10	10	10
	Minimum	,804	,337	,810
	Maximum	2,066	8,286	1,544
	Medián	1,280	1,244	,999
	Průměr	1,312	2,355	1,047
	Směrodatná odchylka	,370	2,577	,196
rychlobruslaři	N	10	10	10
	Minimum	,643	,213	,595
	Maximum	3,760	3,257	1,088
	Medián	1,202	,631	,984
	Průměr	1,544	,851	,939
	Směrodatná odchylka	,924	,880	,143

Tabulka 6 Mann-Whitney test k H02, cíl 1

Pořadí

soubor	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL sin rychlobruslaři	10	10,30	103,00
fotbalisti	10	10,70	107,00
Celkem	20		
BF sin rychlobruslaři	10	7,70	77,00
fotbalisti	10	13,30	133,00
Celkem	20		
RF sin rychlobruslaři	10	8,70	87,00
fotbalisti	10	12,30	123,00
Celkem	20		

Tabulka 7 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 1

Testové statistiky^b

	SOL sin	BF sin	RF sin
Mann-Whitney U	48,000	22,000	32,000
Asymp. Sig. (2-tailed)	,880	,034	,174

b. Grouping Variable: soub

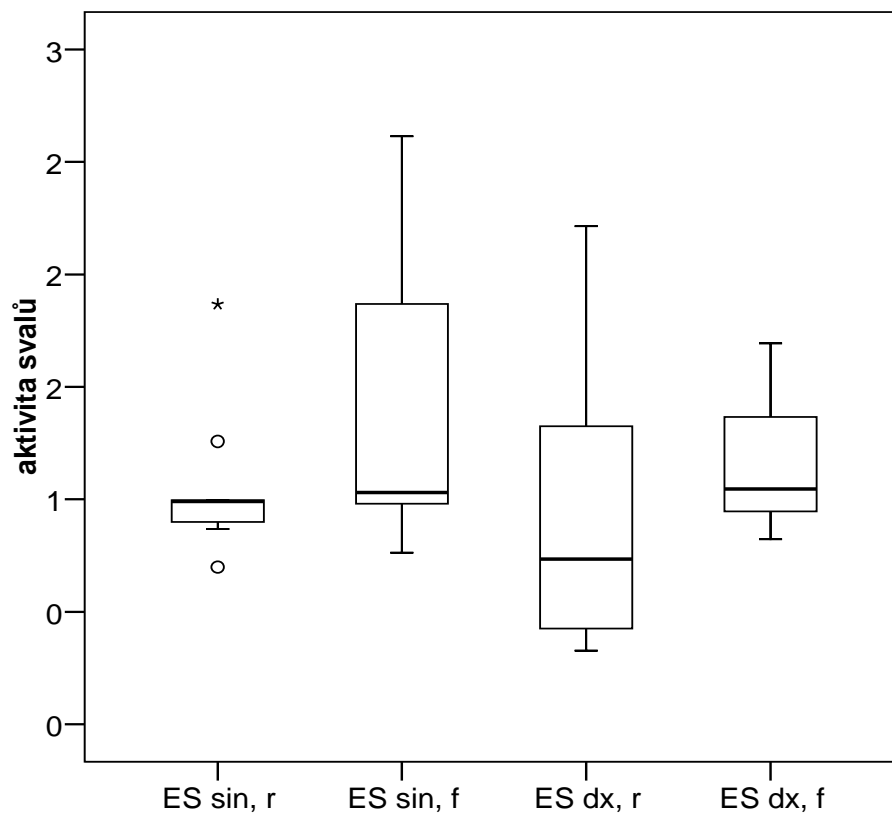
Závěr: Hypotézu H02 zamítáme.

4.1.3 Ověření hypotézy H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dopředu, u fotbalistů a rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney. Fotbalisti a rychlobruslaři byli porovnání ve svalové aktivitě svalu ES sin a ES dx.

Test Mann-Whitney neprokázal signifikantní rozdíl mezi rychlobruslaři a fotbalisty ve svalové aktivitě svalu ES sin, resp. svalu ES dx v testu MCT při podtržení plošiny dopředu.

Graf 3 Box graf k H03, cíl 1



Tabulka 8 Tabulka popisné statistiky k H03 , cíl 1

soubor		ES sin	ES dx
fotbalisti	N	10	10
	Minimum	,762	,823
	Maximum	2,614	1,693
	Medián	1,031	1,047
	Průměr	1,370	1,148
	Směrodatná odchylka	,667	,281
rychlobruslaři	N	10	10
	Minimum	,699	,327
	Maximum	1,868	2,215
	Medián	,991	,735
	Průměr	1,053	,931
	Směrodatná odchylka	,318	,629

Tabulka 9 Mann-Whitney test k H03, cíl 1**Pořadí**

soubor	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES sin rychlobruslaři	10	8,50	85,00
fotbalisti	10	12,50	125,00
Celkem	20		
ES dx rychlobruslaři	10	8,70	87,00
fotbalisti	10	12,30	123,00
Celkem	20		

Tabulka 10 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 1**Testové statistiky^b**

	ES sin	ES dx
Mann-Whitneyho U	30,000	32,000
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,131	,174

b. Grouping Variable: soub

Závěr:

Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

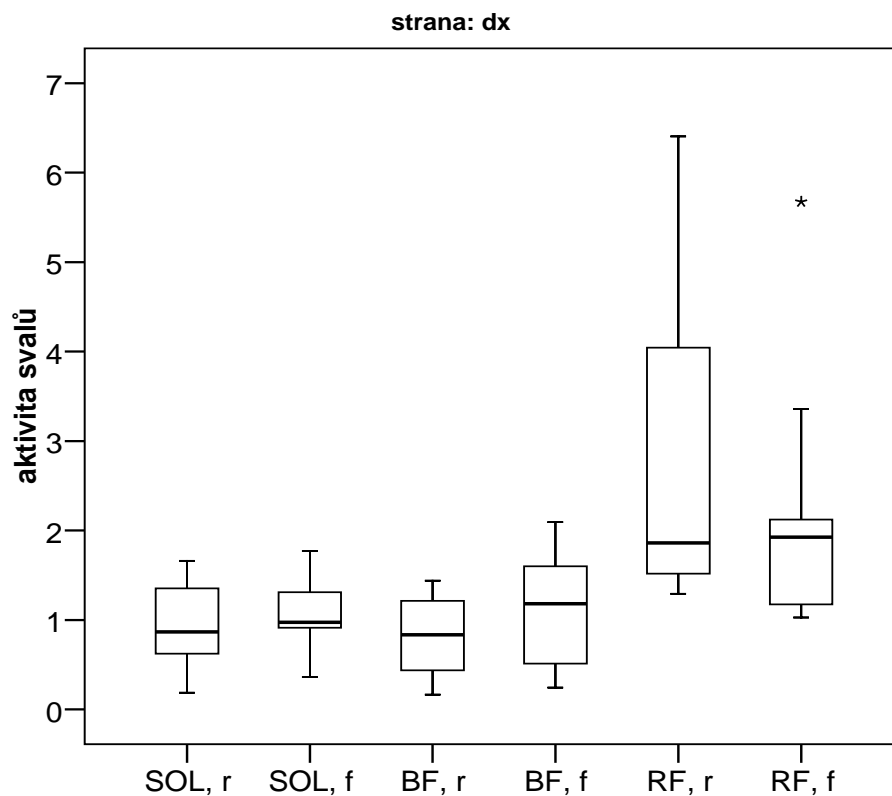
4.2 Cíl 2

4.2.1 Ověření hypotézy H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, na dominantní DK mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

Test Mann-Whitney neprokázal signifikantní rozdíl mezi rychlobruslaři a fotbalisty ve svalové aktivitě, měřené pro vybrané svaly dominantní DK v testu MCT při podtržení plošiny dozadu. Hladina signifikance testu byla pro všechny svaly větší než 0,05. Můžeme si ale povšimnout trendu vyšší svalové aktivity u všech testovaných svalů na dominantní DK u fotbalistů.

Graf 4 Box graf k H01, cíl 2



Tabulka 11 Tabulka popisné statistiky k H01 , cíl 2

soubor		SOL dx	BF dx	RF dx
rychlobruslaři	N	10	10	10
	Minimum	,185	,164	1,291
	Maximum	1,661	1,438	6,405
	Medián	,868	,834	1,860
	Průměr	,910	,808	2,615
	Směrodatná odchylka	,449	,456	1,687
fotbalisti	N	10	10	10
	Minimum	,363	,245	1,028
	Maximum	1,771	2,093	5,673
	Medián	,975	1,183	1,925
	Průměr	1,088	1,183	2,176
	Směrodatná odchylka	,421	,643	1,409

Tabulka 12 Mann-Whitney test k H01, cíl 2**Pořadí**

soubor		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx	rychlobruslaři	10	9,20	92,00
	fotbalisti	10	11,80	118,00
	Celkem	20		
BF dx	rychlobruslaři	10	8,50	85,00
	fotbalisti	10	12,50	125,00
	Celkem	20		
RF dx	rychlobruslaři	10	11,40	114,00
	fotbalisti	10	9,60	96,00
	Celkem	20		

Tabulka 13 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 2**Testové statistiky^b**

	SOL dx	BF dx	RF dx
Mann-Whitneyho U	37,000	30,000	41,000
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,326	,131	,496

b. Grouping Variable: soub

Závěr:

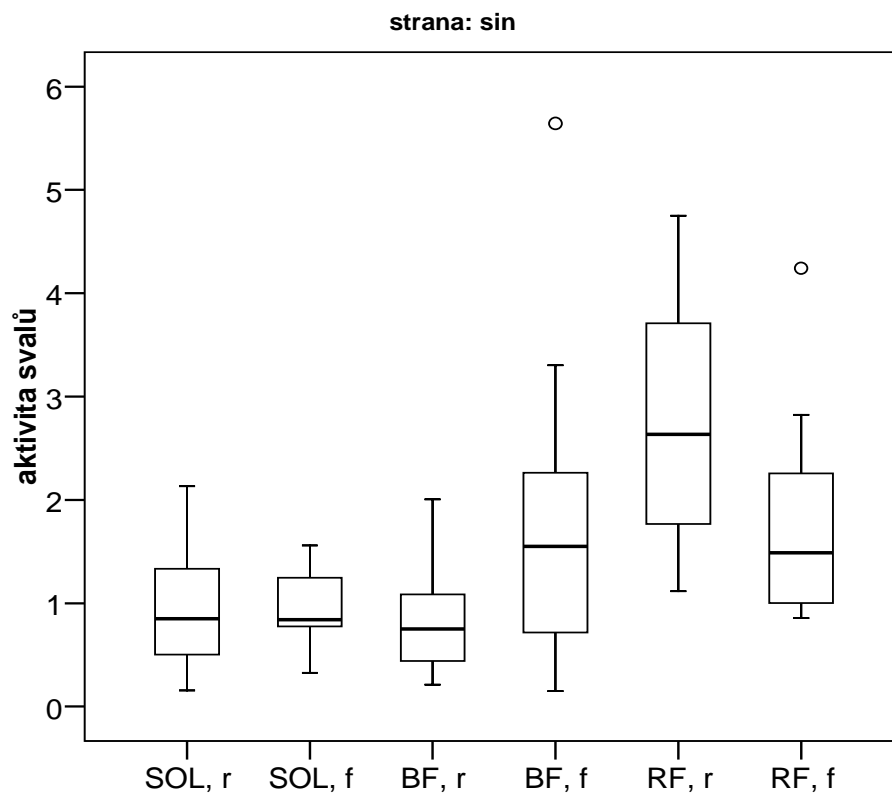
Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.2.2 Ověření hypotézy H02: Nemí rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, na nedominantní DK mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

Test Mann-Whitney neprokázal signifikantní rozdíl mezi rychlobruslaři a fotbalisty ve svalové aktivitě, měřené pro vybrané svaly nedominantní DK v testu MCT při podtržení plošiny dozadu. Hladina signifikance testu byla pro všechny svaly větší než 0,05. V popisných statistikách však vidíme, že svalová aktivita má tendenci být vyšší u rychlobruslařů na nedominantní DK ve svalech SOL a RF a naopak u fotbalistů vykazuje trend vyšší svalové aktivity BF.

Graf 5 Box graf k H02, cíl 2



Tabulka 14 Tabulka popisné statistiky k H02 , cíl 2

soubor		SOL sin	BF sin	RF sin
rychlobruslaři	N	10	10	10
	Minimum	,156	,213	1,117
	Maximum	2,134	2,006	4,750
	Medián	,850	,750	2,633
	Průměr	,980	,832	2,720
	Směrodatná odchylka	,645	,532	1,167
fotbalisti	N	10	10	10
	Minimum	,326	,151	,856
	Maximum	1,558	5,643	4,242
	Medián	,841	1,549	1,490
	Průměr	,966	1,877	1,794
	Směrodatná odchylka	,371	1,631	1,052

Tabulka 15 Mann-Whitney test k H02, cíl 2

Pořadí

soubor	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL sin rychlobruslaři	10	9,90	99,00
fotbalisti	10	11,10	111,00
Celkem	20		
BF sin rychlobruslaři	10	8,30	83,00
fotbalisti	10	12,70	127,00
Celkem	20		
RF sin rychlobruslaři	10	12,90	129,00
fotbalisti	10	8,10	81,00
Celkem	20		

Tabulka 16 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 2

Testové statistiky^b

	SOL sin	BF sin	RF sin
Mann-Whitneyho U	44,000	28,000	26,000
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,650	,096	,070

b. Grouping Variable: soub

Závěr:

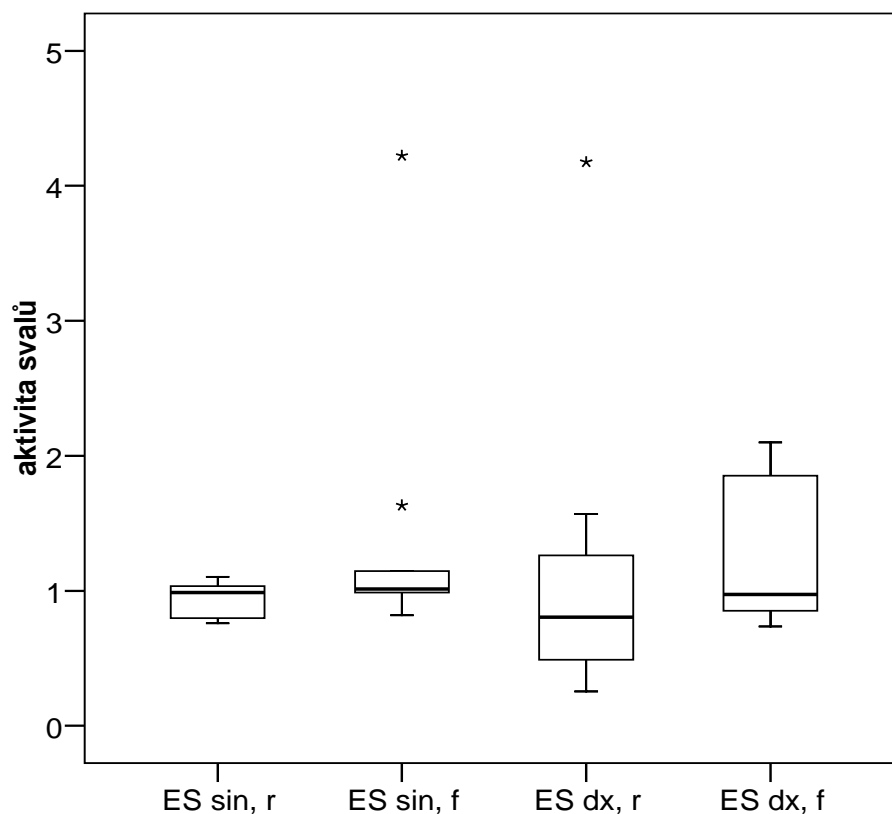
Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.2.3 Ověření hypotézy H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva, měřeného v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, u fotbalistů a rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického testu Mann-Whitney. Fotbalisti a rychlobruslaři byli porovnání ve svalové aktivitě svalu ES sin a ES dx.

Test Mann-Whitney neprokázal signifikantní rozdíl mezi rychlobruslaři a fotbalisty ve svalové aktivitě svalu ES sin, resp. svalu ES dx v testu MCT při podtržení plošiny dozadu, ale můžeme říci, že trend vyšší svalové aktivity na obou stranách vykazuje m.erector spinae u fotbalistů. V popisných statistikách si dále můžeme povšimnout, že jak u rychlobruslařů, tak u fotbalistů je trend vyšší svalové aktivity na straně nedominantní DK (ES sin).

Graf 6 Box graf k H03, cíl 2



Tabulka 17 Tabulka popisné statistiky k H03 , cíl 2

soubor		ES sin	ES dx
rychlobruslaři	N	10	10
	Minimum	,761	,254
	Maximum	1,104	4,176
	Medián	,987	,804
	Průměr	,950	1,147
	Směrodatná odchylka	,123	1,136
fotbalisti	N	10	10
	Minimum	,819	,735
	Maximum	4,223	2,100
	Medián	1,014	,972
	Průměr	1,381	1,244
	Směrodatná odchylka	1,022	,553

Tabulka 18 Mann-Whitney test k H03, cíl 2

Pořadí

soubor	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES sin rychlobruslaři	10	8,90	89,00
fotbalisti	10	12,10	121,00
Celkem	20		
ES dx rychlobruslaři	10	8,80	88,00
fotbalisti	10	12,20	122,00
Celkem	20		

Tabulka 19 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 2

Testové statistiky^b

	ES sin	ES dx
Mann-Whitneyho U	34,000	33,000
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,226	,199

b. Grouping Variable: soub

Závěr:

Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.3 Cíl 3

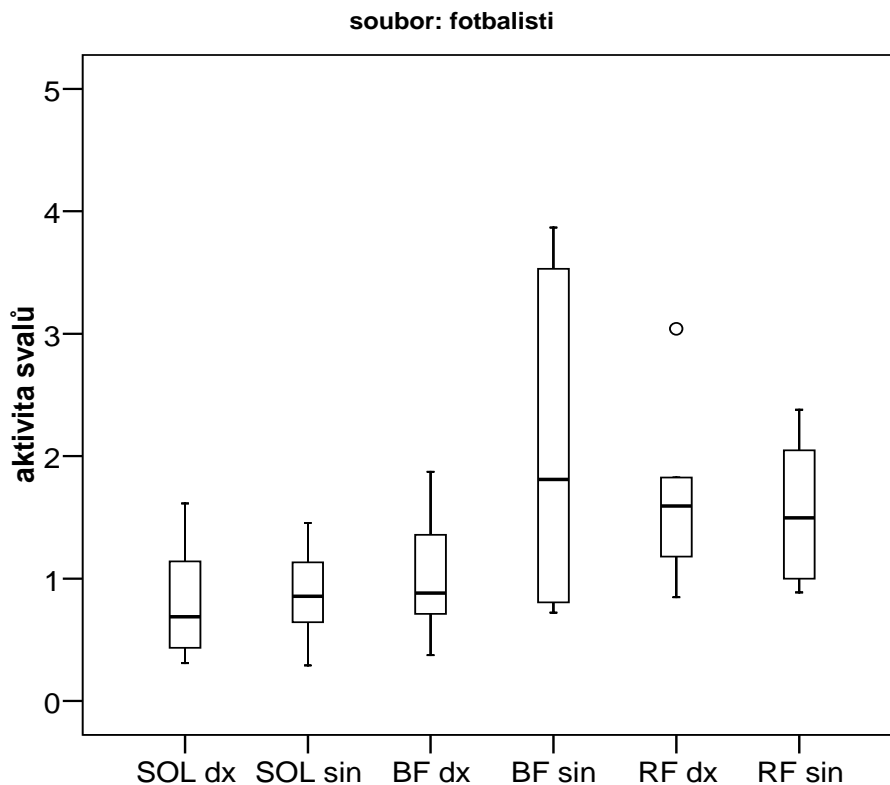
4.3.1 Ověření hypotézy H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně (toes up), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u fotbalistů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

V testu ADT při rotaci plošiny posteriorně prokázal Wilcoxonův párový test ve skupině fotbalistů signifikantně větší svalovou aktivitu svalu BF na nedominantní DK (medián 1,808) ve srovnání s dominantní DK (medián 0,880). Hladina signifikance testu $p = 0,009 (< 0,05)$.

Ve svalové aktivitě svalu SOL, resp. RF nebyl mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou u fotbalistů prokázán signifikantní rozdíl.

Graf 7 Box graf k H01, cíl 3



Tabulka 20 Tabulka popisné statistiky k H01 , cíl 3

		SOL sin, AD7	SOL dx, AD7	BF sin, AD7	BF dx, AD7	RF sin, AD7	RF dx, AD7
fotbalisti,	N	10	10	10	10	10	10
AD test,	Minimum	,289	,308	,720	,373	,886	,846
toes up	Maximum	1,454	1,614	3,867	1,873	31,787	13,396
	Medián	,856	,688	1,808	,880	1,496	1,592
	Průměr	,870	,809	2,109	,999	4,492	2,741
	SD	,371	,443	1,348	,459	9,603	3,793

Tabulka 21 Wilcoxonův párový test k H01, cíl 3

		Pořadí		
		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx - SOL sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	6	5,83	35,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	4	5,00	20,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
BF dx - BF sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	9	5,89	53,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	1	2,00	2,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
RF dx - RF sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	6	5,50	33,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	4	5,50	22,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

j. soubor = fotbalisti

Tabulka 22 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 3

Testové statistiky ^{b,c}			
	SOL dx - SOL sin, test AD7	BF dx - BF sin, test AD7	RF dx - RF sin, test AD7
Z	-,764	-2,599	-,561
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,445	,009	,575

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. soubor = fotbalisti

Závěr:

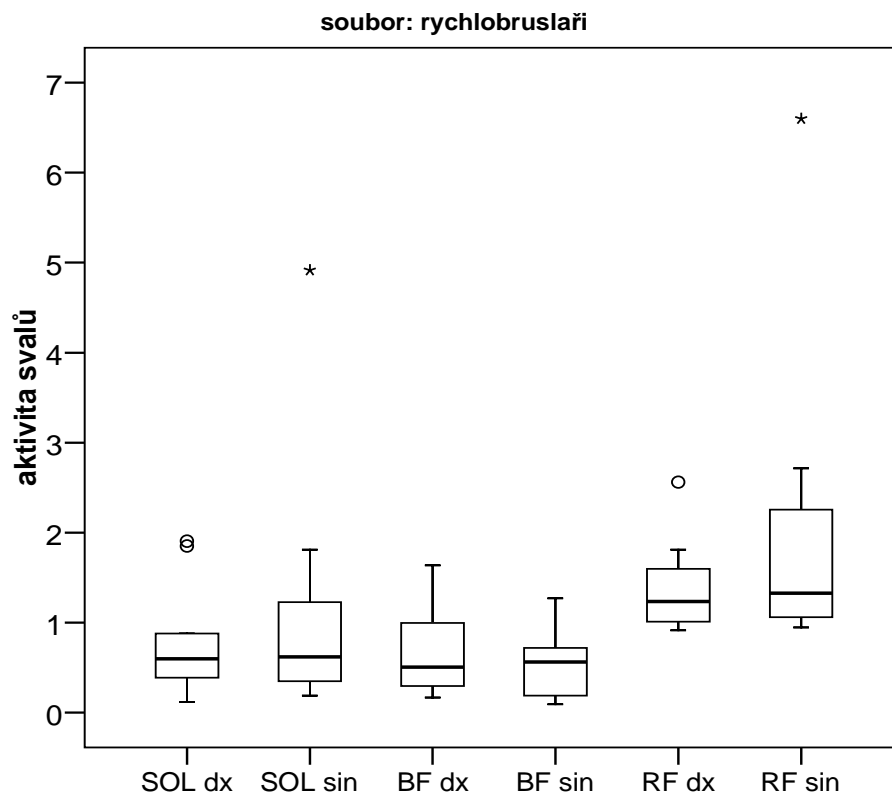
Nulovou hypotézu zamítáme.

4.3.2 Ověření hypotézy H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně (toes up), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

V testu ADT při rotaci plošiny posteriorně neprokázal Wilcoxonův párový test ve skupině rychlobruslařů signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě vybraných svalů mezi dominantní a nedominantní DK. Tendence vyšší svalové aktivity je u všech měřených svalů na straně nedominantní DK.

Graf 8 Box graf k H02, cíl 3



Tabulka 23 Tabulka popisné statistiky k H02, cíl 3

	SOL sin, AD7	SOL dx, AD7	BF sin, AD7	BF dx, AD7	RF sin, AD7	RF dx, AD7
rychlobruslaři, N	10	10	10	10	10	10
AD test, toes up						
Minimum	,188	,119	,094	,168	,947	,913
Maximum	4,917	1,905	1,271	1,635	6,599	2,561
Medián	,618	,597	,562	,504	1,328	1,235
Průměr	1,127	,796	,586	,645	2,051	1,390
SD	1,419	,614	,408	,455	1,700	,498

Tabulka 24 Wilcoxonův párový test k H02, cíl 3**Pořadí**

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx - SOL sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	5	6,80	34,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	5	4,20	21,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
BF dx - BF sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	6	3,50	21,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	4	8,50	34,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
RF dx - RF sin, test AD7	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	4	7,00	28,00
	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	6	4,50	27,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

j. soubor = rychlobruslaři

Tabulka 25 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 3**Testové statistiky^{c,d}**

	SOL dx - SOL sin, test AD7	BF dx - BF sin, test AD7	RF dx - RF sin, test AD7
Z	-,663	-,663	-,051
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,508	,508	,959

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

d. soubor = rychlobruslaři

Závěr:

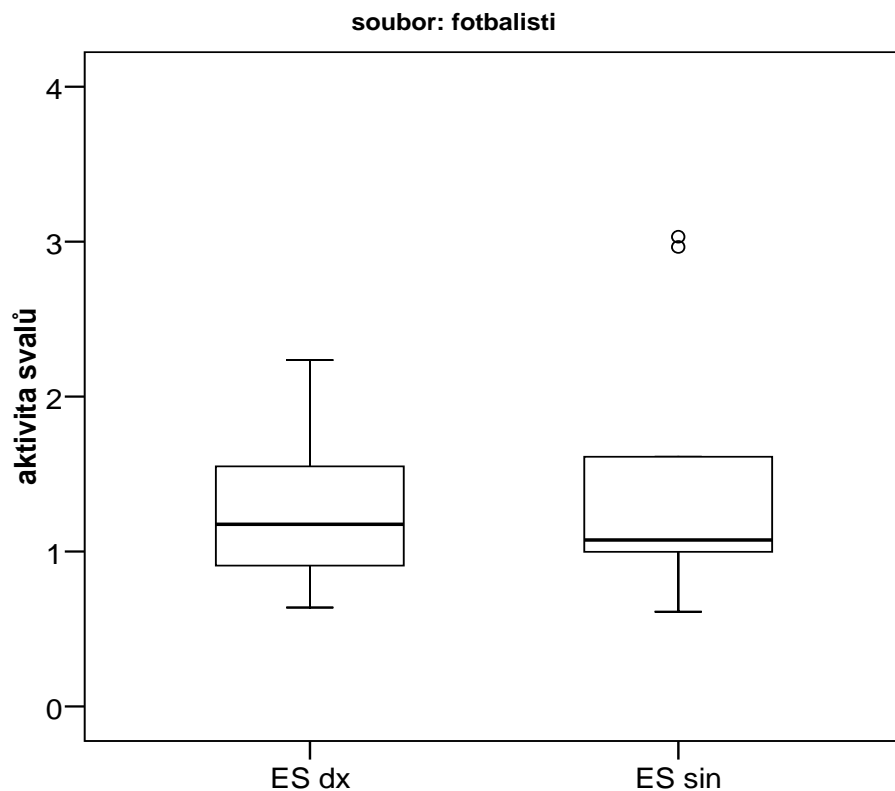
Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.3.3 Ověření hypotézy H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně (toes up), na straně dominantní a nedominantní dolní končetiny u fotbalistů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu.

V testu ADT při rotaci plošiny posteriorně neprokázal Wilcoxonův párový test ve skupině fotbalistů signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu ES dx a ES sin, ale nacházíme zde trend vyšší svalové aktivity svalu ES sin (tedy ES na straně nedominantní DK).

Graf 9 Box graf k H03, cíl 3



Tabulka 26 Tabulka popisné statistiky k H03, cíl 3

		ES sin, AD7	ES dx, AD7
fotbalisti,	N	10	10
AD test,	Minimum	,613	,638
toes up	Maximum	3,031	2,236
	Medián	1,076	1,176
	Průměr	1,499	1,283
	Směrodatná odchylka	,843	,508

Tabulka 27 Wilcoxonův párový test k H03, cíl 3**Pořadí^d**

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES dx, AD7 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	7	5,29	37,00
ES sin, AD7	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	3	6,00	18,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

d. soubor = fotbalisti

Tabulka 28 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 3**Testové statistiky^{b,c}**

	ES dx, AD7 - ES sin, AD7
Z	-,968
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,333

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. soubor = fotbalisti

Závěr:

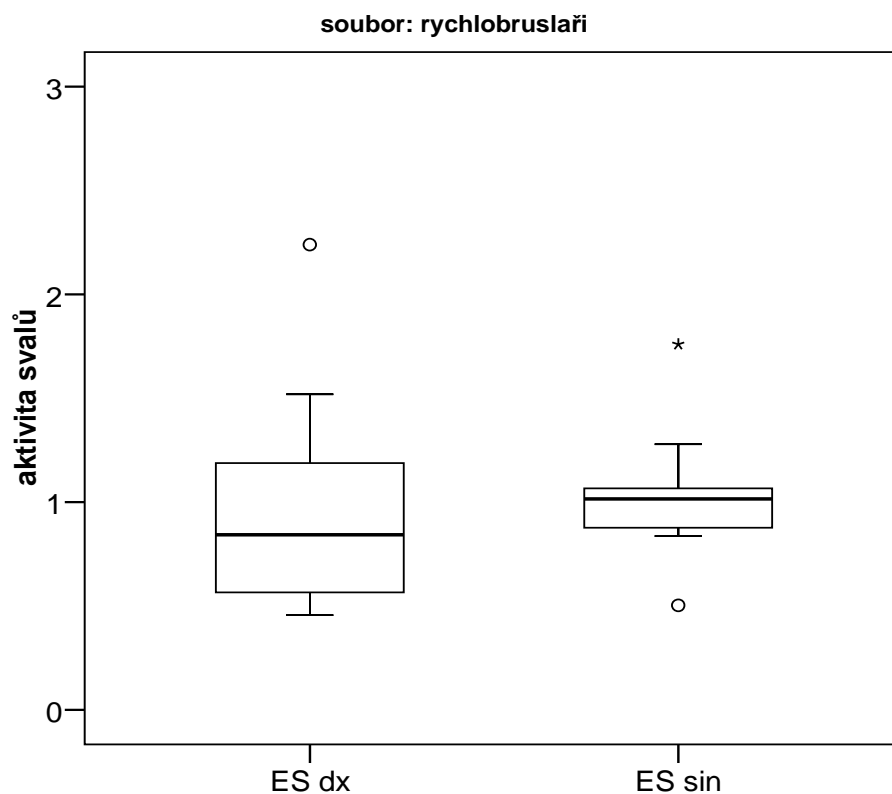
Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.3.4 Ověření hypotézy H04: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny posteriorně (toes up), na straně dominantní a nedominantní dolní končetiny u rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu.

V testu ADT při rotaci plošiny posteriorně neprokázal Wilcoxonův párový test ve skupině rychlobruslařů signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu ES dx a ES sin, ale nacházíme zde trend vyšší svalové aktivity svalu ES dx. (tedy ES na straně dominantní DK).

Graf 10 Box graf k H04, cíl 3



Tabulka 29 Tabulka popisné statistiky k H04, cíl 3

		ES sin, AD7	ES dx, AD7
rychlobruslaři,	N	10	10
AD test,	Minimum	,503	,455
toes up	Maximum	1,760	2,239
	Medián	1,015	,842
	Průměr	1,036	,984
	Směrodatná odchylka	,323	,547

Tabulka 30 Wilcoxonův párový test k H04, cíl 3**Pořadí^d**

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES dx, AD7 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	6	5,33	32,00
ES sin, AD7	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	4	5,75	23,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

d. soubor = rychlobruslaři

Tabulka 31 Tabulka testové statistiky k H04, cíl 3**Testové statistiky^{b,c}**

	ES dx, AD7 - ES sin, AD7
Z	-,459
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,646

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. soubor = rychlobruslaři

Závěr:

Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.4 Cíl 4

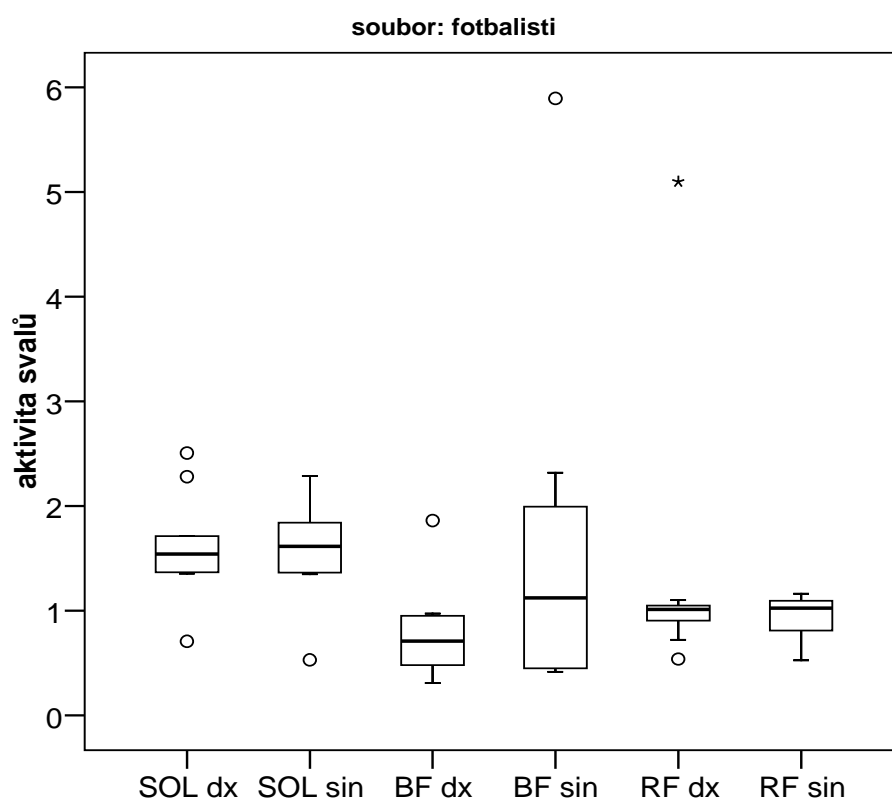
4.4.1 Ověření hypotézy H01: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně (toes down), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u fotbalistů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

V testu ADT při rotaci plošiny anteriorně prokázal Wilcoxonův párový test ve skupině fotbalistů signifikantně větší svalovou aktivitu svalu BF na nedominantní DK (medián 1,121) ve srovnání s dominantní DK (medián 0,710). Hladina signifikance testu $p = 0,009 (< 0,05)$.

Ve svalové aktivitě svalu SOL, resp. RF nebyl mezi dominantní a nedominantní dolní končetinou u fotbalistů prokázán signifikantní rozdíl, vidíme pouze tendenci vyšší svalové aktivity na nedominantní DK na obou testovaných svalech.

Graf 11 Box graf k H01, cíl 4



Tabulka 35 Tabulka popisné statistiky k H01, cíl 4

		SOL sin, AD12	SOL dx, AD12	BF sin, AD12	BF dx, AD12	RF sin, AD12	RF dx, AD12
fotbalisti,	N	10	10	10	10	10	10
AD test,	Minimum	,529	,707	,417	,309	,528	,538
toes down	Maximum	2,289	2,507	5,895	1,862	1,162	5,100
	Medián	1,614	1,542	1,121	,710	1,023	1,014
	Průměr	1,581	1,625	1,554	,773	,959	1,346
	SD	,479	,498	1,664	,452	,207	1,330

Tabulka 36 Wilcoxonův párový test k H01, cíl 4

Pořadí

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx, AD12 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	4	6,00	24,00
SOL sin, AD12	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	6	5,17	31,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
BF dx, AD12 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	9	5,89	53,00
BF sin, AD12	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	1	2,00	2,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		
RF dx, AD12 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	7	5,00	35,00
RF sin, AD12	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	3	6,67	20,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

j. soubor = fotbalisti

Tabulka 37 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 4

Testové statistiky^{c,d}

	SOL dx, AD12 - SOL sin, AD12	BF dx, AD12 - BF sin, AD12	RF dx, AD12 - RF sin, AD12
Z	-,357	-2,599	-,764
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,721	,009	,445

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

d. soubor = fotbalisti

Závěr:

Nulovou hypotézu zamítáme.

4.4.2 Ověření hypotézy H02: Není rozdíl v aktivitě svalů, měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně (toes down), na dominantní (PDK) a nedominantní (LDK) dolní končetině u rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu, zvláště pro každý ze sledovaných svalů SOL, BF a RF.

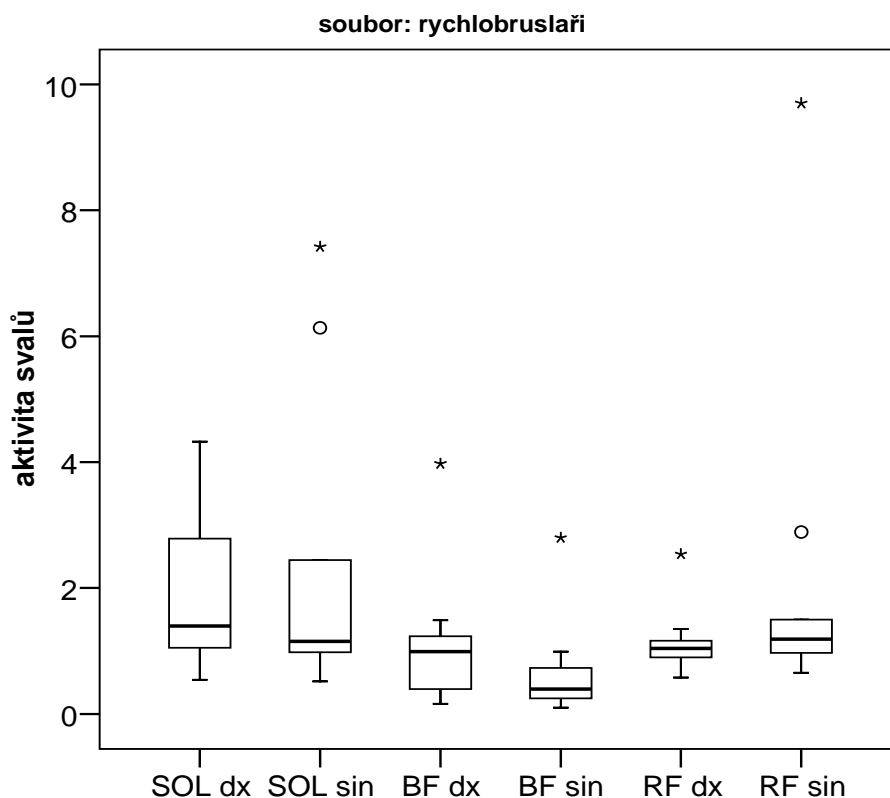
V testu ADT při rotaci plošiny anteriorně prokázal Wilcoxonův párový test u rychlobruslařů:

signifikantně větší svalovou aktivitu svalu BF na dominantní DK (medián 0,989) ve srovnání s nedominantní DK (medián 0,395). Hladina signifikance testu $p = 0,013$ ($< 0,05$) a

signifikantně menší svalovou aktivitu svalu RF na dominantní DK (medián 1,043) ve srovnání s nedominantní DK (medián 1,190). Hladina signifikance testu $p = 0,028$ ($< 0,05$).

Ve svalové aktivitě svalu SOL mezi dominantní a nedominantní DK u rychlobruslařů nebyl prokázán signifikantní rozdíl.

Graf 12 Box graf k H02, cíl 4



Tabulka 38 Tabulka popisné statistiky k H02, cíl 4

	SOL sin, AD12	SOL dx, AD12	BF sin, AD12	BF dx, AD12	RF sin, AD12	RF dx, AD12
rychlobruslaři, N	10	10	10	10	10	10
AD test, Minimum	,517	,543	,099	,160	,656	,580
toes down Maximum	7,421	4,328	2,799	3,974	9,701	2,538
Medián	1,152	1,398	,395	,989	1,190	1,043
Průměr	2,371	1,954	,669	1,121	2,123	1,146
SD	2,409	1,379	,795	1,097	2,733	,537

Tabulka 39 Wilcoxonův párový test k H02, cíl 4

Pořadí

	N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
SOL dx, AD12 - Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	5	6,40	32,00
SOL sin, AD12 - Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	5	4,60	23,00
Počet shod (stejná aktivita)	0		
Celkem	10		
BF dx, AD12 - Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	2	1,50	3,00
BF sin, AD12 - Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	8	6,50	52,00
Počet shod (stejná aktivita)	0		
Celkem	10		
RF dx, AD12 - Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	9	5,44	49,00
RF sin, AD12 - Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	1	6,00	6,00
Počet shod (stejná aktivita)	0		
Celkem	10		

j. soubor = rychlobruslaři

Tabulka 40 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 4

Testové statistiky^{c,d}

	SOL dx, AD12 - SOL sin, AD12	BF dx, AD12 - BF sin, AD12	RF dx, AD12 - RF sin, AD12
Z	-,459	-2,497	-2,191
Asymp. Sig. (2-tailed)	,646	,013	,028

c. Wilcoxon Signed Ranks Test

d. soubor = rychlobruslaři

Závěr:

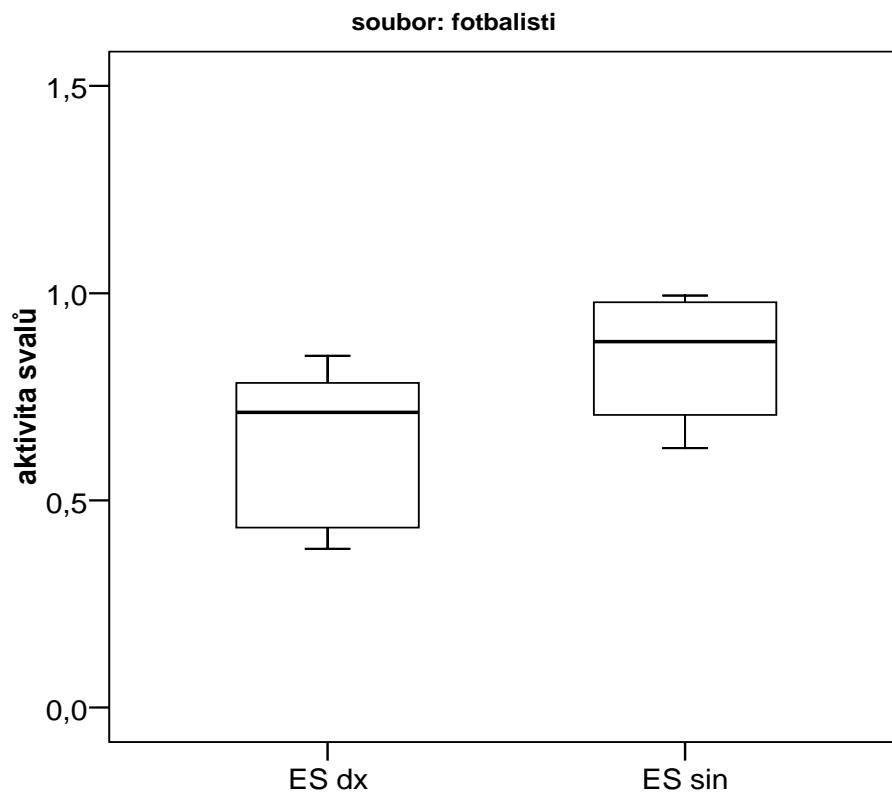
Nulovou hypotézu zamítáme.

4.3.3 Ověření hypotézy H03: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně (toes down), na straně dominantní a nedominantní dolní končetiny u fotbalistů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu.

V testu ADT při rotaci plošiny anteriorně prokázal Wilcoxonův párový test ve skupině fotbalistů signifikantně vyšší svalovou aktivitu svalu ES na straně nedominantní končetiny (medián 0,883) ve srovnání se svalovou aktivitou na straně dominantní končetiny (medián 0,713). Hladina signifikance testu $p = 0,013 (< 0,05)$.

Graf 13 Box graf k H03, cíl 4



Tabulka 41 Tabulka popisné statistiky k H03, cíl 4

		ES sin, AD12	ES dx, AD12
fotbalisti, AD	N	10	10
test, toes	Minimum	,626	,384
down	Maximum	,994	,849
	Medián	,883	,713
	Průměr	,852	,647
	Směrodatná odchylka	,136	,172

Tabulka 42 Wilcoxonův párový test k H03, cíl 4**Pořadí^d**

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES dx, AD12 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	8	6,50	52,00
ES sin, AD12	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	2	1,50	3,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

d. soubor = fotbalisti

Tabulka 43 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 4**Testové statistiky^{b,c}**

	ES dx, AD12 - ES sin, AD12
Z	-2,497
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,013

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. soubor = fotbalisti

Závěr:

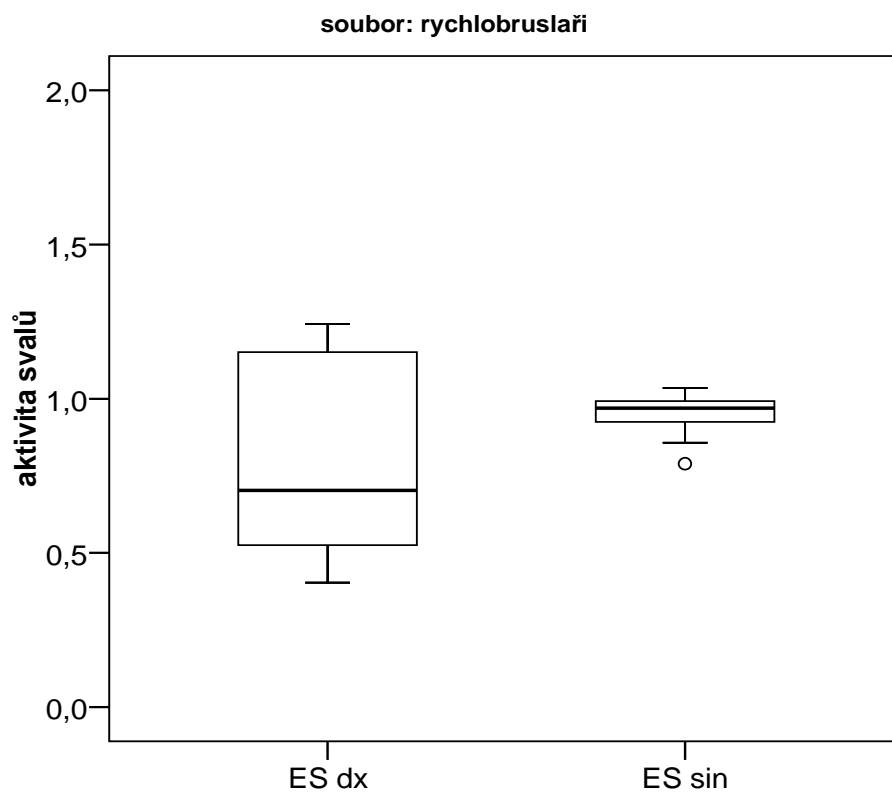
Nulovou hypotézu zamítáme.

4.4.4 Ověření hypotézy H04: Není rozdíl v aktivitě trupového svalstva (ES), měřené v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně (toes down), na straně dominantní a nedominantní dolní končetiny u rychlobruslařů.

Platnost nulové hypotézy byla ověřena pomocí neparametrického Wilcoxonova párového testu.

Wilcoxonův párový test neprokázal ve skupině rychlobruslařů signifikantní rozdíl ve svalové aktivitě svalu ES dx a ES sin v testu ADT při rotaci plošiny anteriorně, ačkoliv trend vyšší svalové aktivity je u ES sin.

Graf 14 Box graf k H04, cíl 4



Tabulka 44 Tabulka popisné statistiky k H04, cíl 4

		ES sin, AD12	ES dx, AD12
rychlobruslař	N	10	10
i, AD test,	Minimum	,789	,404
toes down	Maximum	1,035	1,243
	Medián	,969	,703
	Průměr	,947	,789
	Směrodatná odchylka	,073	,325

Tabulka 45 Wilcoxonův párový test k H04, cíl 4**Pořadí^d**

		N	Průměrné pořadí	Součet pořadí
ES dx, AD12 -	Kladné pořadí (menší aktivita na dx)	7	6,14	43,00
ES sin, AD12	Záporné pořadí (větší aktivita na dx)	3	4,00	12,00
	Počet shod (stejná aktivita)	0		
	Celkem	10		

d. soubor = rychlobruslaři

Tabulka 46 Tabulka testové statistiky k H04, cíl 4**Testové statistiky^{b,c}**

	ES dx, AD12 - ES sin, AD12
Z	-1,580
Asymptotická signifikance (oboustranná)	,114

b. Wilcoxon Signed Ranks Test

c. soubor = rychlobruslaři

Závěr:

Nulovou hypotézu nelze zamítnout.

4.5 Kineziologický rozbor

Součástí výzkumu této diplomové práce byl také orientační kineziologický rozbor. Nejprve byly provedeny testy laterality / dominance na dolních končetinách - třemi způsoby. Všichni probandi měli dominantní pravou dolní končetinu, ačkoliv testy na horní končetinu byly rozdílné. U některých probandů (jak fotbalistů, tak rychlobruslařů) byla nalezena zkřížená lateralita, kdy na horních končetinách převládala dominance levé horní končetiny a na dolních končetinách pak dominantní byla pravá.

Dále byly naměřeny antropometrické parametry (tj. výše uvedená výška a hmotnost) a odebrána základní anamnéza. Průměrná hmotnost se pohybovala přibližně kolem 76,5 kg, průměrná výška pak 180,9 cm.

Aspekci fotbalistů zepředu, z boku a zezadu jsem zjistila, že stoj převládá na zevní straně chodidel a bylo viditelné varózní postavení kolen u osmi z deseti testovaných. U sedmi z deseti fotbalistů bylo patrné anteverzní postavení pánve. Spine sign test i Trendelenburgův test byl u všech probandů ze skupiny fotbalistů negativní. U fotbalistů byly zpravidla zkráceny následující svaly: hamstringy (deset z deseti testovaných), m. rectus femoris (sedm z deseti probandů) i m. iliopsoas (osm z deseti testovaných, dále adduktory kyčle (devět z deseti) a m. triceps surae (pět z deseti měřených). Při palpačním vyšetření byl zjištěn velmi často hypertonus erektorů (sedm z deseti probandů).

Aspekci in-line rychlobruslařů bylo zjištěno, že převažuje stoj na vnitřních stranách chodidel s výrazným zatížením v oblasti pat (sedm z deseti testovaných) a u čtyř z deseti byla patrna tendence k valgóznímu postavení kolen. Postavení pánve bylo bez výrazných změn, pánev v anteverzním postavení byla patrna u jednoho z deseti rychlobruslařů. Spine sign test i Trendelenburgův test byl i u všech probandů ze skupiny in-line rychlobruslařů negativní. U in-line rychlobruslařů nebylo patrné téměř žádné zkrácení svalů na DKK, pozitivní výsledek byl pouze u m. iliopsoas a to v sedmi z deseti testovaných. Při palpačním vyšetření byla patrna hypertrofie v distální části m. biceps femoris dexter (dx.)- tedy na dominantní DK (u devíti z deseti rychlobruslařů) a mm. vasti na obou DKK (deset z deseti). Častým fenoménem bylo omezení vnitřní rotace v kyčli na pravé dolní končetině.

5 DISKUZE

Diplomová práce se zabývá rozdíly ve svalové aktivitě na dolních končetinách a trupu u sportovců s asymetrickou zátěží, konkrétně u fotbalistů a in-line rychlobruslařů. Celkem bylo měřeno dvacet probandů, z toho deset fotbalistů a deset in-line rychlobruslařů.

Vzhledem k zamyšlení nad typem využívaných lokomočních strategií ve vztahu k jednostrannému zatěžování během těchto sportovních aktivit bylo předpokládáno, že trend většího jednostranného zatížení bude u in-line rychlobruslařů. Tito sportovci totiž během své závodní pohybové aktivity používají mnohem více členění dolních končetin (DKK) na stojnou a švihovou, tedy nedominantní a dominantní DK, což pravděpodobně zapříčiňuje jízdu po oválné dráze, kde v protisměru hodinových ručiček „vyjíždí“ stále stejně levostranně klopený oblouk. Rychlobruslař během jízdy po této dráze častěji preferuje stoj na nedominantní DK a švih na dominantní končetině. I když si vždy během přešlapů musí přešlápnout oběma dolními končetinami (čímž se stojná/nedominantní DK změní na švihovou/dominantní), nedominantní (stojnou) DK provede přešlap mnohem menší a časově i délkově kratší, tudíž i když se stojná změní na švihovou, dojde k mnohem nižší svalové aktivitě během zapojení svalových skupin na této DK, než je u něho na švihové končetině obvyklé. To potvrzuje i studie Hoose a kolektivu (2001), kdy bylo snímáno EMG vybraných svalů DK a trupu během bruslení. Zmíněná studie zjistila, že všechny svaly byly aktivní po většinu stojné fáze. Naproti tomu ale stojí fakt, že rychlobruslař používá pohyby se stálým propojením horního, dolního trupu a končetin mezi sebou k neustálému přizpůsobení se ztíženým podmínkám ve smyslu zmenšené a nestabilní opěrné plochy, což by nasvědčovalo faktu, že potřebuje k dosažení kvalitních výsledků především svalovou koordinaci celého těla.

Fotbalista během utkání střídá různé intenzity a typy chůze a běhů, což prokládá různými typy kopů, nicméně v mnohem vyrovnanějším poměru než rychlobruslař. Mohr et al. (2003) popisuje osm různých druhů chůze a běhů během fotbalového utkání špičkových světových hráčů.

Statistickými testy bylo zjištěno šest signifikantních rozdílů u hráčů fotbalu a in-line rychlobruslařů (signifikace menší než 0,05). V ostatních testech (osm testů) nebyly zjištěny předpokládané rozdíly, avšak častokrát se hodnoty velmi blížily hladině

signifikace, která by byla pravděpodobně mohla být potvrzena při větším počtu probandů v dané studii a menší variabilitě souborů sledovaných probandů.

Soubor fotbalistů sice tvořili hráči ze stejné soutěžní úrovně, ale zároveň byli z jiných fotbalových klubů (FK Náchod, FK Poruba, FK Havířov). Soubor rychlobruslařů tvořili taktéž sportovci ze stejné soutěžní kategorie, ale ze dvou různých klubů (USK Opava, FSK Olomouc). Jak v tréninkových technikách, tak v taktice sportu je nejen mezi jednotlivými kluby, ale i mezi jednotlivci rozdíl, i proto se v naměřených datech daných skupin vyskytla značná variabilita. Obě skupiny sice tvořili zástupci pouze mužského pohlaví v průměrném věku 26 let, ale ve věkovém rozmezí 23 - 28 let. Zástupci skupiny fotbalistů se svému sportu věnovali minimálně 13 let, v průměru však 17 let. Zástupci in-line rychlobruslení se své disciplíně věnovali vzhledem k mladému věku tohoto sportu minimálně 9 let a v průměru 10 let, většina z nich však s tím, že se v minulosti již jízdou na in-line bruslích zabývala, ne však na vrcholové úrovni v podobě in-line rychlobruslení. Z výše zmiňovaných důvodů plyne, že ač snaha o co největší homogenitu byla velká, k úplné homogenitě nedošlo a výsledky proto nemusí být zcela jednoznačné.

Důležitým společným faktorem pro obě měřené skupiny byla laterální preference dolních končetin. U dolních končetin lateralita nemusí souviset s laterální preferencí horních končetin až v pětadvaceti procentech, v tomto případě hovoříme o zkřížené lateralitě (Švajgl, 2000). Při testování laterality v rámci měření do diplomové práce byla zjištěna zkřížená lateralita u dvou z deseti fotbalistů a u jednoho z deseti rychlobruslařů. Ovšem již v roce 1983 napsaly Drnková a Syllabová, že ne všichni lidé se dělí na praváky a leváky, část lidí má zcela nevyhraněnou lateralitu. To se potvrdilo u jednoho z deseti měřených in-line rychlobruslařů, kde v několika testech laterality nebyla zjištěna jednoznačná preference jedné dolní končetiny, ačkoliv na horní končetině byla jednoznačně potvrzena dominance levé horní končetiny. Sojáková (2003) uvádí v závěru své studie zaměřené na lateralitu a její vliv na posturální terapii u mladých sportovců, že mnohem stabilnější stoj a větší svalová aktivita byla naměřena na nedominantní (většinou stojné) dolní končetině. Vařeka (2001) ve své práci se zaměřením na úlohu dolních končetin při změně postury zdůrazňuje, že postura je základní podmínkou veškerých motorických aktivit a při její konkrétní atitudě hraje důležitou roli právě dolní končetina, která zajišťuje stabilní stoj a tím realizaci plánovaného pohybu. Poukazuje však na to, že lepší posturu je schopna zajistit nedominantní dolní končetina, což potvrzuje většina naměřených dat v této práci, kdy

popisné statistiky udávají fenomén větší svalové aktivity právě na nedominantní dolní končetině, tzn. LDK.

Hypotéza H01 v cíli 3 tento fakt přímo potvrzuje, byla zde totiž naměřena signifikantně větší svalová aktivita u fotbalistů u svalu m.biceps femoris na nedominantní dolní končetině ve srovnání s dominantní končetinou. Na druhou stranu v ostatních případech v této hypotéze se však tento fakt nepotvrdil. V aktivitě m.soleus byl prokázán pouze trend vyšší aktivity na nedominantní končetině, nikoliv však signifikace a v m.rectus femoris byl trend dokonce opačný, tzn. větší svalovou aktivitu vykazoval m.rectus femoris dominantní (pravé) DK. Stejně se dá popsat výsledné hodnocení hypotézy H01 v cíli 4, kdy šlo o úplně stejné testování fotbalistů, jen s rozdílem, že při Adaptation Testu (ADT) v cíli 4 plošina rotovala anteriorně (palce směřovali dolů), zatímco v cíli 3 rotovala posteriorně (palce směřovali nahoru). I v této hypotéze je signifikantně vyšší aktivita m.biceps femoris nedominantní končetiny, aktivita m.soleus byla sice vyšší na nedominantní (levé) končetině, avšak ne se signifikancí a m.rectus femoris vykazuje vyšší aktivitu na pravé (dominantní) DK. Otázkou tedy zůstává, proč u obou těchto hypotéz vykazuje m.rectus femoris vyšší aktivitu na dominantní končetině, když Sojáková (2003) i Vařeka (2001) popisují, že zjistili vyšší svalovou aktivitu na nedominantní dolní končetině. Podle Perry (1992) se m.rectus femoris zapojuje především ve švihové fázi chůze, z čehož lze odvodit, že i u sportovců s tímto typem aysemtrické zátěže bude m.rectus femoris zatěžován více na dominantní končetině, která je právě švihovou a je často využívána ke kopům. Rozlišnost trendu výsledků měření u tohoto svalu zřejmě nastala z důvodu výše popsané rozdílné testové situace, tzn.opačné rotace plošiny. U rotace plošiny posteriorně se m.rectus femoris zapojuje koncentricky, zatímco v případě druhém, kdy plošina rotovala anteriorně se tento sval zapojuje v excentrickém režimu. Během technik výkopu míče se m.rectus femoris na dominantní DK zapojuje koncentricky, tudíž vidíme i v našem měření fenomén vyšší aktivity na straně dominantní DK. Při rotaci plošiny anteriorně se aktivuje v excentrickém režimu, tudíž se na dominantní DK svalová aktivita jeví jako nižší.

Rychlobruslaři byli testováni stejným způsobem. V cíli 3 to popisuje testování hypotézy H02 a v cíli 4 hypotézy H02. V hypotéze H02 v cíli 3 sice nebyla prokázána signifikantně větší svalová aktivita u jednotlivých svalů na dominantní nebo nedominantní DK, ale hodnoty popisných statistik vykazují u všech naměřených svalů na nedominantní DK trend vyšší svalové aktivity. V cíli 4, hypotéze H02 vychází

z testování signifikantně vyšší svalová aktivita u svalu m.biceps femoris na dominantní DK a signifikantně vyšší svalová aktivita m.rectus femoris nedominantní DK. Signifikace vyšší svalové aktivity u m.biceps femoris dominantní DK u rychlobruslařů je zřejmě dána koncentrickým typem kontrakce, kterou preferují v případě tohoto svalu na dominantní DK jak v testové situaci, kdy plošina rotovala anteriorně, tak v zapojení ve sportovní praxi. Dochází zde po odrazu během švihů k flexi v kolenním kloubu a extenzi v kyčelním kloubu. Když však plošina rotuje posteriorně m.biceps femoris se aktivuje excentricky, tudíž je patrna nižší svalová aktivita. M. soleus pak v tomto případě vykazuje vyšší aktivitu opět na dominantní končetině. Rozdíl ve svalové aktivitě u posledního zmiňovaného svalu je pravděpodobně dán tím, že rychlobruslař jej používá na dominantní DK koncentricky k urychlení švihů s důrazem na odraz. V tomto případě tudíž vidíme větší svalovou aktivitu právě na straně dominantní DK. V druhém případě, kdy dochází k excentrickému zapojení m.soleus během testování je jeho svalová aktivita na dominantní končetině nižší. Rozdílnost těchto dvou případů hypotéz tedy ne zcela souhlasí s poznatky výše uvedených studií Sojákové (2003) a Vařeky (2001) a tím pravděpodobně nepotvrzují, že by byla jednoznačně vyšší svalová aktivita na straně nedominantní DK.

Kromě svalů na dolních končetinách byla měřena aktivita svalů na zadní straně trupu, konkrétně m.erector spinae. Podle Vélého (2006) se výše zmiňovaný sval zapojuje při švihové fázi chůze a to na opačné straně, než kde je švih prováděn. Dylevský (2009) pak uvádí, že při oboustranné akci vykonává tento sval extenzi páteře, při jednostranné kontrakci provádí v koaktivitě s ventrální muskulaturou a dalšími svaly na zadní straně trupu lateroflexi. Měření fotbalistů a in-line rychlobruslařů tato fakta potvrdila, nejvíce pak o tom vypovídá hypotéza H03 v cíli 4, kdy byla porovnávána aktivita m.erector spinae bilaterálně u fotbalistů při Adaptation Testu (ADT), kdy plošina rotovala anteriorně. U hráčů fotbalu, kde je předpoklad preference jedné dolní končetiny pro různé činnosti usměrňování míče nohou, by se dala očekávat tendence vyšší svalové aktivity u m.erektor spinae na straně nedominantní (stojné) DK, neboť při těchto aktivitách dochází často k lateroflexi trupu jakožto prevenci pádu. V této hypotéze byl tento předpoklad potvrzen dokonce signifikantním výsledkem, kde vidíme signifikantně vyšší svalovou aktivitu m.erector spinae na straně nedominantní DK.

V cíli 3, hypotéze H03 si ale můžeme povšimnout opačného trendu, přitom se i v této hypotéze jedná o testování fotbalistů, taktéž v testu ADT s rozdílem rotace plošiny, která v tomto případě rotovala posteriorně. Zde vykazuje vyšší aktivitu

m.erector spinae na straně dominantní dolní končetiny, což je zřejmě opět zapříčiněno typem rotace plošiny, kdy se vzpřimovače trupu podílí na pohybu v excentrickém režimu svalové práce.

In-line rychlobruslaři byli testováni stejným způsobem, během ADT testu. Jak v hypotéze H04 v cíli 3, tak v hypotéze H04, cíli 4 byl zjištěn fenomén vyšší svalové aktivity m.erector spinae na straně nedominantní končetiny, což se dá vysvětlit tím, že během celého levého oblouku, který rychlobruslař během jedné jízdy po oválné dráze absolvuje dvakrát, se musí jeho trup poměrně markantně vychýlit právě na levou stranu, čili dochází k lateroflexi trupu na stranu nedominantní končetiny. Andersson et al. (1996) provedli studii, kde byla zkoumána mimo jiné aktivita m.erector spinae. V závěru této studie je uvedeno, že nejvíce znatelné zapojení m.erector spinae je právě při lateroflexi trupu na straně úklonu. V případě in-line rychlobruslařů je tedy pochopitelná vyšší aktivita tohoto svalu na straně nedominantní DK, kam se trup výrazně uklání. V druhé hypotéze ale vidíme ten samý trend, ačkoliv se jedná o excentrické zapojení tohoto svalu během testování. Tento fenomén by mohl být zapříčiněn flekčním postavením trupu při téměř veškerém pohybu na dráze, tudíž dochází k excentrickému pohybu trupového svalstva, který brzdí pohyb ventrální muskulatury tak, aby nedošlo k přepadnutí sportovce dopředu.

V cíli 1 a 2 byla statisticky porovnávána aktivita jednotlivých svalů vždy na jedné DK, případně aktivita zádových svalů jedné strany trupu mezi fotbalisty a rychlobruslaři.

Studie, která se zabývala popisem fotbalového výkopu/kopu, zdůrazňuje význam maximální síly svalů dolních končetin a koordinaci mezi svalovými agonisty (m. rectus femoris, m. vastus lateralis a medialis, m. tibialis anterior a m. iliopsoas) a antagonisty (m. gluteus maximus, m. biceps femoris a m. semitendinosus) během výkopu (Manalopoulos et al., 2006). Toto tvrzení dokazuje fakt, že fotbalista preferuje především maximální svalovou sílu na dolních končetinách, jak v tréninku, tak i v samotném fotbalovém zápase. Tento trend vidíme i v našem měření, kdy téměř ve všech případech hypotéz v cíli 1 a 2 (porovnávání svalové aktivity během Motor Control Testu (MCT)) je znatelně vyšší svalová aktivita jak na dominantní, tak nedominantní DK (a u m.erector spinae na straně dominantní i nedominantní DK) u fotbalistů, ať se jedná o m.soleus, m.biceps femoris, m.erector spinae nebo m.rectus femoris.

V posledním zmiňovaném svalu však nacházíme rozdíl a to v cíli 1, hypotéze H02, kdy aktivita m.rectu femoris na nedominantní dolní končetině při podtrhu plošiny dopředu byla vyšší u fotbalistů, nikoliv rychlobruslařů, jak vidíme např. v hypotéze H02, cíli 2, kde je též zkoumána nedominantní DK, ale při translaci plošiny dozadu. V případě hypotézy H02, cíli 2 je dokonce výsledná hodnota statistického testu u rychlobruslaře téměř signifikantní (asymptotická signifikace m.rectus femoris - 0,070). Tento fenomén je patrně dán tím, že in-line rychlobruslař používá nedominantní dolní končetinu především jako stojnou a na rozdíl od fotbalisty na této dolní končetině tolik nestřídá různé druhy pohybů, ale preferuje právě koncentrickou kontrakci tohoto svalu. Jak bylo výše zmíněno, Mohr et al. (2003) popisuje ve své studii časový podíl jednotlivých typů lokomoce špičkových evropských profesionálních hráčů ve fotbalovém utkání následovně: chůze – 41,8% celkové doby utkání, stoj - 19,5%, poklus - 16,5%, běh v nízkých rychlostech 9,5%, běh ve středních rychlostech - 4,5%, běh vzad - 3,7%, běh ve vysokých rychlostech – 2,8%, sprinty – 1,4 %. Z této studie je tedy patrna variabilita pohybů během zápasu i tréninkových jednotek. Na rozdíl od fotbalisty tedy in-line rychlobruslař využívá méně druhů pohybových stereotypů, ale ty které využívá, pak uplatňuje po delší časový úsek. Na druhou stranu Herzog et al.(1991) popsali ve své studii, kde testovali rozdíl v délce zapojení m.rectu femoris u cyklistů/rychlobruslařů a běžců, že delší zapojení v průběhu lokomoce u těchto sportovců vykazuje m.rectus femoris běžců, nicméně studovali dvě skupiny a do jedné z nich spadali rychlobruslaři a cyklisté najednou, což mohlo ovlivnit výsledek studie. Dále pak kolektiv autorů zdůrazňuje, že zkoumal délku zapojení v průběhu pohybu, nikoliv svalovou aktivitu jako takovou a připouští, že by bylo vhodné tuto záležitost v dalších studiích podrobněji prozkoumat. Psota a kol. (2006) poukazuje na skutečnost, že u fotbalistů bylo nalezeno v některých svalech dolní končetiny (např. m.quadriceps femoris) 40 - 60% rychlých svalových vláken typu FG (fast glykolytic) a FOG (fast oxidative and glycolytic), přičemž u rychlobruslařů či cyklistů podíl tohoto typu svalových vláken byl pouhých 8 - 40%, což by mělo směřovat k tomu, že m.rectus femoris bude vykazovat větší svalovou aktivitu právě u fotbalistů, neboť FG svalová vlákna jsou určena k rychlým kontrakcím provedeným maximální silou, FOG pak k rychlým kontrakcím provedeným velkou intenzitou.

Naproti těmto studiím stojí však fakt, že stojná DK u in-line rychlobruslaře je po většinu času jízdy ve střídající se semiflexi s extenzí v kolenním a kyčelním kloubu (opět z důvodu nabrání rychlosti), přičemž m.quadriceps femoris musí zajistit kontrolu

nad tímto pohybem, a pro akceleraci pohybu musí vyvinout poměrně velkou svalovou sílu. Právě tímto fenoménem by se dala vysvětlit tendence větší svalové aktivity u m.rectus femoris na nedominantní DK u rychlobruslařů (hypotéza H02, cíl 2). Tento trend nebyl prokázán v hypotéze H02, cíli 1, kdy se jednalo o stejné testování, pouze s rozdílem translace plošiny, jelikož při podtrhu plošiny dopředu se tento sval koncentricky neuplatňuje.

U dominantních dolních končetin, jak již bylo zmíněno výše, byla jednoznačně potvrzena tendence vyšší svalové aktivity u fotbalistů než u rychlobruslařů a to jak v cíli 1, hypotéze H01, tak v cíli 2, hypotéze H01 u všech měřených svalů, což opět potvrzuje studii, kterou provedl Manalopoulos et al. (2006), který zdůrazňuje význam maximální síly svalů dolních končetin u hráčů fotbalu během výkopu.

Dále byla porovnávána opět aktivita svalů na zadní straně trupu – m.erector spinae u fotbalistů a rychlobruslařů na straně dominantní a nedominantní DK a to v cíli 1, hypotéze H03 a v cíli 2, hypotéze H03. Obě tato měření proběhla při testové situaci MCT testu – v prvním případě s translací plošiny dopředu, v druhém s posunem plošiny dozadu. V obou případech docházíme ke stejnému výsledku. Jak na straně dominantní, tak nedominantní dolní končetiny pozorujeme trend vyšší svalové aktivity u fotbalistů, než u rychlobruslařů. Ovšem při detailnějším pozorování hodnot v tabulkách popisných statistik v aktivitách mezi m.erector spinae na straně dominantní a nedominantní DK zvláště u fotbalistů a rychlobruslařů si můžeme povšimnout, že dochází ke stejnému, výše pospanému fenoménu u fotbalistů (viz cíl 3 a 4, v obou cílech pak hypotézy H03 a H04). V cíli 1, hypotéze H03 i v cíli 2, hypotéze H03 se rozdíly hodnot svalových aktivit na straně dominantní a nedominantní DK u rychlobruslařů neliší, tzn. jednoznačně zde vidíme v obou případech vyšší aktivitu na straně nedominantní DK. U fotbalistů však vidíme v jednom případě (cíl 2, hypotéza H03) vyšší aktivitu m.erector spinae na straně nedominantní DK, avšak v druhém případě (cíl 1, hypotéza H03) vyšší aktivitu m.erector spinae na straně dominantní DK. Vrátime-li se ke studii, kterou provedl Mohr et al. (2003), kde popisuje časový podíl jednotlivých typů lokomoce ve fotbalovém utkání, můžeme říci, že hráči fotbalu kromě jednostranné aktivity při hře s míčem střídají různé typy chůze a běhů, z čehož by se dalo usoudit, že nemusí docházet k až tak velké asymetrické zátěži v oblasti svalů na zadní straně trupu a pravděpodobně výsledky testování výše zmíněných hypotéz nám tento fakt potvrzují.

Jelikož statistických dat a údajů je mnoho, pro výstižnější popsání situace a srovnání skutečnosti s výše uvedeným předpokladem bych vybrala cíl 4, hypotézy H01,

H02, H03 a H04, kde byli porovnáváni hráči fotbalu a in-line rychlobruslaři a navíc zde nacházíme čtyři z šesti zmiňovaných signifikací. Trend svalové aktivity u fotbalistů byl následující. M. soleus, m. biceps femoris na nedominantní DK a m. erector spinae na straně nedominantní DK vykazovali trend vyšší svalové aktivity (u m. biceps femoris a m. erector spinae pak dokonce můžeme popsat rozdíl v aktivitě svalů jako signifikantní). M. rectus femoris se na rozdíl od výše jmenovaných svalů zapojuje v excentrickém režimu při rotaci plošiny anteriorně v případě testování všech těchto hypotéz a vykazuje vyšší svalovou aktivitu taktéž na nedominantní DK, čili jedině v tomto případě sledujeme tendenci vyšší svalové aktivity na straně dominantní DK, která by se pravděpodobně potvrdila (a v hypotéze H01, cíli 3 se potvrdila) u rotace plošiny opačným způsobem. Tendence svalové aktivity u rychlobruslařů byla taková, že u m. biceps femoris a m. soleus je vyšší aktivita na straně dominantní DK (m. biceps femoris potom dokonce signifikantně vyšší), m. erector spinae vykazuje svalovou aktivitu vyšší na opačné straně (na straně nedominantní DK). M. rectus femoris má signifikantně vyšší aktivitu na straně nedominantní DK, ale zde opět musíme podotknout skutečnost, že šlo na rozdíl od ostatních svalů opět o excentrické zapojení tohoto svalu. Z tohoto popisu můžeme vidět inklinaci k jednostranné vyšší svalové aktivitě u hráčů fotbalu.

ZÁVĚR

Cílem této diplomové práce bylo porovnat jednostrannou zátěž u sportovců různých sportovních odvětví s asymetrickou zátěží, fotbalistů a in-line rychlobruslařů. Po rekapitulaci výsledků získaných v diplomové práci docházím k závěru, že ačkoliv oba z výše jmenovaných sportů se řadí do disciplín s nevyváženou zátěží, předpoklad, že in-line rychlobruslaři budou vykazovat větší trend jednostranné zátěže, se neprokázal.

Již během orientačního kineziologického rozboru bylo patrné, že stav pohybového aparátu u in-line rychlobruslařů bude pravděpodobně lepší a asymetrické zatížení nebude tak markantní jako u fotbalistů. Naměřená data a hodnoty jednotlivých statistických testů tento fenomén prokazují. V diskuzi bylo uvedeno, že in-line rychlobruslaři sice mají velkou jednostrannou pohybovou aktivitu, nicméně aby mohli podávat výborné výkony, ke své činnosti potřebují koordinaci svalů celého těla. Tuto domněnku můžeme potvrdit.

V úvodu práce je řečeno, že nynější sedavý způsob života a nedostatek pohybu mnozí z nás kompenzují jedním ze sledovaných sportů nebo alespoň jeho modifikací. Pokud k sedavému životnímu stylu přidáme aktivnější provozování fotbalu, zřejmě nedocílíme požadovaného výsledku v podobě zbavení fyzického a následně psychického napětí, naopak můžeme dojít k mnohem větším zdravotním potížím v podobě svalových dysbalancí, které, jak je obecně známo, vedou k dalšímu diskomfortu např. v podobě kloubních blokády, bolesti hlavy, nevolnostem apod.

In-line bruslení se jeví jako méně organismu škodlivý a méně jednostranně zatěžující sport a to i v podobě studií sledovaného in-line rychlobruslení, kde k jednostranné zátěži dochází mnohem více, než u běžného in-line bruslení. Jedním z důvodů nálezu menších rozdílů v asymetrickém zatížení u rychlobruslařů může být i fakt, že na zařazení kompenzačních cvičení u rychlobruslařů je kladen mnohem větší důraz než u fotbalistů (ze sledované soutěžní kategorie) a dále, že při trénincích je trend prosazovat jízdu i v opačném směru, než je obvyklé (tedy ne v levém, ale pravém oblouku), u dětí byl dokonce tento trend prosazen do samotných soutěžních disciplín.

Z výše uvedených faktů plyne, že pokud bych měla vybrat jednu z těchto dvou sportovních disciplín jakožto kompenzaci nedostatku pohybu z důvodu sedavého způsobu života, preferovala bych výběr in-line bruslení.

LITERATURA A PRAMENY

ANDERSSON, EA, et al. EMG activities of the quadratus lumborum and erector spinae muscles during flexion-relaxation and other motor tasks . *Clinical Biomechanics*. 1996, Volume 11, Issue 7, s. 392-400 .

ARKOV, V.V., et al. Comparative study of Stabilometric Parameters in Sportsmen of Various Disciplines . *Sports Medicine* [online]. 2009, vol. 147, no. 2 [cit. 2010-04-08], s. 194-196. Dostupný z WWW: <<http://www.springerlink.com/content/j751168331111754/fulltext.pdf>>.

ASSEMAN, F, et al. Is there a transfer of postural ability from specific to unspecific postures in elite gymnasts?. *Neuroscience Letters*. 2004, 358, s. 83-86.

BURSOVÁ, M., VOJTÍK, J., ZALABÁK, J. *Kompenzační cvičení pro fotbalisty*. 1. vyd. Praha: Olympia a.s., 2003. 96 s. ISBN 80-7033-793-1

BRINGOUX, L, et al. Effects of gymnastics expertise on the perception of body orientation in the pitch dimension. *Journal of Vestibular Research*. 2000, 6, s. 251–258.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Funkční anatomie*. Praha : Grada, 2009. 544 s. ISBN 978-80-247-3240-4.

DYLEVSKÝ, Ivan. *Speciální kineziologie*. Praha : Grada, 2009. 184 s. ISBN 978-80-247-1648-0.

DYLEVSKÝ, Ivan, KUČERA, Milan. *Pohybový systém a zátěž*. Praha : Grada, 1997. 252 s. ISBN 80-7169-258-1.

DRNKOVÁ, Z., SYLLABOVA, R. Lateralita obecně : Prameny: Záhada leváctví a praváctví [online]. 1983 [cit. 2009-12-07]. Dostupný z WWW: <http://www.ped.muni.cz/wbio/studium/stud_mat/Mra-mat/Lateralita.pdf>.

GANONG, W. F. *Přehled lékařské fyziologie* (z anglického originálu *Review of Medical Physiology*). Přeložil: Herget Jan. 20th Edition. Praha: Galén, 2005. 890 s. ISBN 80-7262-311-7.

GOLOMER, E; CREMIEUX, J; DUPUI, P. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers.. *Neuroscience Letters*. 1999, 267, s. 189–192.

HÁJKOVÁ, M, et al. *Telovýchovné lékařstvo*. Martin : Osveta, 1988. Neurohumorální regulácia pri telesnom zaťažení, s. 164.

HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže I.* (obecná část). Praha: Karolinum, 1999. 203 s. ISBN 80-7184-875-1

HOOS, O., HOTTENROTT, K., SOMMER, H. M. Muscle coordination in competitive in-line speed skaters at different skating speeds. In GERBER, H., MÜLLER, R. *Proceedings of the XVIII th Congress of Biomechanics*. Zurich : [s.n.], 2001. s. 180. Dostupné na WWW: <<http://www.kuno-hottenrott.de>>.

KOLÁŘ, Pavel, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha : Galén, 2009. 713 s. ISBN 978-80-7262-657-1.

KRAČMAR, Bronislav, VYSTRČILOVÁ, Martina. *Postura při sportovní lokomoci ve fylogenetických souvislostech* [online]. Praha : Katedra atletiky, Fakulta tělesné výchovy a sportu v Praze, 2008 [cit. 2009-10-28]. Dostupný z WWW: <http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/spp/voda/doc/postura_pri_sportovni_lokomoci_ve_fylogenetickych_souvislostech.doc>.

KRIŠTOFIČ, Jaroslav. *Kondiční trénink (207 cvičení s medicinbaly, expandery a aerobary)*. Praha : Grada, 2007. 196 s. ISBN 978-80-247-2197-2.

KUČERA, M, *Telovýchovné lékařstvo*. Martin : Osveta, 1988. Pohybový systém, s. 164.

KUHN, Katja, et al. *Vytrvalostní trénink*. České Budějovice : Kopp, 2005. 126 s. ISBN 80-7232-252-4.

KUKAČKA, Vladislav. *Http://home.zf.jcu.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. Zemědělská fakulta Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Dostupné z WWW: <<http://home.zf.jcu.cz/public/departments/ktv/page/skripta/3.metabolismus.pdf>>.

LEWIT, Karel. *Manipulační léčba*. 5. vyd. Praha: nakladatelství Sdělovací technika, spol. s r. o., 2004. 411 s. ISBN 80-86645-04-5.

MÁČEK, M. *Telovýchovné lékařstvo*. Martin : Osveta, 1988. Zdroje energie pro svalovou činnost, s. 164.

MANOLOPOULOS, E. at all. Effects of combined strength and kick coordination training on soccer kick biomechanics in amateur players. *Scandinavian Journal of medicine & science in sports* [online]. 2006, roč., č., November 2004, [cit. 2009-10-05]. Dostupné na WWW: <http://futbol.investigacion.uma.es/descargas/entreno_fuerza_y_golpeo.pdf>.

MOHR, M, et al. Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of Sports Sciences*. 2003, 21, No.7, s. 519-528.

NEUMANN, George; PFUTZNER, Arndt; HOTTENROTT, Kuno. *Trénink pod kontrolou: metody, kontrola a vyhodnocení vytrvalostního tréninku* . Praha : Grada Publishing, 2005. 184 s.

PERRY, Jacquelin. *Gait analysis: normal and pathological function* . Thorofare : SLACK Incorporated, 1992. 556 s. ISBN 1-55642-192-3.

PILLARD, Th.; NOÉ, F. Effect of expertise and visual contribution on postural. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*. 13 September 2005, 16, s. 345-348

PLACHETA, Zdeněk, et al. *Zátěžové vyšetření a pohybová léčba ve vnitřním lékařství*. Brno : Masarykova univerzita v Brně, 2001. 179 s. ISBN 80-210-2614-6.

PSOTTA, R. a kol. *Fotbal – kondiční trénink*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 220 s. ISBN 80-247-0821-3

TICHÝ, J., BĚLÁČEK, J. Pravo/levorukost a preference druhostranné dolní končetiny. Testování laterality a mozečkové dominance. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* [online]. 2008, roč. 71, č. 104(5) [cit. 2009-12-07], s. 552-558. Dostupný z WWW: <http://www.csnn.eu/pdf/nn_08_05_05.pdf>.

VAŘEKA, Ivan. Lateralita ve vývojové kineziologii a funkční patologii pohybového systému. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, No.2, s. 92-98.

VÁVRA, J, Telovýchovné lékařstvo. Martin : Osveta, 1988. Transportní systém, s. 164.

VÉLE, František. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Grada Publishing, 2006. 375 s. ISBN 80-7254-837-9.

VUILLERME, N, et al. The effect of expertise in gymnastics on postural control. *Neuroscience Letters*. 2001a, 303, s. 83–86.

SELIGER, V.; VINAŘICKÝ, R.; TREFNÝ, Z. *Fysiologie tělesných cvičení*. Praha: Avicenum, 1980. 345 s.

SOBOVÁ, V, ZELENKA, V. *Fyziologie tělesných cvičení a sportu*. Praha : Olympia, 1973. 174 s. ISBN 27-038-73.

SOJÁKOVÁ, M. Lateralita a jej vplyv na posturální terapiu u mladých športovcov. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2003, No.1, s. 47-49.

SOUMAR, Libor, PSOTOVÁ, Dana. Uzlové body oboustranného bruslení jednodobého. In KIRCHNER, Jiří, KAVALÍŘ, Petr a ADÁMKOVÁ, Milena. *Nové perspektivy výzkumu a praxe v kinantropologii*. Praha : [s.n.], 2003. s. 151.

STACKEOVÁ, D. Fitness. Metodika cvičení ve fitness centrech. 1.vyd. Praha: Karolinum, 2004. 82 s. ISBN 80-246-0840-5

ŠINKOVSKÝ, Roman. *Technika, didaktika a organizace výuky prvků základního bruslení* [online]. 2009 [cit. 2009-10-28]. Dostupné na WWW: <<http://lide.uhk.cz/pdf/ucitel/sinkoro1/brusle.htm>>.

ŠVAJGL, J.. *Motorická lateralita* [online]. 2000 [cit. 2009-12-06]. Dostupný z WWW: <http://www.bodybuilding.cz/svajgl/motoricka_laterarita.html>.

ANONYMUS. *Adaptace na sportovní výkon : Zatěžování, únava, odpočinek* [online]. [cit. 2009-12-07]. Dostupný z WWW: <www.fsps.muni.cz/~korvas/adaptace.ppt>.

ANONYMUS. Bruslení – Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. [cit. 2009-10-10]. Poslední editace: 01.09.2009. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Bruslen%C3%AD>>.

ANONYMUS. *Fotbal - Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2009-10-10]. Poslední editace: 20.10.2009. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotbal>>.

ANONYMUS. *Lateralita obecně* [online]. 2008 [cit. 2009-12-07]. Dostupný z WWW: <http://www.ped.muni.cz/wbio/studium/stud_mat/Mra-mat/Lateralita.pdf>.

ANONYMUS. Rychlobruslení – Wikipedie, otevřená encyklopedie [online]. 2009 [cit. 2009-10-28]. Poslední editace: 26.09.2009. Dostupné na WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlobruslen%C3%AD>>.

ANONYMUS. *Složky sportovního tréninku* [online]. [cit. 2009-10-28]. Dostupné na WWW: <www.fsps.muni.cz/~korvas/slozky_sp_tre.ppt>.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ACTH	acetylcholin
ADP	adenozindifosfát
ADT	Adaptation Test
ATP	adenozintrifosfát
BF	musculus biceps femoris
Ca	kalcium
CNS	centrální nervová soustava
CO ₂	oxid uhličitý
CP	kreatinfosfát
DK	dolní končetina
DKK	dolní končetiny
D _{LO}	difúzní kapacita plic
dx.	dexter
ES	musculus erector spinae
F _B	dechová frekvence
F _{EO2}	expirační koncentrace kyslíku
F _{IO2}	inspirační koncentrace kyslíku
FG	fast oxidative
FK	fotbalový klub
FOG	fast oxidative and glykolytic
FSK	freestyle skating klub
H ₂ O	voda
LDK	levá dolní končetina
m.	musculus
mm.	musculi
MCT	Motor Control Test
Mg	magnesium
O ₂	kyslík
p	hladina signifikace
PDK	pravá dolní končetina
Q	minutový srdeční výdej
QS	systolický objem

RF	musculus rectus femoris
s	sekunda
SF	srdeční frekvence
sin.	sinister
SO	slow oxidative
SOL	musculus soleus
STH	somatotropní hormon
T3	trojodtyronin
T4	tyroxin
TK	krevní tlak
TSH	tyreotropní hormon
USK	univerzitní sportovní klub
V_E	minutová ventilace
V_{O_2}	spotřeba kyslíku
$V_{O_{2max}}$	maximální spotřeba kyslíku
V_T	dechový objem

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Fotbalový kop (www.fotbal.cz)	30
Obrázek 2 Odraz a současná hra hlavou (www.fotbal.cz)	30
Obrázek 3 Skluzová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze	33
Obrázek 4 Odrazová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze	33
Obrázek 5 Jednooporová fáze in-line rychlobruslařského kroku na oválné dráze	34

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Energetika svalu během různé zátěže (Havlíčková a kol., 1999)	25
Tabulka 2 Tabulka popisné statistiky k H01, cíl 1	45
Tabulka 3 Mann-Whitney test, pořadí k H01, cíl 1	46
Tabulka 4 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 1	46
Tabulka 5 Tabulka popisné statistiky k H02 , cíl 1	48
Tabulka 6 Mann-Whitney test k H02, cíl 1	48
Tabulka 7 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 1	48
Tabulka 8 Tabulka popisné statistiky k H03 , cíl 1	50
Tabulka 9 Mann-Whitney test k H03, cíl 1	50
Tabulka 10 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 1	50
Tabulka 11 Tabulka popisné statistiky k H01 , cíl 2	52
Tabulka 12 Mann-Whitney test k H01, cíl 2	52
Tabulka 13 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 2	52
Tabulka 14 Tabulka popisné statistiky k H02 , cíl 2	54
Tabulka 15 Mann-Whitney test k H02, cíl 2	54
Tabulka 16 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 2	54
Tabulka 17 Tabulka popisné statistiky k H03 , cíl 2	56
Tabulka 18 Mann-Whitney test k H03, cíl 2	56
Tabulka 19 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 2	56
Tabulka 20 Tabulka popisné statistiky k H01 , cíl 3	58
Tabulka 21 Wilcoxonův párový test k H01, cíl 3	58
Tabulka 22 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 3	58
Tabulka 23 Tabulka popisné statistiky k H02, cíl 3	60
Tabulka 24 Wilcoxonův párový test k H02, cíl 3	60
Tabulka 25 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 3	60
Tabulka 26 Tabulka popisné statistiky k H03, cíl 3	62
Tabulka 27 Wilcoxonův párový test k H03, cíl 3	62
Tabulka 28 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 3	62
Tabulka 29 Tabulka popisné statistiky k H04, cíl 3	64
Tabulka 30 Wilcoxonův párový test k H04, cíl 3	64
Tabulka 31 Tabulka testové statistiky k H04, cíl 3	64
Tabulka 35 Tabulka popisné statistiky k H01, cíl 4	66

Tabulka 36 Wilcoxonův párový test k H01, cíl 4	66
Tabulka 37 Tabulka testové statistiky k H01, cíl 4	66
Tabulka 38 Tabulka popisné statistiky k H02, cíl 4	68
Tabulka 39 Wilcoxonův párový test k H02, cíl 4	68
Tabulka 40 Tabulka testové statistiky k H02, cíl 4	68
Tabulka 41 Tabulka popisné statistiky k H03, cíl 4	70
Tabulka 42 Wilcoxonův párový test k H03, cíl 4	70
Tabulka 43 Tabulka testové statistiky k H03, cíl 4	70
Tabulka 44 Tabulka popisné statistiky k H04, cíl 4	72
Tabulka 45 Wilcoxonův párový test k H04, cíl 4	72
Tabulka 46 Tabulka testové statistiky k H04, cíl 4	72

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Box graf k H01, cíl 1	45
Graf 2 Box graf k H02, cíl 1	47
Graf 3 Box graf k H03, cíl 1	49
Graf 4 Box graf k H01, cíl 2	51
Graf 5 Box graf k H02, cíl 2	53
Graf 6 Box graf k H03, cíl 2	55
Graf 7 Box graf k H01, cíl 3	57
Graf 8 Box graf k H02, cíl 3	59
Graf 9 Box graf k H03, cíl 3	61
Graf 10 Box graf k H04, cíl 3	63
Graf 11 Box graf k H01, cíl 4	65
Graf 12 Box graf k H02, cíl 4	67
Graf 13 Box graf k H03, cíl 4	69
Graf 14 Box graf k H04, cíl 4	71