

UNIVERZITA KARLOVA
Fakulta tělesné výchovy a sportu

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2019

Karel Novák

UNIVERZITA KARLOVA

Fakulta tělesné výchovy a sportu

**Diagnostika svalových dysbalancí pomocí tensiomyografu u
běžců na lyžích**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Doc. Mgr. Michal Štefl, Ph.D.

Vypracoval:

Karel Novák

Praha, červen 2019

PROHLÁŠENÍ

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

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat doc. Mgr. Michalu Štefflovi, Ph.D. za jeho odborné vedení a trpělivý přístup při vypracování mé bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval všem běžcům na lyžích, kteří se ve svém volném čase zúčastnili měření.

Abstrakt

Název: Diagnostika svalových dysbalancí pomocí tensiomyografu u běžců na lyžích

Cíle: Cílem práce bylo definovat hypotézy o dopadech běžeckého lyžování na pohybový aparát, především na vznik svalových dysbalancí, u běžců na lyžích s využitím přístrojů tensiomyografu TMG 100 a bioimpedance InBody 720.

Metody: Tato bakalářská práce byla uskutečněna jako kvalitativní výzkum. Jedná se o šest případových studií. U vybraných probandů, běžců na lyžích, jsme zkoumali přítomnost svalových dysbalancí u zádového svalstva. K diagnostice byly použity přístroje tensiomyograf TMG 100 a bioimpedance InBody 720.

Výsledky: Na základě výsledků z měření šesti probandů bylo zjištěno, že z hlediska laterální symetrie může docházet ke svalovým dysbalancím především u m. erector spinae.

Závěr: Na základě šesti případových studií byly formulovány dvě hypotézy týkající se možných svalových dysbalancí m. erector spinae a m. trapezius inferior vzniklých specifickým zatížením u běžců na lyžích.

Klíčová slova: tensiomyograf, svalová dysbalance, běžecké lyžování, bioimpedance

Abstract

Title: Diagnosing of muscular imbalances in cross-country skiers using tensiomyography

Objectives: Objective of the thesis was to define hypothesis about impact of cross-country skiing on musculoskeletal system, most importantly the origin of muscular unbalance, on cross-country skiers using tensiomyograph TMG 100 and bioimpedance InBody 720.

Methods: This bachelor's thesis was conducted as qualitative research. It consists of six case studies. We examined the presence of muscular imbalance of back muscles in cross country skiers. Tensiomyograph TMG 100 and bioimpedance InBody 720 were used during this examination.

Results: Based on results from examination of six respondents we found out, that there could be muscular unbalance from the standpoint of lateral symmetry, mostly in m. erector spinae.

Conclusion: Based on six case studies, were formulated two hypothesis that take in account possible muscular unbalance of m. erector spinae and m. trapezius inferior that could be formed by specific usage by cross-country skiers.

Keywords: tensiomyograph, muscular unbalance, cross-country skiing, bioimpedance

Obsah

Obsah	7
SEZNAM ZKRATEK	9
1 ÚVOD	10
2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE	11
2.1 Běh na lyžích	11
2.1.1 Historie běhu na lyžích	11
2.1.2 Historický vývoj techniky běhu na lyžích	12
2.1.3 Způsoby běhu na lyžích	13
2.1.4 Charakteristika běhu na lyžích.....	18
2.2 Tensiomyograf	21
2.2.1 Metoda	21
2.2.2 Měření	22
2.2.3 Záznam.....	23
2.2.4 Využití	23
2.3 Bioimpedance	24
2.4 Svalová soustava.....	25
2.4.1 Typologie a funkce svalových vláken	26
2.4.2 Svalové dysbalance.....	27
2.4.3 Svaly zádové	27
3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE.....	31
3.1 Úkoly práce.....	31
3.2 Výzkumná otázka	31
4 METODIKA PRÁCE	32
4.1 Popis sledovaného souboru.....	32
4.2 Použité metody	32
4.3 Analýza svalových dysbalancí.....	32
4.4 Analýza rovnováhy těla	33
5 VÝSLEDKY	34
5.1 Proband č. 1	34
5.2 Proband č. 2	38

5.3	Proband č. 3	42
5.4	Proband č. 4	46
5.5	Proband č. 5	50
5.6	Proband č. 6	54
5.7	Shrnutí výsledků – tensiomyograf	58
5.8	Shrnutí výsledků – bioimpedance	60
6	DISKUZE	61
7	ZÁVĚR	63
	SEZNAM OBRÁZKŮ	64
	SEZNAM GRAFŮ	64
	SEZNAM TABULEK	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	66
	PŘÍLOHY	69

SEZNAM ZKRATEK

TMG	tensiomyograf
FTVS UK	Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy
m., mm.	musculus, musculi – sval, svaly
n., nn.	nervus, nervi – nerv, nervy
ml	mililitr
min	minuta
mm	milimetr
kHz	kilohertz
kg	kilogram
cm	centimetr
mA	miliampér
ms	milisekunda
Dm	maximální přesun svalové kontrakce
Tc	doba kontrakce
Td	doba zpoždění
Tr	doba relaxace
Ts	doba trvání
ES	m. erector spinae
LD	m. latissimus dorsi
TRI	m. trapezius inferior
LS	laterální symetrie
VO ₂ max.	maximální spotřeba kyslíku
FG	fast glycolytic – rychlá bílá vlákna
FOG	fast oxidative and glycolytic – rychlá červená vlákna
SO	slow oxidative – pomalá červená vlákna
ICW	intracelulární tekutina
ECW	extracelulární tekutina
BFM	Body Fat Mass – hmota tělesného tuku
SMM	Skeletal Muscle Mass – hmota kosterního svalstva
BMI	Body Mass Index – index tělesné hmotnosti
WHR	Waist Hip Ratio – poměr obvodu pasu k bokům
PBF	Percent Body Fat – procento tělesného tuku

1 ÚVOD

Zvolené téma jsem si vybral, jelikož se běžeckému lyžování věnuji od svých dětských let. Do svých 19 let jsem se věnoval běhu na lyžích závodně. V současné době se věnuji trénování běhu na lyžích, a to dětí i dospělých, kde získávám nové zkušenosti jako trenér. Pravidelně závodím v dálkových bězích jako je třeba Jizerská 50, Karlův Běh a další. Běh na lyžích v rekreační podobě je velmi oblíbenou činností nejen u nás v Čechách, ale i ve světě, to zejména pro svoji nepřilíš vysokou náročnost, kterou zvládnou jak děti, tak i starší lidé.

Běh na lyžích je silově vytrvalostní aktivita, která zatěžuje svalstvo celého těla. Při této disciplíně je nejvíce zatěžováno svalstvo horních končetin, svaly zádové a břišní. S tím souvisejí zdravotní rizika tohoto sportu, mezi něž spadá nesprávná technika, nebo únava, která může vést ke zranění. Při dlouhodobém zatížení nebo nesprávné technice dochází k bolestem zad, dále také k přetěžováním kolenního a kyčelního kloubu. Z tohoto důvodu zvolené téma mé bakalářské práce „Diagnostika svalových dysbalancí pomocí tensiomyografu u běžců na lyžích“.

K měření byl použit přístroj tensiomyograf, který se nachází na Fakultě tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy a byl to vůbec první přístroj v České republice. Tensiomyograf slouží k diagnostice funkčního svalového napětí, kdy dokáže analyzovat jednotlivé svaly odděleně. U měřených svalů je nám schopen přístroj určit, jestli je ku příkladu sval zkrácený nebo ochablý, dále také jeho rychlost.

Pro převažování domněnky, že se svalové dysbalance vyskytují převážně u zádového svalstva, jsme zvolili k měření právě tyto svaly.

Další měření proběhlo pomocí bioimpedance, kdy jsme vybrali konkrétní výsledky: analýzu rovnováhy těla a rovnováhy štíhlosti, které jsme měřili pomocí přístroje InBody720.

2 TEORETICKÁ ČÁST PRÁCE

2.1 Běh na lyžích

Běh na lyžích můžeme zařadit mezi historicky nejstarší sportovní disciplíny. Spolu s dalšími vytrvalostními disciplínami se vyvinul z každodenních denních potřeb (Ilavský, Suk, 2005).

2.1.1 Historie běhu na lyžích

Vznik samotných lyží lze datovat do období střední doby kamenné, kdy byly nejspíše vynalezeny obyvateli střední Asie. Později se vynález lyží dostal až do severní Evropy. Napovídají tomu také nástěnné malby, jež byly objeveny v norské jeskyni za polárním kruhem. Zachycují postavu na dlouhých lyžích pronásledující zvěř. Stáří tohoto nálezu se odhaduje na více než 4000 let.

Podoba dřívějších lyží nebyla totožná s tou dnešní. Dřevěná prkna se podobala spíše sněžnicím, které sloužily lepšímu k pohybu po sněhu. Postupný vývoj sněžnic přinesl změnu kroku do postupného skluzu na lyžích (Bolek, Soumar, 2012).

Prvními lyžaři byli patrně stěhovaví Samové, kteří žili na území severního Norska, Finska a Švédska. Lyže jim poskytly větší pohyblivost, a proto je mohly využívat především pro doprovod a lov sobů.

Vikingové převzali příležitostným kontaktem od Samů technologii výroby lyží a postupem času si ji zdokonalili. Dalo by se tedy právem říci, že Norsko dalo světu lyžování. I samotný původ slova „lyže“ pochází z původního starého severského jazyka – „skith“ dříve znamenalo tyč(e) dřeva.

Kolem roku 995 n. l. byla zaznamenána první zmínka o sportovním lyžování, která popisuje norského krále Olafa I. Tryggvasona, znamenitého sportovce na zemi i moři.

K oslavě hrdinského činu, kdy byl roku 1206 zachráněn norský král Hakoon, se každoročně pořádá populární turistický závod Birkebeiber Ski Loppet. Tento běh dal motiv ke vzniku slavnějšího, nejmasovějšího dálkového běhu Vasaloppet, jehož se každoročně účastní 14 tisíc běžců (Bolek, Ilavský, Soumar, 2008).

Za zmínku stojí také první profesionální lyžařská soutěž, která se konala roku 1767 v Norsku. Závodníci se utkali v běhu, skoku a slalomu a všechny tyto disciplíny odjeli na jednom páru lyží. Mnoho účastníků bylo členy armády, která byla v té době součástí lyžařské společnosti (Ilavský, Suk, 2005).

Následně došlo v běžeckém lyžování k výrazným změnám v technice pohybu, vybavení výstroje a výzbroje lyžařů a také v organizaci lyžařských soutěží. Běh na lyžích se stal nejdynamičtějším sportovním odvětvím za posledních 80 let, a to především díky technické revoluci, která zaznamenala rozvoj v oblasti vývoje nových materiálů, výrobků, úpravě lyžařských tratí a rovněž sportovní přípravě (Ilavský, Suk, 2005).

2.1.2 Historický vývoj techniky běhu na lyžích

Rozvoj a vývoj techniky běhu na lyžích přispívá k ekonomičtější jízdě, lepšímu využití energie vložené do odrazu a v neposlední řadě i racionalizaci pohybu. Dané vývojové etapy popisují příslušné lyžařské školy, kdy každá z nich obohatila techniku novým prvek či zdokonalila její pohyb (Dvořák, Mašková, Weisshäutel, 1992).

Norská škola – dvouoporová

Jednalo se o jednu z prvních lyžařských škol, která se objevovala před 1. světovou válkou. Technika měla podobu prostého běhu, a to zejména z důvodu lyžařské výbavy, která neumožňovala provést správnou techniku běhu. Byly využívány lyže o délce 2,5 – 3 metru, kdy vázání bylo z měkké kůže, pata nebyla upevněna a pro odpich byly užívány hole. Samotná technika se vyznačovala jízdou ve dvouoporovém postavení, kdy skluz byl minimální. Okolo roku 1914 se začaly objevovat názory, že pro běžecké závody jsou potřeba zejména lyže, které mají nižší váhu, jsou delší a také užší.

Finská škola – stejnostranná

K jejímu rozkvětu došlo v letech 1924–1938. Byla známá pro vyšší postavení těla. Nedůrazné přenášení váhy na skluzovou lyži stále přetrvávalo, tudíž odraz nebyl dokonalý. Jednalo se tedy o dvouoporové postavení při jízdě ve skluzu. Převažovaly pohyby silové, nikoli švihové.

Švédská škola – skluzová

Byla to první běžkařská škola, u které se objevila skluzová technika v jednooporovém postavení. Ta se prosadila až po 2. světové válce, konkrétně v roce 1946. Během válek se běžecká technika nevyvíjela. Pro švédskou školu byl charakteristický velký odraz a následné oddálení odrazové lyže od stopy, poté se lyžař švihem dolní končetiny sklouzl pouze po jedné lyži. Velký posun zaznamenal i odpich holemi, který pracoval po dlouhé dráze a byl mohutný. Technika využívala dvou

základních způsobů běhu – běhu střídavého dvoudobého a běhu jednodobého s odpichem soupaž.

Tzv. klasická technika běhu zaznamenala své maximum právě ve švédské škole, která více méně objevila všechny její nedokonalosti. Její vývoj byl tedy v zásadě ukončen. Následný vývoj vedoucí ke zrychlení jízdy byl a stále je založen na zlepšování vlastností materiálu (lyží, výbroje) a tělesných možnostech a trénovanosti závodníků.

Sovětská škola – frekvenční, silová

Byla založena na perfektním zvládnutím techniky běhu s užitím vysoké úrovně rozvoje silových schopností. Oproti předešlým technikám dochází ke zvýšení frekvence běžeckého kroku, pojetí je silové.

Vznik bruslení na lyžích

Při pokusech o zrychlení běžeckého stylu docházelo k odrazu lyže, jež byla překlopená v odvratu na vnitřní stranu. Poprvé tuto techniku použil Fin Pauli Siitonen v roce 1974 jakožto jednostranné bruslení. Přejít na oboustranné bruslení se všemi svými modifikacemi bylo plynulé. Hojně využíváno při závodním klání bylo až od ZOH v roce 1984 v Sarajevu (Gnad, Psotová, 2005).

2.1.3 Způsoby běhu na lyžích

Základní způsoby v běžeckém lyžování lze rozdělit na klasický způsob běhu a běh volnou technikou jinak známou také jako bruslení.

2.1.3.1 Klasická technika

Nejpoužívanější běžecké techniky v klasickém způsobu jsou:

- Střídavý běh dvoudobý
- Soupažný běh jednodobý
- Soupažný běh prostý
- Stoupavý běh

Střídavý běh dvoudobý

Jedná se o základní a nejvyužívanější způsob běhu. Lze jej využít ve všech sněhových a terénních podmínkách, a to jak na rovinách, tak také do mírných kopců. Do prudších stoupání se využívají různé modifikace tohoto způsobu běhu (běh stoupavý, běh prostý, krok stoupavý).

Techniku střídavého běhu dvoudobého lze rozdělit do následujících základních pohybových dovedností:

- příprava na odraz,
- odraz,
- švihové práce dolní končetiny,
- přenášení hmotnosti těla,
- práce paží, odpich holemi,
- pohyby trupu,
- jízda ve skluzu.

Samotný běžecký krok začíná přípravou na odraz. Chodidla se nacházejí v paralelním postavení, odrazová noha se zastavuje. Trup je v mírném předklonu, obě nohy jsou pokrčeny v kolenou. Odraz vychází z plného chodidla, noha se napíná a hmotnost těla je přenesena na druhou lyži, tím se lyžař dostává do výpadu. Odraz je dokončen, noha se zvedá a lyže se oddaluje od sněhu. Váha je již v jednooporovém postavení a odrazová noha setrvačností zašvihne vzad. V tomto okamžiku je noha volně napnutá ve všech kloubech. Celá dolní končetina, trup a hlava představují jednu přímku, kterou nazýváme tzv. běžeckým lukem (Gnad, Psotová, 2005).

Následný aktivní pohyb švihové odrazové nohy vpřed dostává tělo do výchozí pozice a začíná příprava na nový odraz.

Technika střídavého běhu dvouoporového spočívá ve skluzu na jedné lyži. Běžec musí po odrazu důkladně přenášet váhu těla na druhou lyži, nesmí tudíž dojít k dvouoporovému postavení.

Práce rukou je střídavá a ve velkém rozsahu. Při započetí pohybu je paže před tělem mírně pokrčena přibližně ve výšce obličeje. Hůl zapíchneme na úroveň špičky boty skluzové nohy. Samotný odpich končí napnutím paže, kdy zápěstí dává poslední podnět k odrazu. Následně povolíme držení dole, ruka tlačí do poutka a hůl tak držíme mezi palcem a ukazovákem (Dvořák, Mašková, Weisshäutel, 1992).

Soupažný běh jednodobý

Tuto techniku běhu využíváme nejčastěji na rovinných úsecích, nebo při mírném klesání. Jejím hlavním úkolem je udržení dané rychlosti, případně zrychlení jízdy. Může být použita také při jízdě do mírného kopce.

U soupažného běhu jednodobého popisujeme sedm základních pohybových dovedností:

- příprava na odraz,
- odraz,
- jízda ve skluzu v jednooporovém postoji,
- pohyb paží se soupažným odpichem holemi,
- švihový pohyb nohy,
- nastavení trupu,
- jízda ve dvouoporovém postoji (Gnad, Psotová, 2005).

U běhu soupažného jednodobého je příprava na odraz shodná s během střídavým dvoudobým. Dominantní hnací sílu tohoto způsobu běhu vytváří paže a také práce velkých svalových skupin trupu. Při zahájení odrazu jdou obě paže švihem vpřed na úroveň ramen a poté následuje skluz v jednooporovém postavení. Na odraz nohy navazuje švihový pohyb dolní končetiny, která se vrací vpřed, a soupažný odpich holemi. Zahájení soupažného odpichu se časově shoduje se švihovým pohybem nohy. Ve chvíli, kdy paže míjejí při odpichu boky, se obě nohy sjedou na stejnou úroveň a běžkař rozloží svoji hmotnost těla rovnoměrně na obě lyže. Dochází v průběhu odpichu k mírnému předklonu trupu vpřed. V závěrečné fázi vytahujeme hole ze sněhu, trup se zdvihá vzhůru a vpřed a paže dokončují zásvih (Dvořák, Mašková, Weisshäutel, 1992).

Soupažný běh prostý

Soupažný běh prostý se využívá na rovinách a z mírných kopců. Samotný pohyb je založen na odpichu holemi bez odrazu nohy, rozložení hmotnosti těla je na obě lyže. V celém průběhu techniky se skluz provádí ve dvouoporovém postavení (Dvořák, Mašková, Weisshäutel, 1992).

Hlavní hnací pohyb vytváří paže a velké svalové skupiny trupu. Soupažný běh prostý začíná švihem paží vpřed do úrovně ramen, trup se dostává do mírného náklonu vpřed. Mírně se nadzvednou paty od lyží, poté následuje odpich holemi, který je doprovázen předklonem trupu vpřed. Na závěr vytahujeme hole ze sněhu, trup se zvedá vzhůru a paže dokončují zásvih (Bolek, Soumar, 2001).

2.1.3.2 Bruslení

Nejpoužívanějšími běžeckými technikami v běhu volným způsobem jsou:

- Oboustranné bruslení jednodobé
- Oboustranné bruslení dvoudobé: 1. Symetrické
2. Asymetrické
- Oboustranné bruslení prosté

Oboustranné bruslení jednodobé

Základním principem této techniky je jeden soupažný odpich na každý odraz nohy. Používáme při vyšších rychlostech jízdy. Tuto techniku lze využít při jízdě po rovině, nebo do mírného sklonu svahu. Lyžaři, kteří mají zvládnutou správnou techniku pohybu a mají dostatečné silové schopnosti, jsou schopni jet tímto stylem i do mírného stoupání (Dvořák a kol., 1998).

Oboustranné bruslení jednodobé dělíme na šest základních pohybových dovedností:

- příprava na odraz,
- odraz z vnitřní hrany lyže v odvratu,
- přenášení hmotnosti těla,
- skluz v jednooporovém postoji,
- práce paží – odpich holemi,
- přenos paží a dolní končetiny do základního postoje (Dvořák a kol., 1998).

Přípravu na odraz zahájíme, když se skluzová lyže nachází v odvratu, je plně zatížena a jede po celé skluznici. Druhá noha je mírně pokrčena v kolenním kloubu, je odlehčena a její postavení se nachází taktéž v odvratu. Paže jsou před tělem, mírně pokrčené ve výšce brady. Trup přechází do směru pohybu nad skluzovou lyží. Tento postoj navazuje na soupažný odpich paží, odraz z vnitřní zatížené lyže a posouvání hmotnosti těla na druhou skluzovou lyží. Během odpichu trup směřuje nad novou skluzovou lyží, největší předklon trupu je ve chvíli, kdy ruce prochází kolem boků. Práce rukou je zahájena při jízdě v jednooporovém postavení a zašvihnutí paží po odpichu je současně s ukončením odrazu nohy. Pohybový cyklus je ukončen tehdy, kdy odrazová lyže a paže je přesunuta do základního postoje ve skluzu na druhé noze (Gnad, Psotová, 2005).

Oboustranné bruslení dvoudobé

Pohybová struktura je velmi podobná oboustrannému bruslení jednodobému. Hlavní rozdíl je v odlišné frekvenci práce paží. Charakteristickým znakem pro oboustranné dvoudobé bruslení je jeden soupažný odpich na dva odrazy dolních končetin. Rozlišujeme dvě modifikace daného způsobu bruslení, podle vzájemné koordinace dolních končetin a horních končetin. První modifikace, oboustranné bruslení dvoudobé se symetrickou prací paží, se využívá na rovinkách, nebo z mírného klesání. Druhá modifikace je oboustranné bruslení dvoudobé s asymetrickou prací paží. Ta se využívá zejména do stoupání (Matošková a kol., 2016).

Oboustranné bruslení dvoudobé se symetrickým způsobem paží

Základní postoj se vyznačuje užším postavením, malým úhlem odvratu skluzové lyže, dlouhým skluzem v jednooporovém postavení, výrazným zapojením trupu do odpichu a nižší frekvencí pohybů.

Soupažný odpich holemi je prováděn vždy s odrazem jedné nohy, při odrazu druhé nohy se paže vrací zpět před tělo ve stejné výši a nedochází k dominantní funkci jedné z dolních končetin při skluzu, nebo při odrazu. Zahájení a ukončení odpichu holemi je současné. Při zahájení odpichu se těžiště těla mírně natáčí do směru jízdy (Gnad, Psotová, 2005).

Oboustranné bruslení dvoudobé s asymetrickým způsobem paží

Základní postoj se vyznačuje širším postavením, velkým úhlem odvratu skluzové lyže, krátkým skluzem v jednooporovém postoji, výrazným asymetrickým odpichem při odrazu a větší frekvencí pohybů.

Hole jsou zapíchnuty před tělem v asymetrické poloze. Hole zapíchnutá na straně odrazové nohy je pod menším úhlem a souhlasná paže je níž a vzadu. Naopak hůl na straně skluzové nohy je zapíchnuta do sněhu kolmo, paže se nachází na úrovni obličeje před tělem. Odpich holemi není ukončen současně. Takto se projevuje i určitá asymetrie v dynamice odrazů a délce skluzů. Odpich probíhá v průběhu odrazu, čímž dochází k následným pohybům v následném pořadí: dokončení odrazu dominantní nohy – dokončení soupažného odpichu – dokončení odrazu druhé nohy. Trup je mírně předkloněn, výrazně vytáčen do směru skluzové lyže (Gnad, Psotová, 2005).

Oboustranné bruslení prosté

Tento způsob bruslení se využívá pro jízdu z kopce, pro udržení rychlosti, nebo pro její zvýšení. Oboustranné bruslení prosté je bez použití holí, ale paže jsou buď fixovány u těla, nebo vyvažují pohyb dolních končetin. Ruce se pohybují střídavě po kyvadlové dráze, naopak než nohy. S dokončeným odrazem levé nohy dokončí levá paže švih šikmo před tělo do směru skluzové pravé lyže, a naopak. Postavení trupu je v předklonu, aby se snížil odpor prostředí. Protože bruslení prosté není podpořeno odpichem holemi, tak je potřeba mohutného a důsledného odrazu z vnitřní lyže. Volíme nižší úzký postoj, menší úhel odvratu a menší frekvence pohybů, který mají za výsledek dlouhý skluz v jednooporovém postavení. Oboustranné bruslení prosté je velmi náročné, klade důraz na dokonalé zvládnutí rovnováhy při jízdě ve skluzu na jedné lyži a techniku odrazu (Bolek, Soumar, 2012).

2.1.4 Charakteristika běhu na lyžích

Ilavský a Suk (2005) udávají, že běžecké lyžování patří do skupiny cyklických sportů vytrvalostního charakteru. Charakterizuje ji pravidelná práce dolních a horních končetin a svaly trupu. Běh na lyžích vyžaduje zapojení celého svalstva pohybového aparátu.

Běh na lyžích patří mezi silovou vytrvalostní disciplínu, která je charakteristická lokomočním pohybem a vytrvalostním charakterem, u kterého se se zapojuje svalstvo celého těla, a to do jednotlivého odpichu a odrazu. Pro tuto pohybovou činnost je zapotřebí mnoho dovedností, které umožňují účelně a zejména bezpečně se pohybovat v zasněženém terénu (Gnad a kol., 2008).

Gnad a Psotová (2005) charakterizují běh na lyžích ve své publikaci z několika hledisek:

- Pohybové hledisko
- Fyziologické hledisko
- Morfologické hledisko
- Psychologické hledisko
- Taktické hledisko
- Technické hledisko

Pohybové hledisko

Běh na lyžích je lokomoční pohyb vytrvalostního charakteru, při kterém se neustále opakují stejné pohybové dovednosti. Zatěžuje rovnoměrně svalstvo celého těla a tím všestranně rozvíjí funkční zdatnost organismu. Při běhu na lyžích jsou zapojeny velké svalové skupiny, a to klade nároky zejména na nervosvalovou koordinaci.

Velkou výhodou tohoto sportu je, že nedochází k nadměrnému přetížení a ani k trvalému poškozování svalových úponů a kloubního spojení pohybového aparátu. Základním kamenem běhu na lyžích je rovnováha, která nám umožní odraz a co nejdelší skluz v jednooporovém nebo dvouoporovém postavení (Gnad, Psotová, 2005).

Fyziologické hledisko

Pro běh na lyžích je charakteristické opakování pohybových cyklů, které se liší u jednotlivých běžeckých způsobů svým tempem, pohybovou strukturou, funkční a metabolickou odezvou. U běhu na lyžích je zapojeno velké množství svalových skupin, které má za následek velký výdej energie. Samotný výdej energie je závislý na rychlosti a technice běhu – čím je lepší provedení techniky, tím více se šetří energie. Další rozhodující podmínkou je délka, profil a charakter tratě. Rozhodující fyziologické předpoklady pro výkon jsou svalová síla, funkce nervosvalové koordinace a aerobní kapacita (Gnad, Psotová, 2005).

Energetický výdej

Výdej energie u běhu na lyžích se pohybuje přibližně 1100 % až 1900 % náležité hodnoty bazálního metabolismu, což je jedenácti až devatenácti násobek výdeje energie pro potřebné zajištění nejdůležitějších životních funkcí, které odpovídá 100 % intenzity metabolismu (Gnad, Psotová, 2005).

Oxidativní podíl energetické úhrady obsahuje 80-100%, a záleží na délce a profilu trati (Ilavský, Suk, 2005). Při krátkých úsecích tratě se uplatňuje neoxidativní podíl energetického metabolismu a kyslíkový dluh se splácí ve sjezdech, nebo v průběhu absolvování méně náročných tratí (Gnad, Psotová, 2005).

Glykémie při běhu na lyžích v závodní podobě nejdříve stoupá, ale postupem času naopak klesá a dochází k hypoglykémii. Občerstvovací režim a samotná délka trati ovlivňuje změny glykémie, poměru inzulínu a C-peptidu. Na dlouhých tratích dochází k poklesu svalového glykogenu. U horních končetin a dolních končetin dochází téměř k úplnému vyčerpání svalového glykogenu (Gnad, Psotová, 2005).

Dechová frekvence

Počet vdechů při běhu na lyžích dosahuje až 60 vdechů za jednu minutu a minutová ventilace plic je přibližně 120-152 l/min. Srdeční frekvence neboli počet stahů srdečního svalu dosahuje 90 % až 100 % maxima. U vytrvalců je maximální hodnota tepové frekvence 180-200 tepů/min. Jeden z hlavních ukazatelů funkční adaptace je maximální spotřeba kyslíku – VO₂ max. Jedná se o schopnost organismu využít při tělesné zátěži co největšího množství kyslíku. Lyžaři dosahují vyšších hodnot VO₂ max, než zástupci jiných sportovních odvětví. U mužů jsou tyto hodnoty okolo 85 ml/min/kg a u žen 70 ml/min/kg (Ilavský, Suk, 2005).

Pro běžce na lyžích je typické velké zastoupení červených tzv. pomalých oxidativních vláken (SO) ve svalech, která by měly tvořit více jak 63-65 % všech vláken. Jedná se o vlákna, která se stahují a uvolňují relativně pomalu, jsou tedy odolná vůči únavě. Další 5-10 % by měla tvořit vlákna bílá tzv. rychlá glykolytická (FG), která pracují rychle a jsou i rychle unavitelná. Zbytek by měla tvořit vlákna přechodná tzv. oxidativně glykolytická (FOG) a těchto vláken by lyžaři měli mít přibližně 20-30 % (Ilavský, Suk, 2005).

Morfologické hledisko

Morfologické předpoklady mohou do jisté míry ovlivnit úspěšnost sportovce v daném sportovním odvětví. Somatotyp je rozdělen na tři základní typy: mezomorfní (atletický typ), endomorfní (pyknický typ) a ektomorfní (astenický typ). Na základně měření antropomotorických hodnot (hmotnost, výška a množství tuku) u běžců na lyžích je prisuzován poměr komponent 2-6-2, což odpovídá atletické postavě se širšími rameny a poměrně vyspělou svalovou hmotou. V běhu na lyžích mají předpoklady dobré výkonnosti muži s výškou 180-185 cm, tělesnou vahou 65-75 kg a obsahem tuku 5-10 %. U žen je to obdobné s výškou 165-175 cm, tělesnou váhou 56-64 kg a množstvím tuku 16-22% (Gnad, Psotová, 2005).

Psychologické hledisko

Psychický faktor je nedílnou součástí sportovního výkonu. Tento faktor zahrnuje motivační, poznávací a emoční procesy, které jsou uplatňované v řízení a regulaci jednání a vychází z osobnosti sportovce (Hátlová, Hošek, Slepíčka, 2009). V běhu na lyžích mohou psychické stavy a změny ovlivňovat momentální výkon. Při výkonu hrají z psychologického hlediska velkou roli faktory podmiňující sportovní výkonnost, např.

schopnost odolávat únavě po delší dobu (Ilavský, Suk, 2005). Sportovní výkon představuje psychickou zátěž, která vyplývá z obavy z výsledku, neschopnosti snášet úspěch, dále také z obavy a zklamání trenéra. Jsou tři základní psychické procesy, které se dotýkají stavů předstartovních, startovních a postartovních. Závodník při řešení těchto procesů je odkázán sám na sebe. Největší psychické zatížení pro závodníka je spojeno se vznikem krizové situace. Získané fyziologické, motorické, technické a taktické předpoklady při výkonu můžeme úspěšně zhodnotit jen při optimálním psychickém stavu (Gnad, Psotová, 2005).

Taktické hledisko

Jedná se o činnost, která je zaměřena na dosažení optimálního výsledku sportovního boje. Taktickou činnost v běhu na lyžích dělíme na:

- vytváření předpokladů taktického jednání během dlouhodobého tréninku,
- taktické konání v období těsně před startem a taktickou činnost v průběhu závodu (Ilavský, Suk, 2005).

Taktická příprava v běhu na lyžích souvisí s přípravou psychologickou i s úrovní tělesné připravenosti (Gnad, Psotová, 2005).

Technické hledisko

Učení techniky v běhu na lyžích by mělo probíhat v souladu s motorickými a biologickými předpoklady v jednotlivých věkových kategoriích. Motorická úroveň závisí na dobrých tělesných předpokladech, které vyplývají z vyrovnaných tělesných proporcí a rovnoměrného růstu.

Je zapotřebí, aby vzhledem k vynaloženému úsilí a únavě při dlouhotrvající pohybové činnosti byla technická úroveň pohybového projevu efektní a optimální. Konkrétně je to zapotřebí k měnícím se vnějším podmínkám, tj. odraz, skluz, kvalita sněhu, ale i stopy (Ilavský, Suk, 2005).

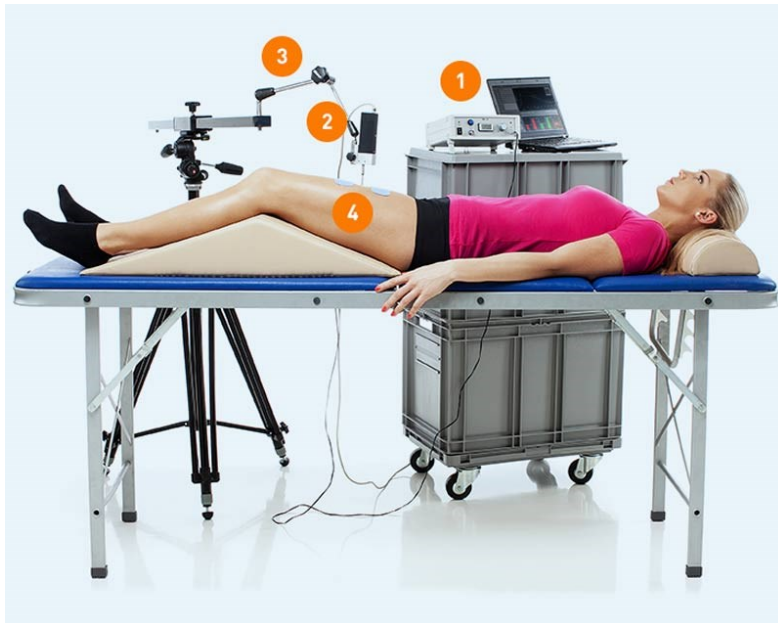
2.2 Tensiomyograf

2.2.1 Metoda

Tensiomyografie (TMG) je relativně jednoduchá, neinvazivní a diagnostická metoda určená k zhodnocení kontraktlních vlastností svalstva (Dias, Fort, Marinho, Santos, Marques, 2010).

2.2.2 Měření

Přístroj pro měření, tensiomyograf, se skládá z elektrické stimulační jednotky a podjednotky pro sběr dat (1), mechanického senzoru (2), stativu s manipulační rukou (3) a elektrod (4), které pracují se základním softwarovým rozhraním instalovaným na počítači (Buckley, 2017).



Obrázek 1: Tensiomyograf (Buckley, 2017)

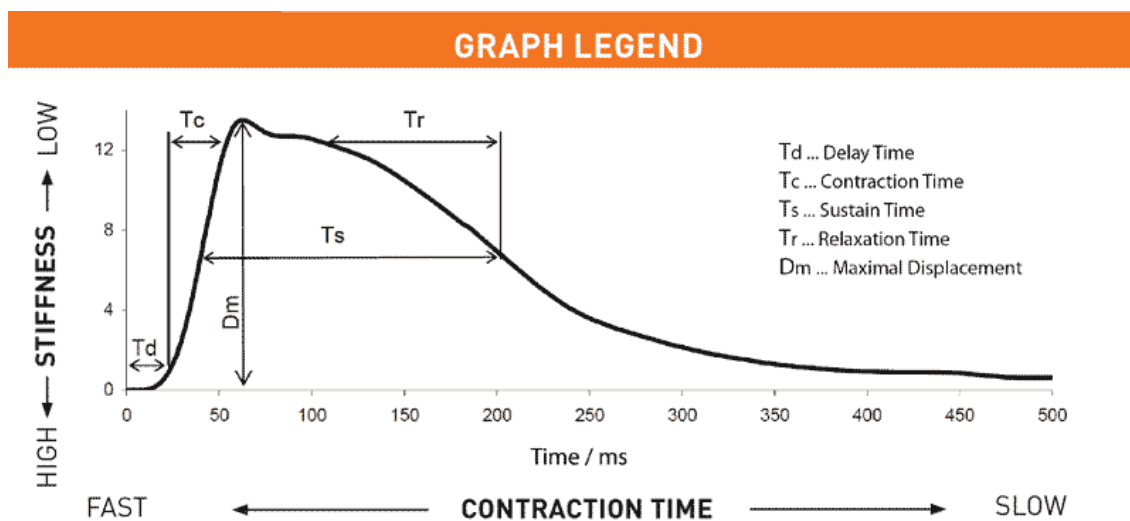
Samotné testování je zcela neinvazivní, doba měření je od 5 do 45 minut v závislosti na počtu testovaných svalů. Testovaný jedinec je nastaven do vhodné výchozí pozice pro měření, a to v závislosti na uložení testovaného svalu. Může tedy sedět, ležet na břiše, na zádech nebo na boku. Klouby testovaného jedince jsou volně v přirozeném fyziognomickém postavení. Elektrody jsou nastaveny nad daným kosterním svalem, aby jej stimulovaly. Dále jsou umístěny symetricky ke snímači, 50-60 mm od měřicího bodu. Senzor je nastaven kolmo ke svalu, stlačený do kůže na svalovém bříšku. Polohu senzoru lze nastavit samovolnou kontrakcí nebo palpačně elektrickou stimulací daného svalu. Senzor snímá data, jakmile dochází ke kontrakci a sval je stimulován (Buckley, 2017).

Na spolehlivosti měření TMG může mít vliv několik metodických faktorů. Tous, Moras, Rodriguez-Jiménez a Usach (2010) uvádí, že je to především poloha senzoru vzhledem ke svalovému bříšku, počáteční tlak hrotu senzoru, umístění elektrod a tím i schopnost různých měřidel provádět standardizovaná měření. Tyto faktory lze do jisté míry ovlivnit tím, že nastavení polohy senzoru, konstantní počáteční tlak a vyhodnocení provede jedna a ta samá osoba. To samozřejmě platí i pro kontrolní měření.

2.2.3 Záznam

Software TMG zpracovává signály o frekvenci 1 kHz. Ze dvou uložených supramaximálních odezev přístroj vypočítá průměr. Supramaximální stimulace je považována za odpovídající minimální stimulaci a určuje maximální amplitudu svalové deformace, která je zaznamenána jako D_m . (Rusu, Cosma, Cernaianu, Marin, Rusu, Ciocănescu, Neferu, 2013).

Mezi kontraktilní parametry získané měřením TMG lze řadit T_d (time delay – doba zpoždění), která se popisuje jako doba mezi 0 % a 10 % z maximální amplitudy svalové odpovědi. Další hodnotou je T_c (contraction time – čas kontrakce), neboli doba mezi 10% a 90% kontrakce. Mezi další měřené parametry spadá i T_s (sustain time – doba trvání), který vyjadřuje dobu mezi 50% kontrakce a 50% relaxace. Hodnota T_r (relaxation time – doba poloviční relaxace) udává dobu mezi 90% a 50% relaxace a v neposlední řadě hodnota D_m (maximal displacement – maximální přesun svalové kontrakce) popisuje, jak již název napovídá, maximální odezvu svalové kontrakce (García-García, Cuba-Dorado, Álvarez-Yates, Carballo-López, Iglesias-Caamaño, 2019).



Obrázek 2: Záznam měření TMG (Buckley, 2017)

2.2.4 Využití

TMG byl navržen pro pouze lékařské účely. Uplatnění tohoto přístroje přešlo plynule z medicíny do sportovní medicíny, nyní je využíván především při rehabilitaci po úrazu a ve sportovním tréninku. Užívá se také ve výzkumu (Dias, Fort, Marinho, Santos, Marques, 2010).

Tato metoda TMG může být použita k optimalizaci procesu rehabilitace a fyzického zotavení sportovců se svalovými zraněními. Získané informace mohou být použity k určení typu, intenzity a frekvence tréninku, aby byla rekonvalescence rychlejší a efektivnější. Jednoduchá metodika je důležitým faktorem proveditelnosti metody.

Dále může být tento přístup použit ke zkoumání stavu vysoce trénovaných sportovců, kteří jsou po rekonvalescenci již v tréninku a jež dříve vyřadilo právě poranění kosterního svalstva. Tím, že je tato metoda objektivní, neinvazivní a rychlá, může opakovaně poskytovat spolehlivé a užitečné informace, které jsou čitelné a dobře zpracovatelné (Dias, Fort, Marinho, Santos, Marques, 2010).

2.3 Bioimpedance

V této práci bylo využito přístroje InBody 720, jež je krátce popsán níže.

Bioelektrická impedanční analýza, též nazývána jako biomedanční analýza nebo bioimpedance, je rychlou, poměrně levnou metodou sloužící k určení tělesného složení. Tato metoda je založena na rozdílné vodivosti střídavého elektrického proudu v různých tělesných tkáních (Khalil, Mohktar, Ibrahim, 2014).

Jak udává Kaňovská (2015), tkáň bez tuku vede elektrický proud výborně, jelikož obsahuje vysoký obsah vody a elektrolytů. Tkáň tuková oproti tomu vytváří odpor a proud jí tudíž neprochází. Sama obsahuje jen velmi málo vody. Jako bioelektrická impedance se tedy nazývá odpor tukové tkáně vůči průchodu elektrického proudu.

Frekvence proudu, jež prochází tělem je nízká a tělu bezpečná. Sama metoda je považována za neinvazivní, tudíž v žádném případě nedochází k porušení integrity lidského těla (Pilný, 2013). Měření se ovšem nedoporučuje ženám v době menstruace (jelikož během cyklu zadržují vodu), a dále v těhotenství (a to především v 1. trimestru). Měření nelze uskutečnit, pokud testovanému chybí končetina. Další kontraindikací je implantovaný kardiostimulátor (Kaňovská, 2015).

Stejně tak je důležité dbát určitých pravidel, která jsou důležitá pro co nejpřesnější a nezkreslené měření. Testovaný jedinec by neměl před testováním vykonávat náročnou pohybovou aktivitu, konzumovat větší množství tekutin, a to především alkoholických. Dále by se měl k vyšetření dostavit na lačno a před samotným měření se dojit vymočit (Mondok, 2016).

V případě přístroje InBody 720 jsou na tělo testovaného umístěny 4 elektrody, skrz které je do těla vpouštěn střídavý elektrický proud o různých frekvencích. Program pracuje s pěti základními segmenty – válci, jež tvoří lidské tělo. Jsou jimi obě dvě horní

končetiny, trup a obě dvě dolní končetiny. Výsledek je součet dílčích měření těchto segmentů (Kaňkovská, 2015).

Jak udává Burgetová (2018), přístroj dokáže vyhodnotit tyto složky měření:

- analýza složení těla
 - ICW – intracelulární tekutina (l)
 - ECW – extracelulární tekutina (l)
 - proteiny (kg)
 - minerály (kg)
 - BFM – Body Fat Mass – hmota tělesného tuku (kg)
- analýza tuku ve svalech
 - váha (kg)
 - SMM – Skeletal Muscle Mass – hmota kosterního svalstva (kg)
 - BFM – Body Fat Mass – hmota tělesného tuku (kg)
- diagnóza obezity
 - BMI – Body Mass Index – index tělesné hmotnosti (kg/m^2)
 - WHR – Waist Hip Ratio – poměru obvodu pasu k bokům
 - PBF – Percent Body Fat – procento tělesného tuku (%)
- rovnováha štíhlosti – rozdělení na jednotlivé segmenty těla, udává i případný otok nebo segmentový otok)
- nutriční vyhodnocení (bílkoviny, minerály, tuk)
- měření váhy
- diagnóza obezity
- rovnováha těla
- diagnóza zdraví

2.4 Svalová soustava

Lidské tělo se skládá z 600 svalů. Většina svalů je párová – máme tedy 300 svalů v každé polovině těla. Kosterní svalstvo tvoří nejobjemnější část lidského těla – až 36 % tělesné hmotnosti těla u mužů, 32 % u žen. U trénovaného jedince může tento podíl hmotnosti svalstva dosáhnout až 45 % tělesné váhy. Z celkového množství svalstva připadá přibližně 16 % váhy na hlavu a trup, 28 % hmotnosti na horní končetiny a více než polovina – 56 % váhy – na dolní končetiny (Čihák, 2011).

Kosterní svaly tvoří spolu s tzv. pasivní pohybovou složkou (tvořenou kostrou, vazy a klouby) jednotný funkční celek. Pohyb je hlavním podmětem pro vývoj a udržování funkceschopnosti svalové tkáně. Příčně pruhovaná svalová tkáň je základem svalové soustavy, která je schopna kontrakce. Je funkčně propojena se skeletem, jež je pohyblivě spojený a vytváří řízený aktivní pohybový aparát. Sval je funkční složkou aktivního pohybového aparátu, který je připojen ke kosti šlachou (Bartůňková a kol., 2013).

2.4.1 Typologie a funkce svalových vláken

Svalová vlákna mají mnoho společných znaků (zejména anatomických), které dovolují jejich jednotný popis. Sval je ve skutečnosti heterogenní populací vláken, lišících se řadou histochemických, mikroskopických a fyziologických vlastností.

Svalová vlákna rozlišujeme na čtyři typy:

- Typ I – SO (slow oxidative) – pomalá červená vlákna
- Typ II A – FOG (fast and oxidative glycolytic) – rychlá červená vlákna
- Typ II B – FG (fast glykolytic) – rychlá bílá vlákna
- Typ III – intermediární, nediferencovaná vlákna (Bartůňková a kol., 2013).

Jednotlivé typy svalových vláken se aktivují podle intenzity svalové kontrakce. Při vysoké intenzitě kontrakce se postupně aktivují rychlá oxidativní vlákna i vlákna rychlá glykolytická. S nízkou intenzitou jsou aktivována převážně pomalá vlákna.

U různých jedinců je souhlasný sval z hlediska procentuálního zastoupení jednotlivých vláken, tedy i funkčních vlastností, velmi rozdílný. Za těmito rozdíly stojí víceméně genetická složka. Zastoupení rychlých a pomalých vláken je geneticky podmíněno z více než 90 %.

Svaly z funkčního hlediska dělíme na posturální a fázické svaly. Hlavním úkolem posturálních svalů je udržování základní polohy těla, jsou v neustálém napětí a mají tendenci ke zkracování. Fázické svaly vykonávají pohyb, jsou náchylné k únavě a mají tendenci k oslabování. Posturální a fázické svaly se navzájem ovlivňují a musí být v rovnováze, jinak může docházet ke svalovým dysbalancím (Bartůňková a kol., 2013).

2.4.2 Svalové dysbalance

Svalová dysbalance je stav, kdy dochází k porušení svalové souhry. Zásadním jevem je fakt, že svaly, které působí proti sobě, nejsou ve vzájemné rovnováze (Čermák, Chválková, Botlíková, Dvořáková, 2008).

Špatné držení těla ovlivňuje činnost páteře a kloubů. Klouby nejsou drženy v ideální poloze, protože svaly ztrácí svoji správnou funkci. Pohybové návyky se mění, a to posléze způsobuje bolesti pohybového aparátu. Celá tato souhra má negativní vliv na centrální nervový systém. Pokud svalové dysbalance přetrvávají dlouhodobě, dochází k fixaci špatných hybných stereotypů, tyto faktory snižují celkovou efektivitu a výkonnost pohybů (Véle, 2006).

Jednotlivé systémy jsou vzájemně propojeny a porucha jednoho systému se projeví zákonitě i v systémech druhých (Dobeš, 2011).

Svalové dysbalance vznikají převážně z těchto příčin:

- nesoustředěnost, negativní emoce, napětí,
- nedostatečné zatěžování, malá aktivita, hypokinéza,
- přetížení,
- asymetrické zatěžování bez dostatečné kompenzace.

První dva faktory se objevují převážně u běžné populace, zbylé dva faktory se vyskytují nejčastěji u sportovců (Dostálová, Sigmund, 2017).

2.4.3 Svaly zádové

Svaly zad tvoří celkem čtyři vrstvy. Podrobněji jsou níže popsány pouze svaly, na kterých bylo provedeno tensiomyografické měření.

První vrstva zádových svalů

Jinak známé jako spinohumerální svaly, jelikož se upínají na horní končetinu. M. trapezius je členěn na tři části dle průběhu a funkce vláken. M. latissimus dorsi se rozpíná téměř přes celou plochu zad.

M. trapezius (kápový sval)

Plochý sval, který získal své jméno od tvaru kápě, kterou vytvářejí svaly obou stran. Průběh začíná na os occipitale, trnových výběžcích krčních a hrudních obratlů až po Th12. Úpon svalu se rozděluje dle průběhu snopců. Kraniální sestupné snopce jdou na zevní konce claviculy, acromion a na spina scapulae. Střední příčné snopce končí průběh

svých vláken na spina scapulae. Kaudální vzestupné snopce se upínají na dolní okraj spina scapulae.

Sval jako celek fixuje a stabilizuje lopatku. Kraniální snopce zdvihají pletenec pažní, kaudální vlákna naopak stahují lopatku kaudálně dolů. Nervová vlákna pro inervaci vysílá n. accessorius (Čihák, 2011).

M. latissimus dorsi (široký zádový sval)

Tento sval se rozprostírá v dolní polovině zad. Jeho průběh začíná na trnových výběžcích obratlů Th7-S5, dorzální části kosti křížové, dorzální části crista iliaca a kaudálních žebrech. Svůj průběh končí na crista tuberculi minoris humeri (Grim, Druga, 2006).

Funkčně se uplatňuje při addukci, dorzální flexi a vnitřní rotaci paže. Je také pomocným vdechovým svalem. Inervaci zajišťuje n. dorsalis scapulae (Hudák, Kachlík, 2017).

Druhá vrstva zádových svalů

Dle svého úponu jsou nazývány též jako spinoskapulární svaly, upínají se tedy na lopatku. Řadíme sem m. rhomboideus major (velký routový sval), m. rhomboideus minor (malý routový sval) a m. levator scapulae (zdviháč lopatky). Pro svou funkci jsou známy také jako fixátory lopatek. Všechny tři jsou inervovány jedním nervem – n. dorsalis scapulae (Hudák, Kachlík, 2017).

Třetí vrstva zádových svalů

Spinokostální svaly, nesoucí jméno dle svých úponů na žebra, tvoří třetí vrstvu zádového svalstva. Patří sem svaly m. serratus posterior superior (horní zadní pilovitý sval) a m. serratus posterior inferior (dolní zadní pilovitý sval). Tyto svaly jsou stavebně poměrně slabé a funkčně jsou pomocnými dýchacími svaly. Oba dva svaly inervují nn. intercostales (Hudák, Kachlík, 2017).

Čtvrtá vrstva zádových svalů

Nejhlubší vrstva zádových svalů se sestává z vlastních svalů zádového původu, jinak nazývanými také jako autochtonní svaly zádové. Všechny tyto svaly inervují dorzální větve spinálních nervů. Dle funkce a uspořádání je lze dále členit do dílčích funkčních systémů, které jsou uloženy od povrchu do hloubky:

- systém spinotransverzální a systém sakrospinální,
- systém spinospinální,
- systém transverzospinální,
- systém krátkých svalů zádových a hlubokých svalů šíjových (Naňka, Elišková, 2015).

Systém spinotransverzální

Svaly patřící do tohoto systému jsou m. splenius capitis a m. splenius cervicis. Jdou od trnových výběžků kaudálních obratlů k výběžkům příčným obratlů uložených kraniálněji. Svým průběhem vytváří písmeno „V“. Při své jednostranné kontrakci rotují hlavu na opačnou stranu, při oboustranné kontrakci extendují hlavu a tím pádem ji i vzpřimují (Hudák, Kachlík, 2017).

Systém sakrospinální

Pod sakrospinální systém spadá masivní svalová vrstva, která vytváří pravý a levý val po stranách páteře. Je známá také jako m. erector spinae.

M. longissimus tvoří střední část svalového systému m. erector spinae. Dále jej lze rozdělit na část lumbální, thorakální a cervikální. Jako jediný jde podél celé páteře. M. iliocostalis svým průběhem vytváří laterální část m. erector spinae (Naňka, Elišková, 2015).

Oboustranná kontrakce celého systému m. erector spinae způsobí extenzi páteře i hlavy. Při stahu svalů pouze jedné strany dojde k lateroflexi páteře a její rotaci na stranu působícího svalu (Hudák, Kachlík, 2017).

Systém spinospinální

Vlákna m. spinalis jdou od trnových výběžků kaudálních obratlů ke kraniálně uloženým trnovým výběžkům. Dělí se na dvě části – thorakální a cervikální. Anatomicky spadá pod m. erector spinae. Jeho funkce jsou tedy stejné – jednostranně uklání páteř na stejnou stranu, při oboustranném stahu páteř extendují (Naňka, Elišková, 2015).

Systém transverzospinální

Svým průběhem tvoří tvar písmene „A“. Svaly tohoto systému začínají na příčných výběžcích a končí na kraniálněji uložených trnových výběžcích. Spadají sem svaly m. semispinalis, mm. multifidi a mm. rotatores (Hudák, Kachlík, 2017).

System krátkých zádových svalů

Vrstva nejhluběji uložených svalů spojuje sousední obratle. Tvoří ji mm. interspinales, jdoucí mezi trnovými výběžky obratlů, a mm. intertransversarii, jež leží mezi příčnými výběžky obratlů. Svým průběhem při akci extendují páteř a udržují její stabilitu (Hudák, Kachlík, 2017).

System hlubokých šíjových svalů

Tyto svaly patří do nejhlubší vrstvy svalstva. Můžeme je znát také jako subokcipitální svaly. Propojují výběžky atlasu, axisu a okcipitální kosti. Podílí se na balančních pohybech hlavy a obratlů C1 a C2, dále také záklonu, úklonu a rotacích hlavy a atlasu. Řadíme sem m. rectus capitis posterior major, m. rectus capitis posterior minor, m. obliquus capitis superior a m. obliquus capitis inferior (Čihák, 2011).

3 CÍLE A ÚKOLY PRÁCE

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo definovat hypotézy o dopadech běžeckého lyžování na pohybový aparát, především na vznik svalových dysbalancí u běžců na lyžích. Pro měření a určení dysbalancí na tensiomyografu TMG 100 bylo zvoleno zádové svalstvo. Dále byl využit i přístroj bioimpedance InBody 720.

3.1 Úkoly práce

- literární rešerše – nalezení informací z odborné literatury a dalších zdrojů
- vytipování svalových skupin náchylných ke svalovým dysbalancím
- zajištění místa měření
- zajištění osoby oprávněné k obsluze přístrojů TMG 100 a InBody 720
- zajištění vhodných probandů
- měření probandů pomocí přístrojů TMG 100 a InBody 720
- zpracování, zhodnocení, popsání naměřených dat
- obhajoba práce

3.2 Výzkumná otázka

Přispívá běžecké lyžování ke vzniku či následnému rozvoji svalových dysbalancí u zádového svalstva?

4 METODIKA PRÁCE

Jedná se o empiricko-teoretickou práci, kdy data byla získána kvalitativním způsobem. V této práci byla použita metoda případových studií šesti probandů. V příloze je uvedena žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS pod jednacím číslem 143/2017 a její schválení v souladu s Helsinskou deklarací.

4.1 Popis sledovaného souboru

Sledovaný soubor byl složen z šesti probandů mužského pohlaví. Jednalo se běžce na lyžích ve věkové skupině 20-25 let, kteří byli vybráni za účelem zjištění svalových dysbalancí v běhu na lyžích. Všichni zúčastnění jsou aktivními sportovci a věnují se běžeckému lyžování. Měření probíhalo na Fakultě tělesné výchovy a sportu UK. Všichni probandi byli včas seznámeni s měřením a souhlasili se zpracováním dat.

4.2 Použité metody

K měření probandů byla použita metoda zvaná tensiomyografie, měřená přístrojem TMG 100 a následně byla použita k měření metoda bioimpedance na přístroji InBody 720.

4.3 Analýza svalových dysbalancí

Přístroj Tensiomyograf (konkrétněji TMG 100), který byl použit k měření jednotlivých svalových skupin, měří kontraktilní vlastnosti kosterního svalstva. Dokáže určit funkční svalové napětí, a to konkrétně dobu kontrakce, přemístění svalu a následně vyhodnotit, jestli je sval ochablý, zkrácený a rychlost kontrakce. Stimulace svalů probíhaly různými intenzitami elektrického proudu, začínajících na 20 mA, následně byly postupně zvyšovány až na 75 mA. Přístroj byl obsluhován zaškoleným zaměstnancem UK FTVS v laboratoři tréninkové adaptace.

Svaly vybrané pro zkoumání svalových dysbalancí byly:

- ES – m. erector spinae
- LD – m. latissimus dorsi
- TRI – m. trapezius inferior

4.4 Analýza rovnováhy těla

Přístroj Inbody 720 byl použit k analýze rovnováhy těla, která se nachází na FTVS UK v Praze. Tento přístroj využívá metodu bioelektrické impedanční analýzy. Měření těla probíhalo na každém z pěti segmentů těla – pravá a levá horní končetina, pravá a levá dolní končetina a trup.

V této práci se podíváme blíže na výsledky rovnováhy těla a rovnováhy štíhlosti, které ukazují segmentální zastoupení svaloviny v těle, zda jsou svaly vyvinuté, nebo oslabené.

5 VÝSLEDKY

5.1 Proband č. 1

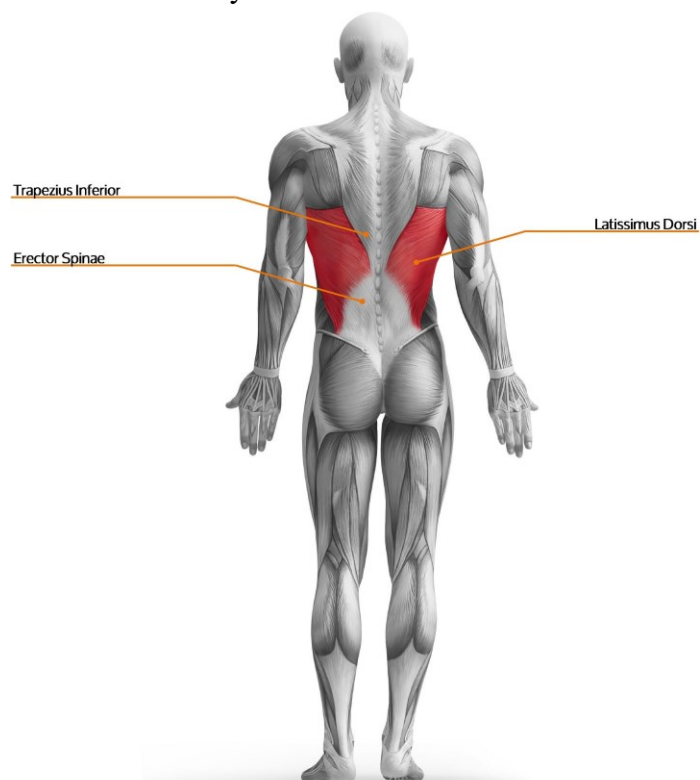
Pohlaví: muž

Věk: 20

Výška: 183 cm

Váha: 73 kg

Aktivita: 7 – 9x týdně



Obrázek 3: Výsledky měřených svalů u probanda č. 1

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	18.26	106.28	75.03	4.80	20.81	92
m.ES	R	17.81	145.08	108.49	5.65	21.65	
m.LD	L	52.01	99.19	40.07	6.12	25.41	86
m.LD	R	43.58	130.17	50.08	6.36	23.76	
m.TRI	L	17.97	85.56	64.78	3.41	19.80	88
m.TRI	R	17.54	45.79	26.57	2.56	19.64	

Obrázek 4: Laterální symetrie u probanda č. 1

ES – m. erector spinae

- Celková laterální symetrie je na vysoké úrovni – 92 %.

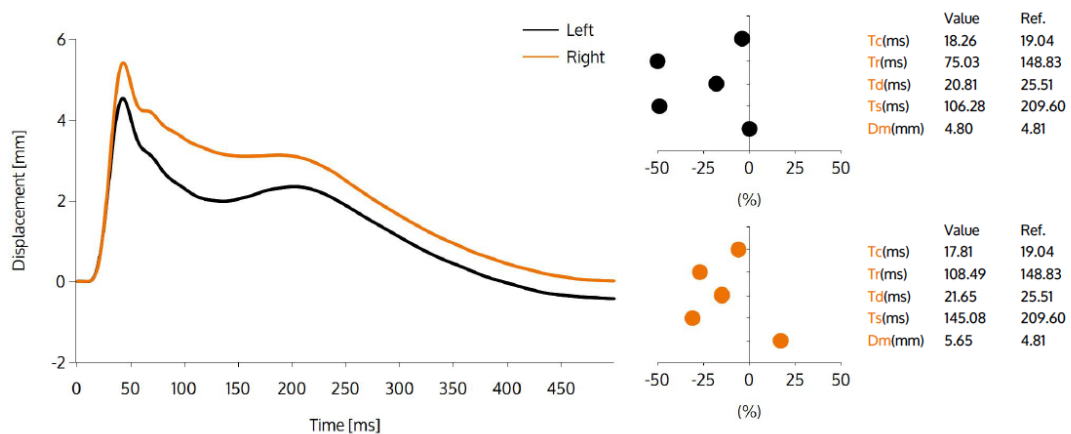
LD – m. latissimus dorsi

- Celková laterální symetrie je dostatečně vysoká – 86 %.
- Levý sval je výrazně pomalejší, než je průměr.
- Pravý sval je výrazně pomalejší, než je průměr.
- Posun levého svalu je výrazně nižší než u ostatních svalů.
- Aktivační cvičení se doporučuje pro obě strany, s větším důrazem na levou stranu.
- Protahovací cvičení se doporučuje na levou stranu.

TRI – m. trapezius inferior

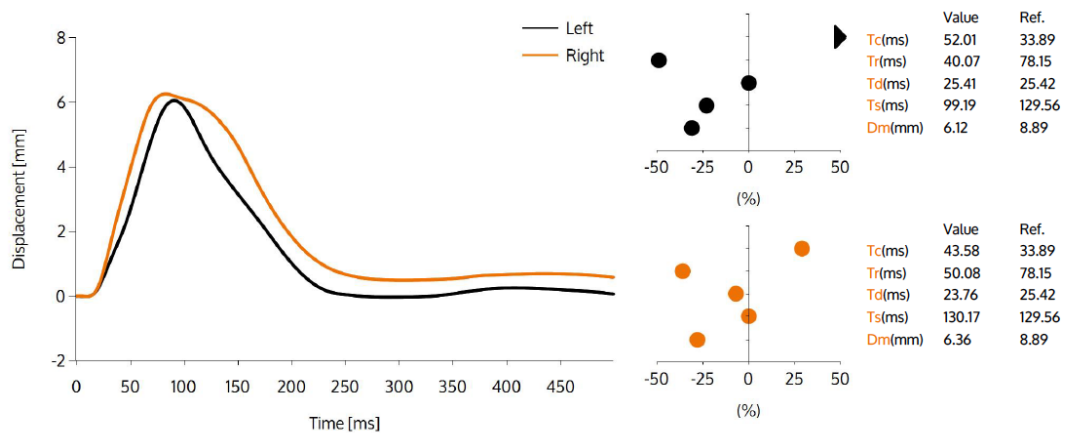
- Celková laterální symetrie je dostatečně vysoká – 89 %.

ES - Erector Spinae



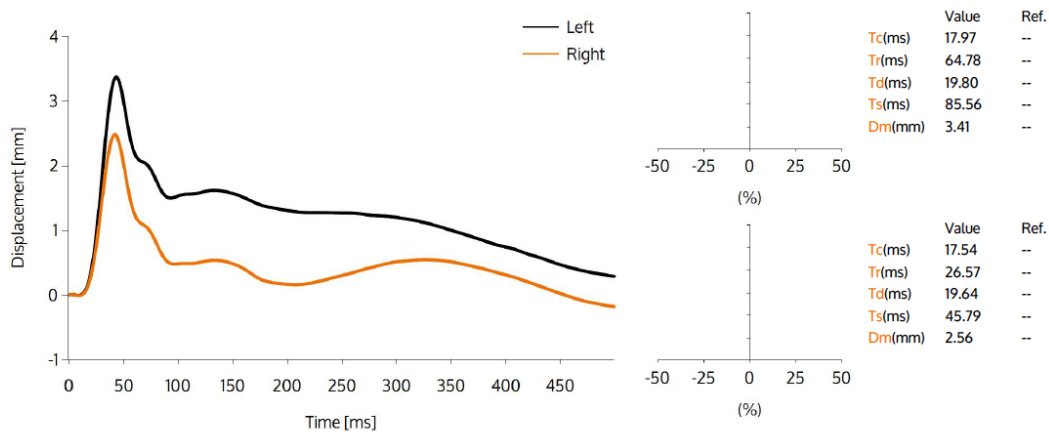
Graf 1: M. erector spinae u probanda č. 1

LD - Latissimus Dorsi



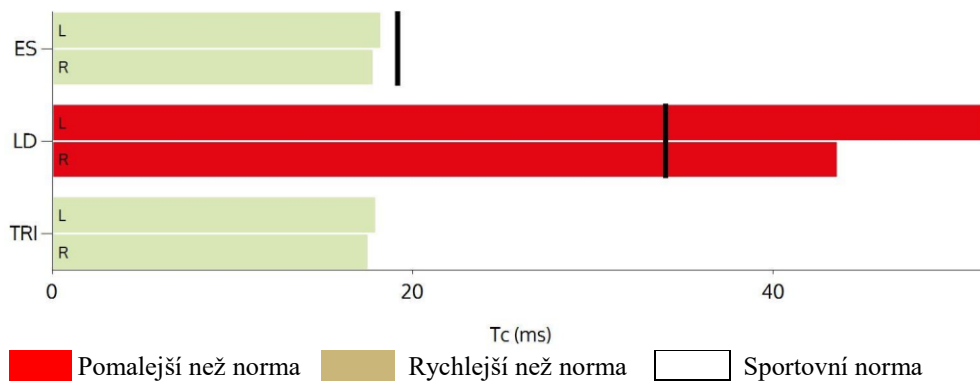
Graf 2: M. latissimus dorsi u probanda č. 1

TRI - Trapezius Inferior



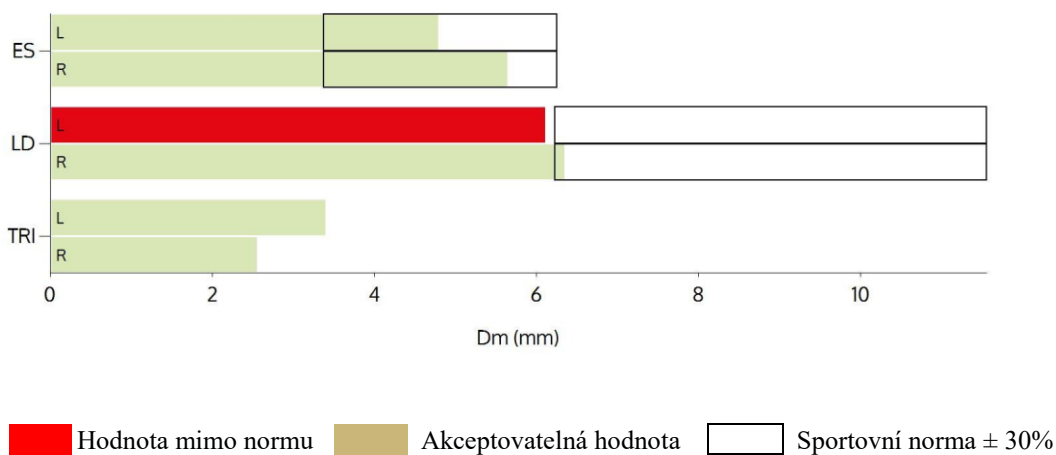
Graf 3: M. trapezius inferior u probanda č. 1

Rychlost kontrakce

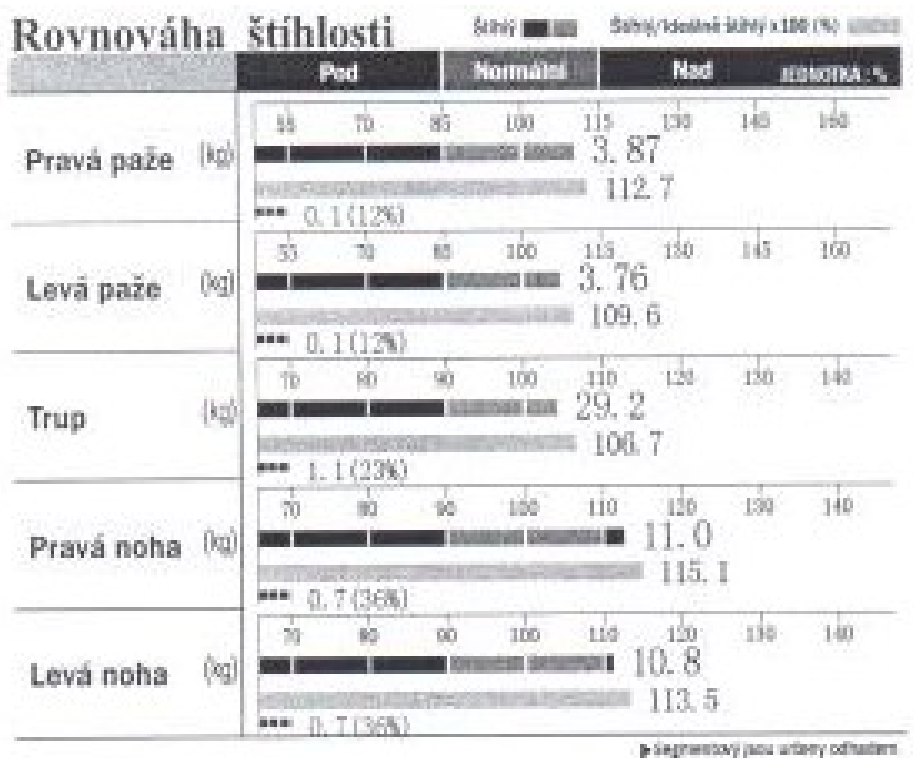


Graf 4: Rychlost kontrakce u probanda č. 1

Svalový posun



Graf 5: Svalový posun u probanda č. 1



Obrázek 5: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 1

Rovnováha těla

Horní Vytvářená Lehce vytvářená Extrémně vytvářená

Dolní Vytvářená Lehce vytvářená Extrémně vytvářená

Horní - Dolní Vytvářená Lehce vytvářená Extrémně vytvářená

Rovnováha těla

Horní Normální Vysoká Slabý

Dolní Normální Vysoká Slabý

Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 6: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 1

5.2 Proband č. 2

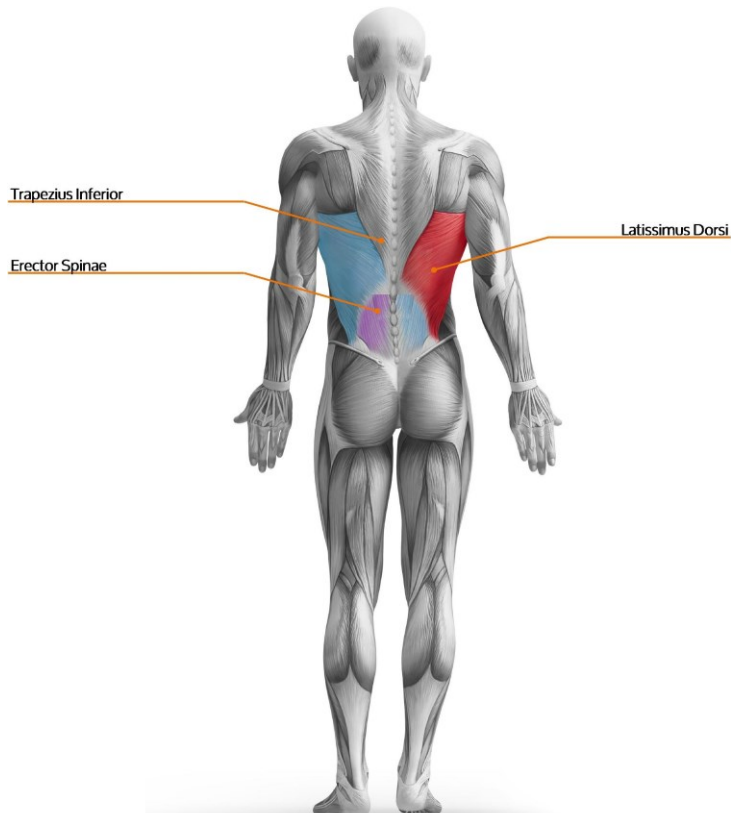
Pohlaví: muž

Věk: 23

Výška: 187 cm

Váha: 75 kg

Aktivita: 4 – 5x týdně



Obrázek 7: Výsledky měřených svalů u probanda č.2

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	16.50	142.85	122.21	5.61	21.83	84
m.ES	R	15.48	94.12	71.61	3.63	19.18	
m.LD	L	32.35	136.12	88.28	4.20	23.90	69
m.LD	R	46.12	149.18	63.38	9.42	25.69	
m.TRI	L	16.18	179.12	155.95	1.82	18.21	91
m.TRI	R	15.48	246.47	218.73	2.21	18.45	

Obrázek 8: Laterální symetrie u probanda č. 2

ES – m. erector spinae

- Celková laterální symetrie je dostatečně vysoká – 85 %.
- Laterální symetrie přemístění je o něco nižší, než se doporučuje – 65 %.
- Pro levou stranu se doporučuje posilovací cvičení.
- Pro pravou stranu se doporučuje protahovací cvičení.

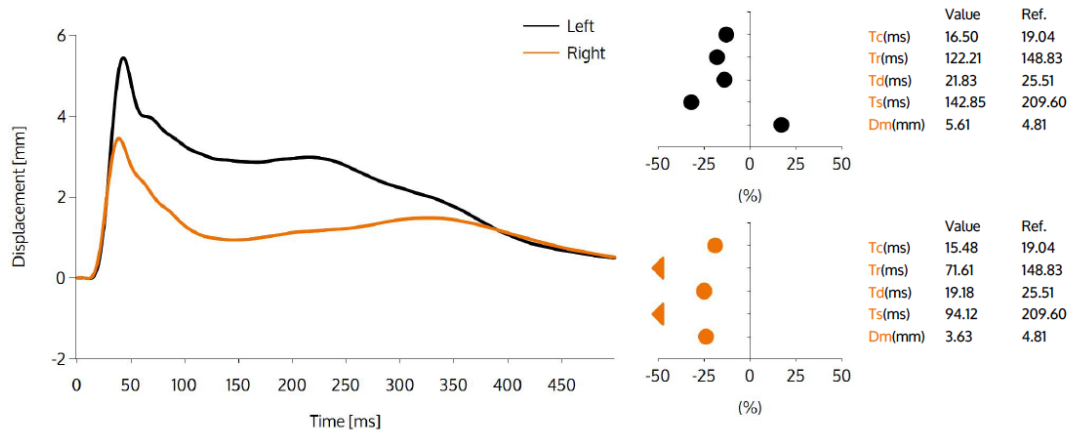
LD – m. latissimus dorsi

- Celková laterální symetrie je v poměrně nižších hodnotách – 69 %.
- Laterální symetrie doby kontrakce je poměrně nižší, než se doporučuje – 70 %.
- Laterální symetrie přemístění je výrazně nižší, než se doporučuje – 45 %.
- Pravý sval je výrazně pomalejší, než je průměr.
- Přemístění levého svalu při kontrakci je v nižších hodnotách.
- Doporučují se protahovací cvičení na levou stranu.
- Pro pravou stranu se doporučují aktivační cvičení a posilovací cvičení.

TRI – m. trapezius inferior

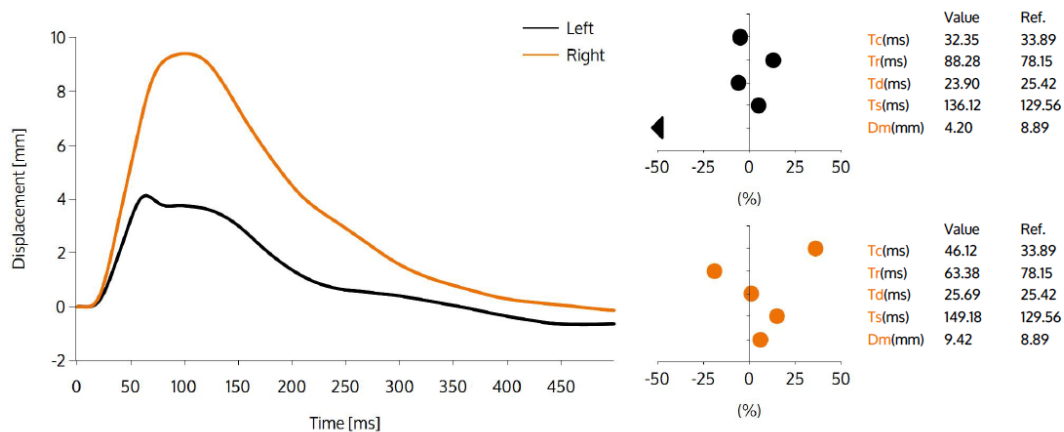
- Celková laterální symetrie je na velmi vysoké úrovni, 91 %.

ES - Erector Spinae



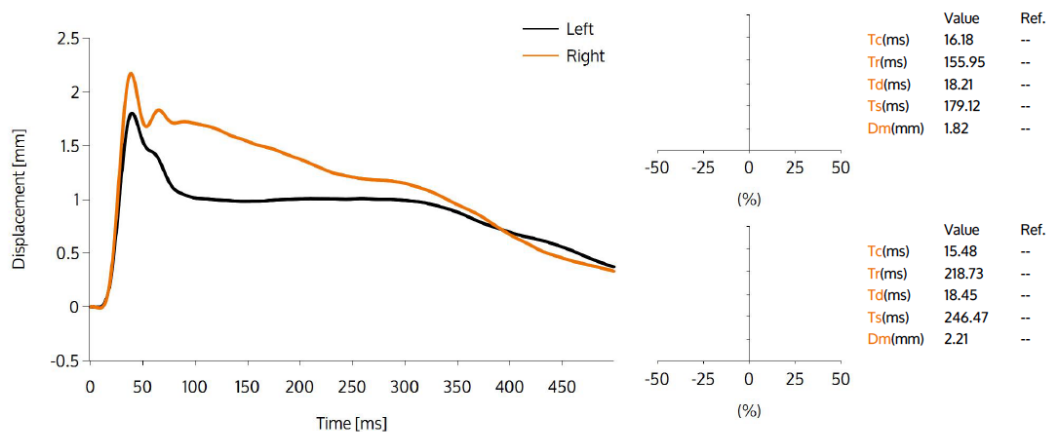
Graf 6: M. erector spinae u probanda č. 2

LD - Latissimus Dorsi



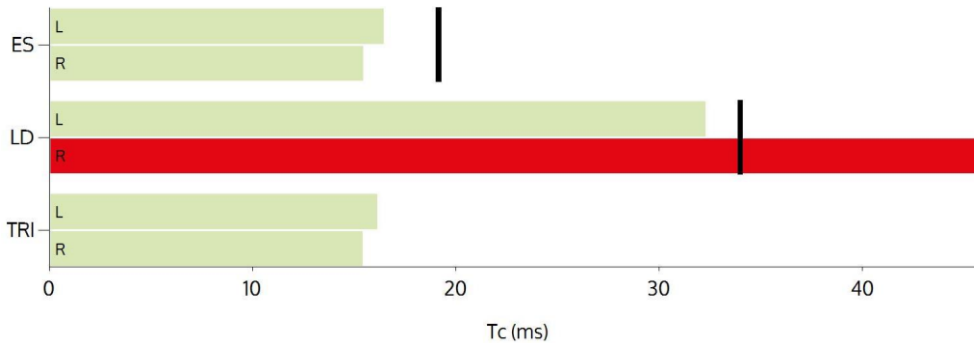
Graf 7: M. latissimus dorsi u probanda č. 2

TRI - Trapezius Inferior



Graf 8: M. trapezius inferior u probanda č. 2

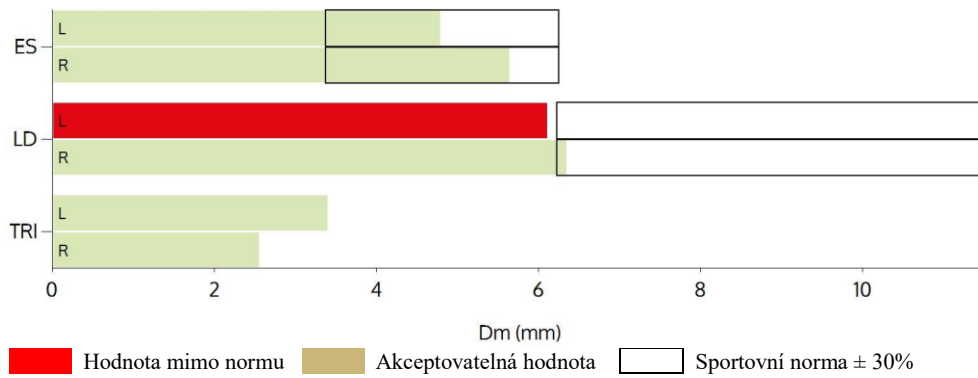
Rychlost kontrakce



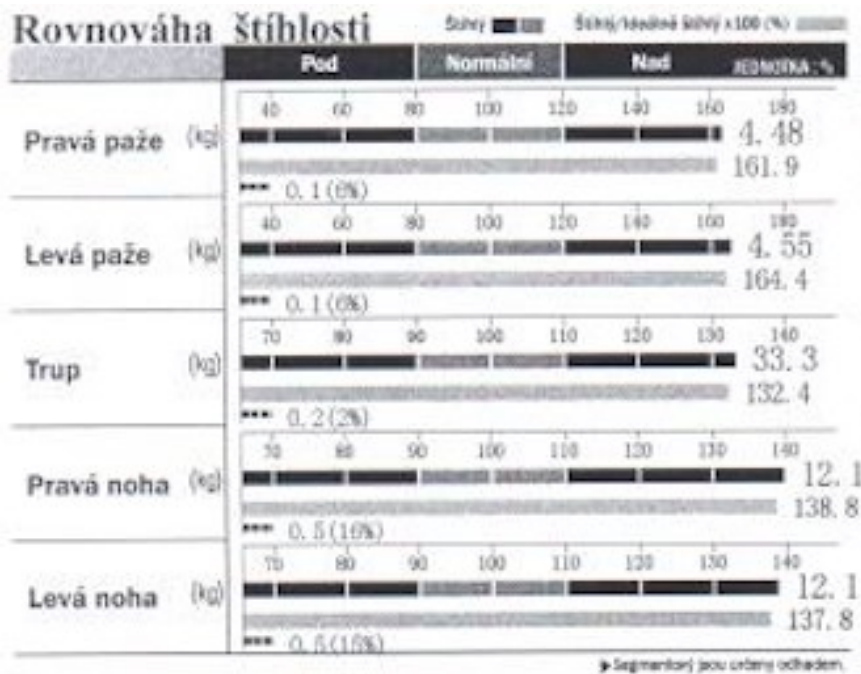
Pomalejší než norma
 Rychlejší než norma
 Sportovní norma

Graf 9: Rychlost kontrakce u probanda č. 2

Svalový posun



Graf 10: Svalový posun u probanda č. 2



Obrázek 9: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 2

Rovnováha těla

Horní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená
 Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená
 Horní - Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Rovnováha těla

Horní Normální Vyvinutá Slabý
 Dolní Normální Vyvinutá Slabý
 Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 10: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 2

5.3 Proband č. 3

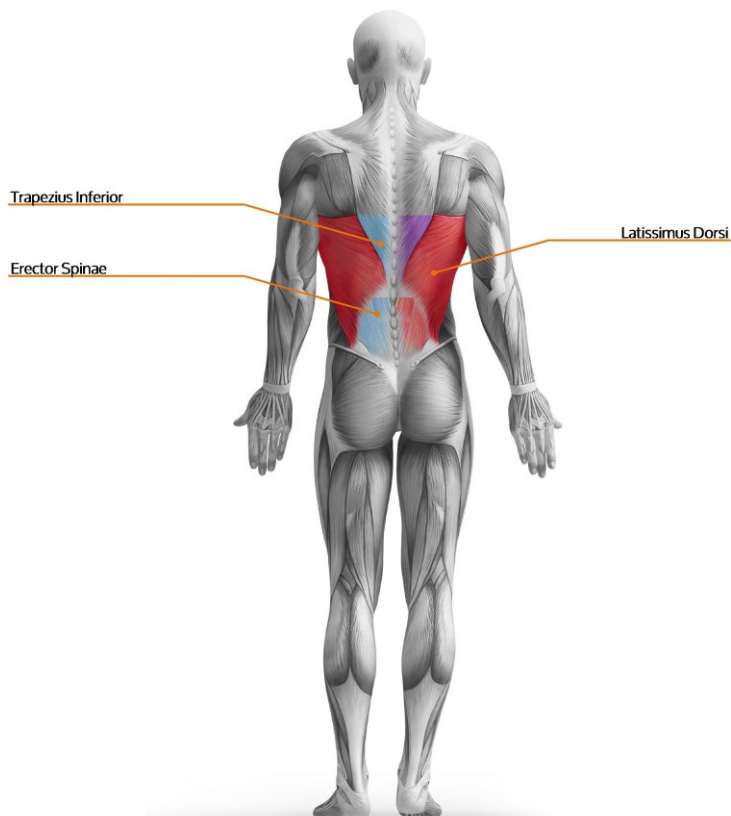
Pohlaví: muž

Věk: 25

Výška: 180 cm

Váha: 76 kg

Aktivita: 6 – 7x týdně



Obrázek 11: Výsledky měřených svalů u probanda č.3

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	12.85	22.49	7.78	2.72	19.48	69
m.ES	R	16.70	147.67	118.52	4.57	20.28	
m.LD	L	40.69	124.32	68.98	5.30	23.72	88
m.LD	R	41.64	151.41	58.80	8.74	24.97	
m.TRI	L	16.47	267.19	117.40	1.62	18.32	83
m.TRI	R	18.17	339.38	315.11	2.68	19.91	

Obrázek 12: Laterální symetrie u probanda č. 3

ES – m. erector spinae

- Celková laterální symetrie je na výrazně nižší úrovni – 69 %.
- Laterální symetrie doby kontrakce je nižší, než se doporučuje – 77 %.
- Přesun svalu při kontrakci je výrazně nižší, než se doporučuje – 59 %.
- Levý sval je výrazně rychlejší, než průměr běžického lyžování.
- Posun levého svalu je výrazně nižší než průměr běžického lyžování.
- Protahovací cvičení se doporučuje na levou stranu.
- Pro pravou stranu se doporučuje aktivační cvičení.

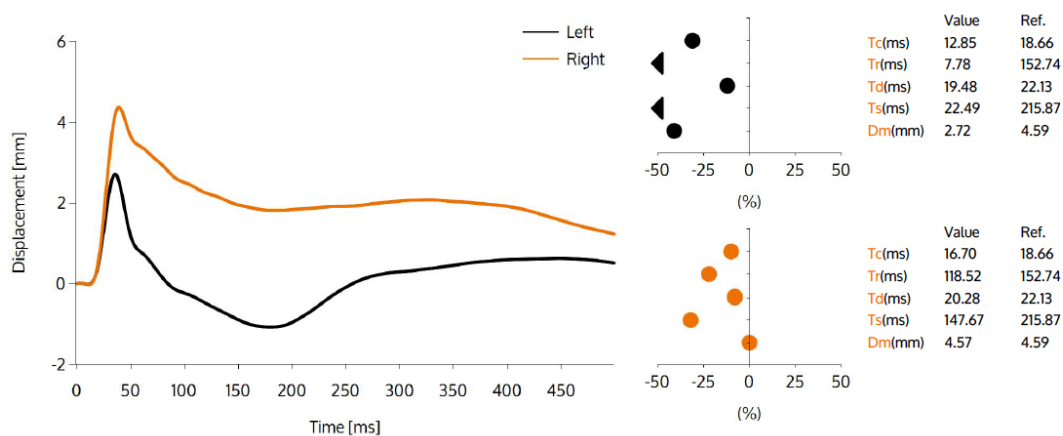
LD – m. latissimus dorsi

- Celková laterální symetrie je dostatečně vysoká – 88 %.
- Laterální symetrie přesunu je výrazně nižší – 61 %.
- Levý sval a pravý sval je výrazně pomalejší, než je průměr u běhu na lyžích.
- Přemístění pravého svalu je výrazně vyšší, než je průměr v běžickém lyžování.
- Pro levou stranu se doporučuje protahovací cvičení.
- Posilovací cvičení se doporučuje pro pravou stranu.
- Na obě strany se doporučují aktivační cvičení s důrazem na pravou stranu.

TRI – m. trapezius inferior

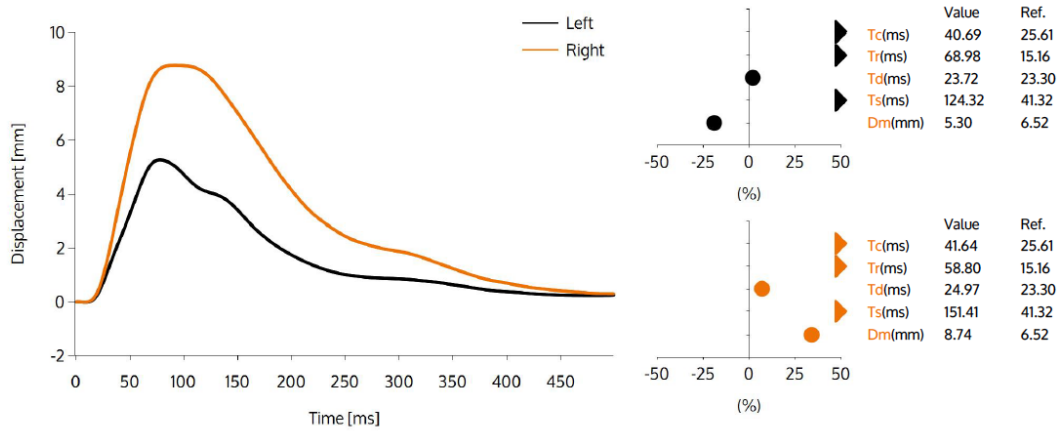
- Celková laterální symetrie je velmi vysoká – 84 %.
- Přemístění svalu při kontrakci je nižší, než se doporučuje – 61 %.
- Pro pravou stranu se doporučuje protahovací cvičení.
- Pro levou stranu se doporučuje posilovací cvičení.

ES - Erector Spinae



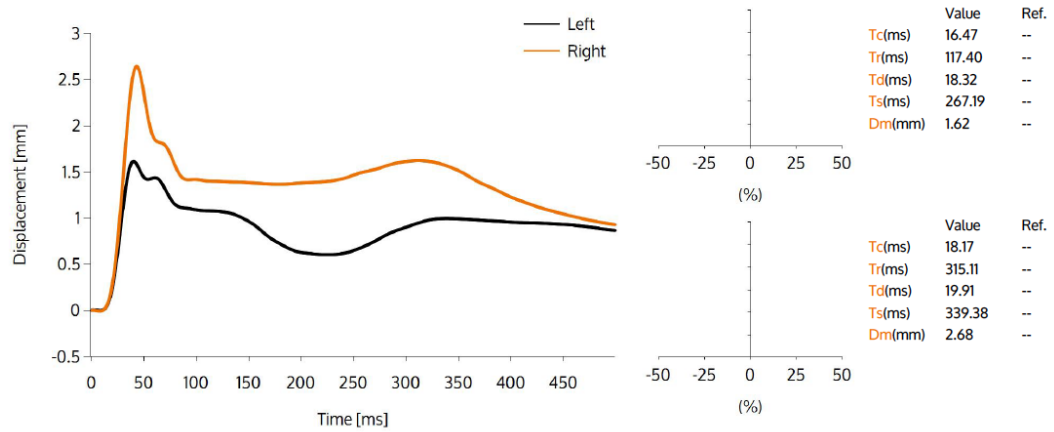
Graf 11: M. erector spinae u probanda č. 3

LD - Latissimus Dorsi



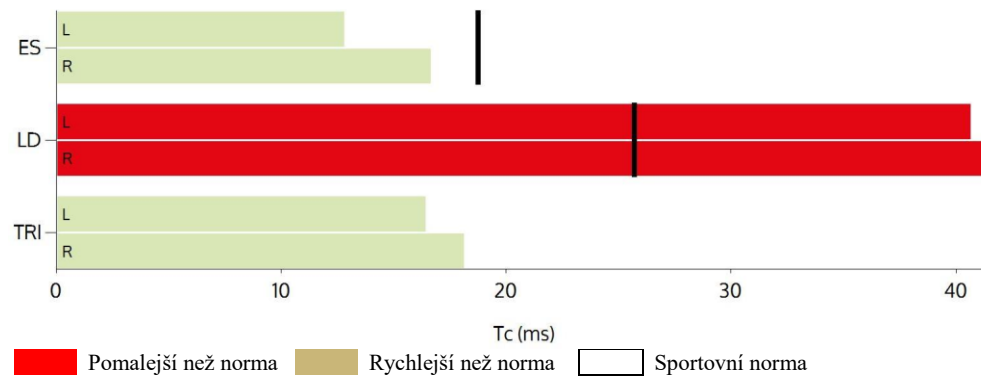
Graf 12: *M. latissimus dorsi* u probanda č. 3

TRI - Trapezius Inferior



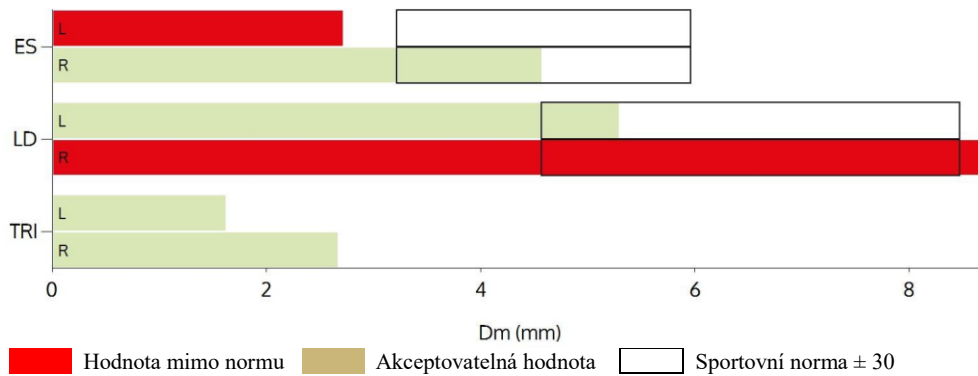
Graf 13: *M. trapezius inferior* u probanda č. 3

Rychlost kontrakce

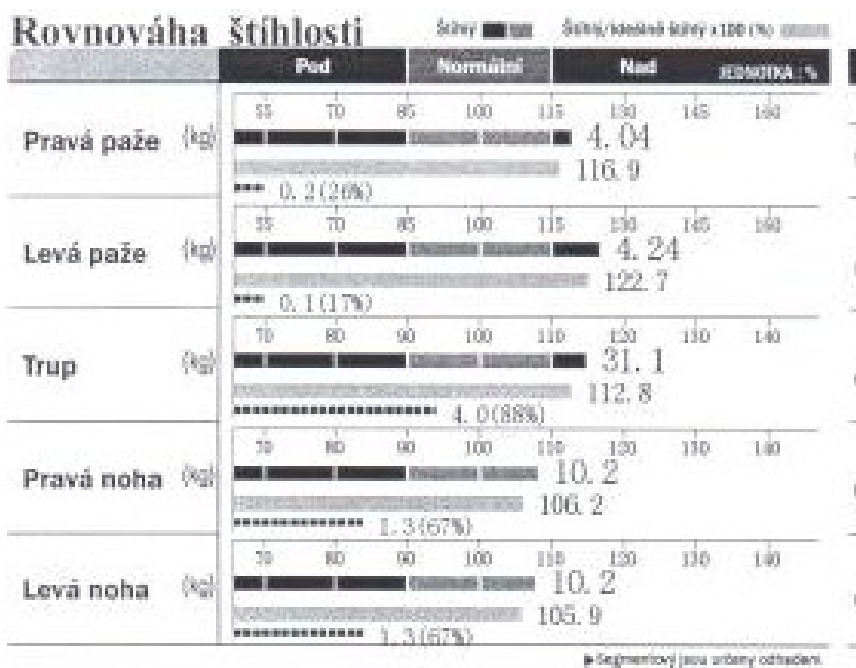


Graf 14: Rychlost kontrakce u probanda č. 3

Svalový posun



Graf 15: Svalový posun u probanda č. 3



Obrázek 13: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 3

Rovnováha těla

Horní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Horní - Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Rovnováha těla

Horní Normální Vysunutá Slabý

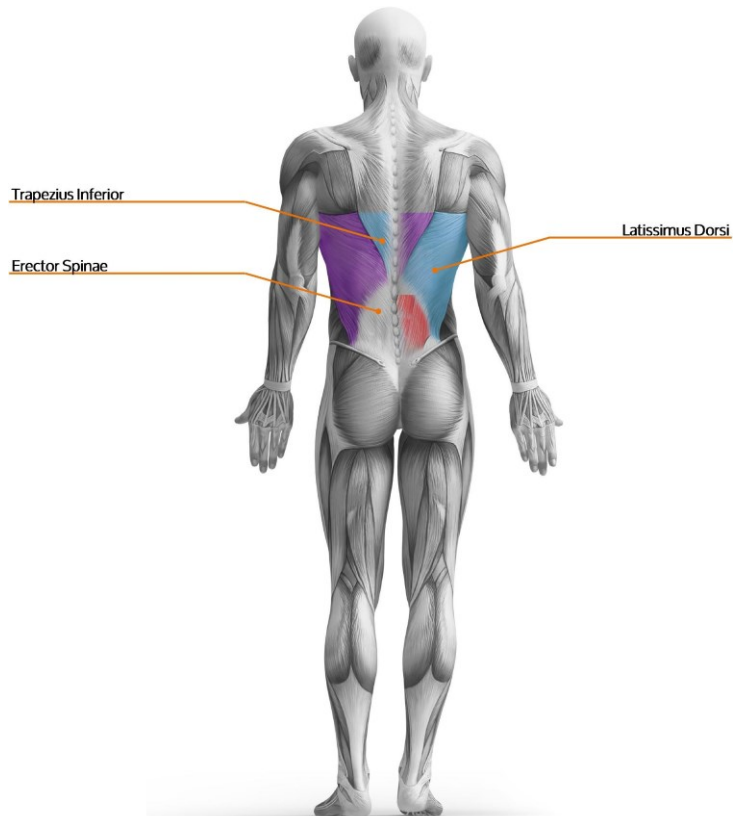
Dolní Normální Vysunutá Slabý

Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 14: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 3

5.4 Proband č. 4

- Pohlaví: muž
- Věk: 25
- Výška: 182 cm
- Váha: 72 kg
- Aktivita: 7 – 8x týdně



Obrázek 15: Výsledky měřených svalů u probanda č.4

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	22.45	268.73	85.38	3.65	21.51	72
m.ES	R	36.89	265.28	69.55	3.13	19.81	
m.LD	L	40.22	89.65	49.29	13.22	28.22	84
m.LD	R	35.58	98.32	55.46	8.27	26.68	
m.TRI	L	20.54	148.25	68.81	0.54	18.82	82
m.TRI	R	20.54	163.04	132.29	2.91	18.43	

Obrázek 16: Laterální symetrie u probanda č. 4

ES – m. erector spinae

- Celková symetrie je nižší, než je doporučeno – 73 %.
- Laterální symetrie doby kontrakce je významně nižší, než je průměr – 61 %.
- Pravý sval je výrazně pomalejší než všechny ostatní.
- Svalový posun pravého svalu je výrazně pomalejší, než je průměr.
- Aktivační a protahovací cvičení se doporučují pro pravou stranu.

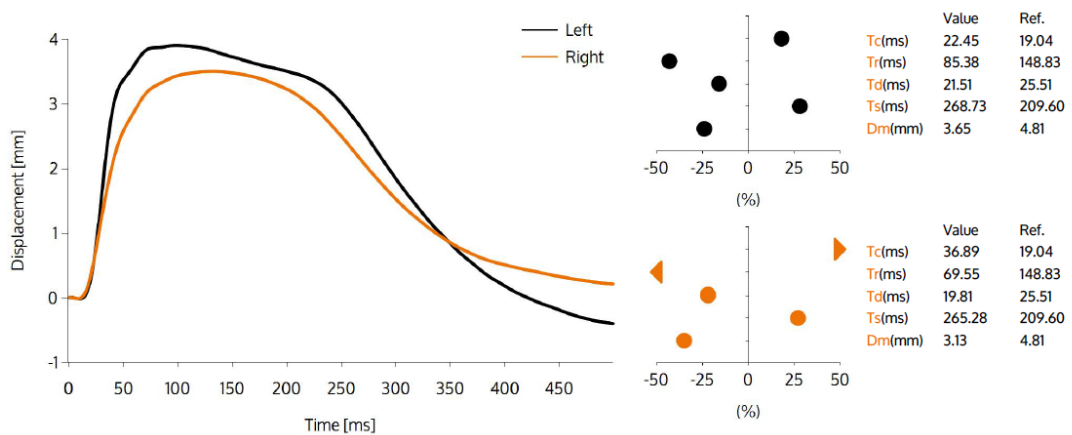
LD – m. latissimus dorsi

- Celková symetrie je dostatečně vysoká – 84 %.
- Laterální symetrie přesunu je nižší, než se doporučuje – 63 %.
- Svalový posun u levého svalu je výrazně vyšší, než je průměr.
- Pro pravou stranu se doporučují posilovací a protahovací cvičení.

TRI – m. trapezius inferior

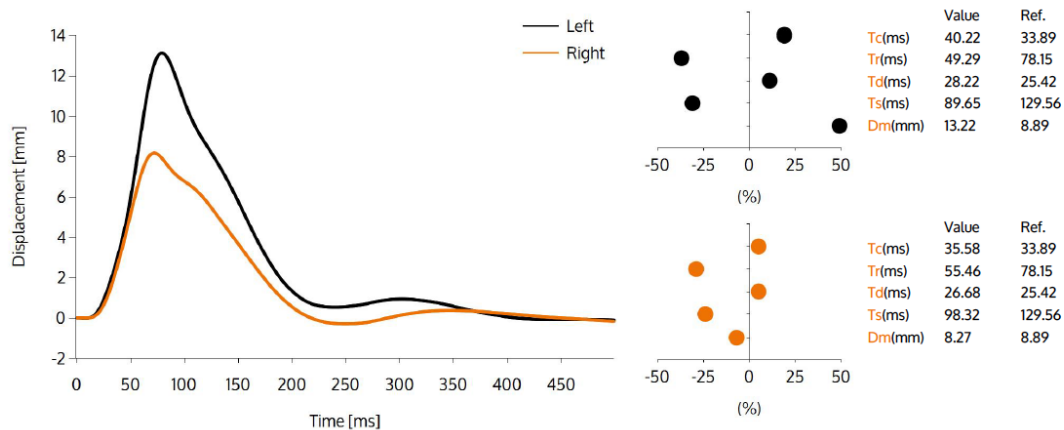
- Celková symetrie je dostatečně vysoká – 83 %.
- Svalový posun je výrazně nižší, než se doporučuje – 18 %.
- Pro pravou stranu se doporučují posilovací cvičení.
- Protahovací cvičení jsou doporučena pro stranu levou.

ES - Erector Spinae



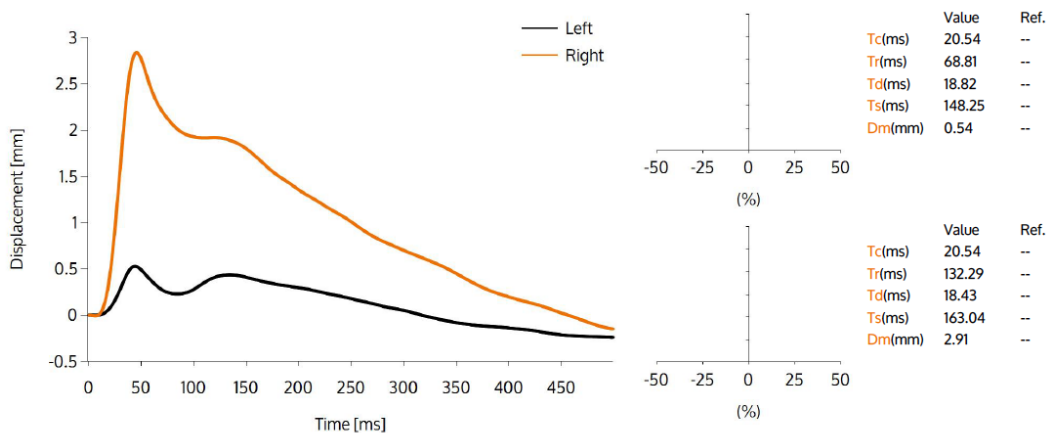
Graf 16: M. erector spinae u probanda č. 4

LD - Latissimus Dorsi



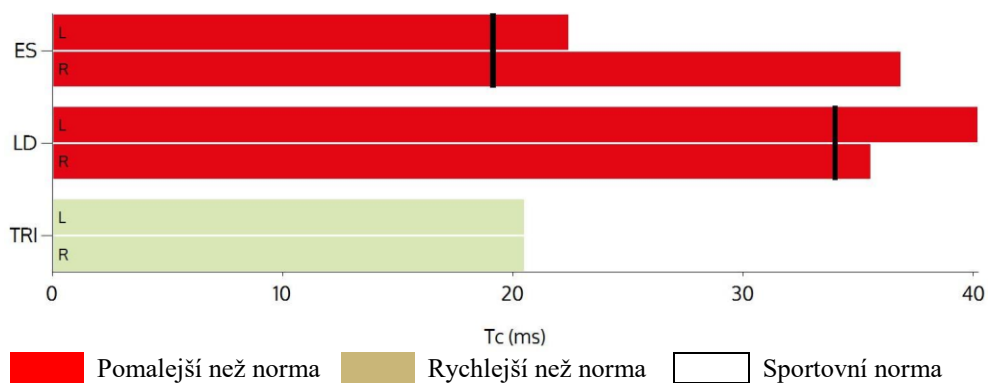
Graf 17: *M. latissimus dorsi* u probanda č. 4

TRI - Trapezius Inferior



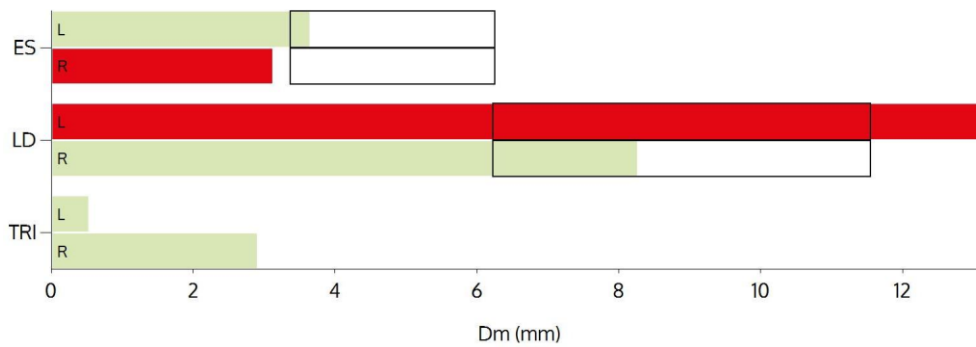
Graf 18: *M. trapezius inferior* u probanda č. 4

Rychlost kontrakce



Graf 19: Rychlost kontrakce u probanda č. 4

Svalový posun



■ Hodnota mimo normu
 ■ Akceptovatelná hodnota
 Sportovní norma \pm 30

Graf 20: Svalový posun u probanda č. 4

Rovnováha štíhlosti		Štát	Schýr/masová (BMI) > 30 (%)		
		Pod	Normální	Nad	IEDNOTA: %
Pravá paže (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160	3.98	115.1	0.1 (13%)	
Levá paže (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160	3.92	113.5	0.1 (13%)	
Trup (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	30.0	108.9	1.4 (30%)	
Pravá noha (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	10.5	109.2	0.8 (40%)	
Levá noha (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	10.5	109.6	0.8 (40%)	

■ Segmentový posuv určeno vyřazením

Obrázek 17: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 4

Rovnováha těla

Horní Vysázená Lehce nadvysázená Extrémně nadvysázená
 Dolní Vysázená Lehce nadvysázená Extrémně nadvysázená
 Horní - Dolní Vysázená Lehce nadvysázená Extrémně nadvysázená

Rovnováha těla

Horní Normální Vysázená Slabý
 Dolní Normální Vysázená Slabý
 Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 18: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 4

5.5 Proband č. 5

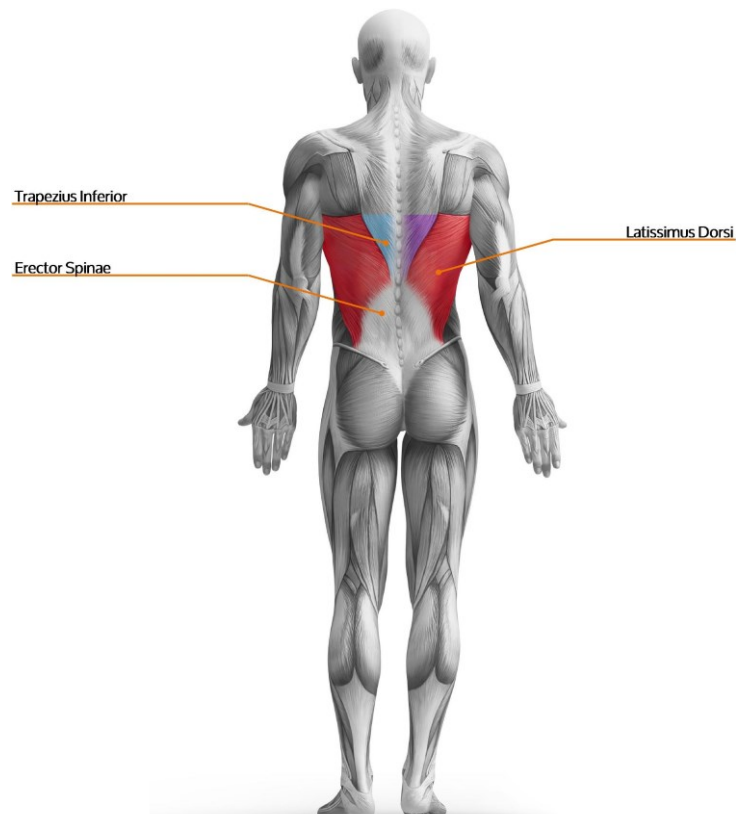
Pohlaví: muž

Věk: 21

Výška: 185 cm

Váha: 82 kg

Aktivita: 6 – 8x týdně



Obrázek 19: Výsledky měřených svalů u probanda č.5

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	20.47	225.27	180.65	5.69	20.70	82
m.ES	R	16.18	146.82	114.73	5.58	19.22	
m.LD	L	45.25	115.33	43.19	5.21	22.25	83
m.LD	R	41.82	145.47	59.52	9.40	24.69	
m.TRI	L	16.67	149.96	123.49	1.24	18.14	81
m.TRI	R	19.36	187.69	152.99	1.99	19.03	

Obrázek 20: Laterální symetrie u probanda č. 5

ES – m. erector spinae

- Celková laterální symetrie je na vysoké úrovni – 83 %.
- Laterální symetrie doby kontrakce je o něco nižší, než se doporučuje – 79 %.

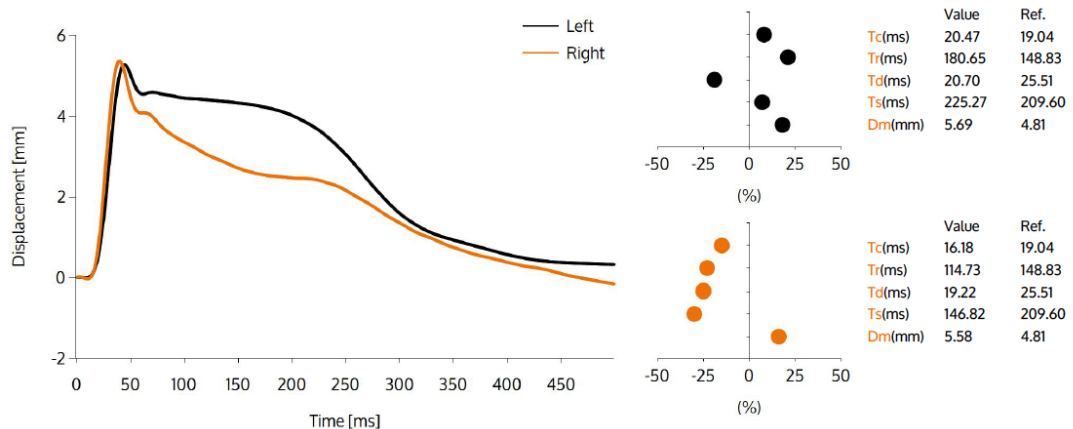
LD – m. latissimus dorsi

- Celková laterální symetrie je dostatečně vysoká – 83 %.
- Laterální symetrie posunu je výrazně na nižší úrovni – 55 %.
- Levý sval a pravý sval je pomalejší, než je průměr u běhu na lyžích.
- Protahovací cvičení se doporučuje pro levou stranu.
- Posilovací cvičení se doporučují pro pravou stranu.
- Aktivační cvičení jsou doporučena pro obě strany s důrazem na levou stranu.

TRI – m. trapezius inferior

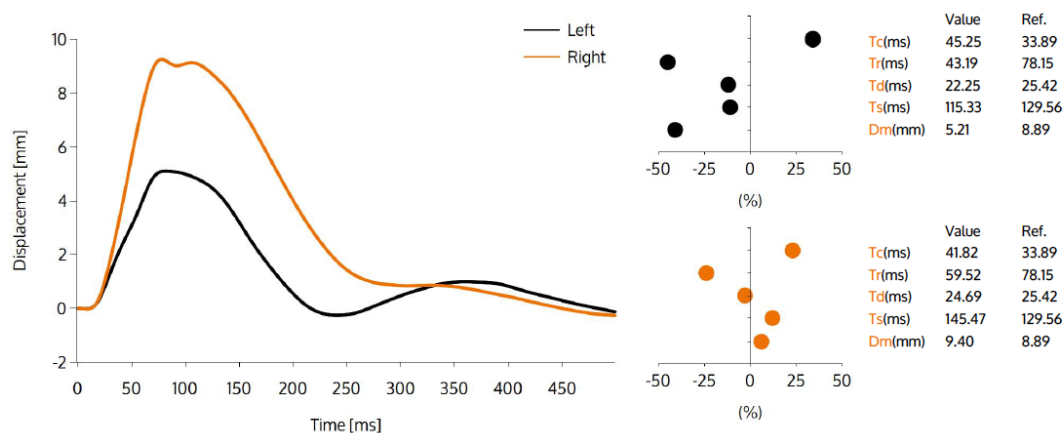
- Celková postranní symetrie je dostatečně vysoká – 82 %.
- Laterální symetrie přesunu je o něco nižší, než se doporučuje – 62 %.
- Protahovací cvičení se doporučují pro levou stranu.
- Pro pravou stranu se doporučují posilovací cvičení.

ES - Erector Spinae



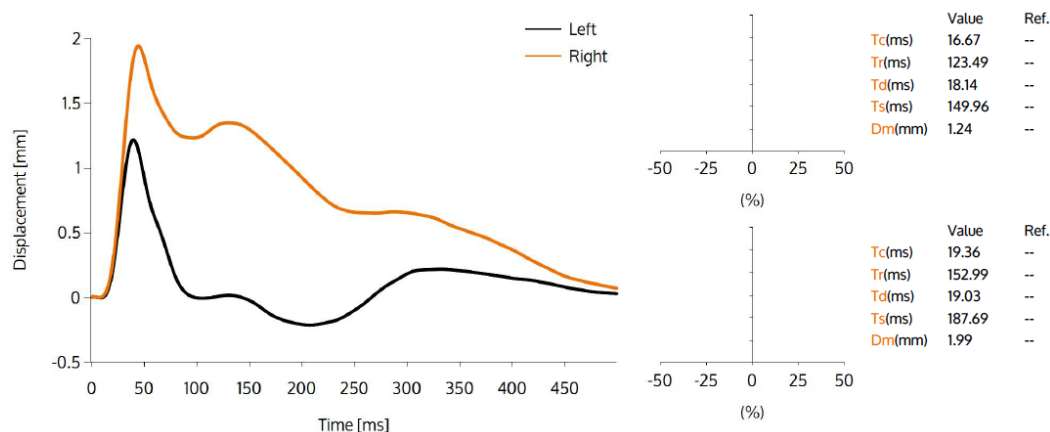
Graf 21: M. erector spinae u probanda č. 5

LD - Latissimus Dorsi



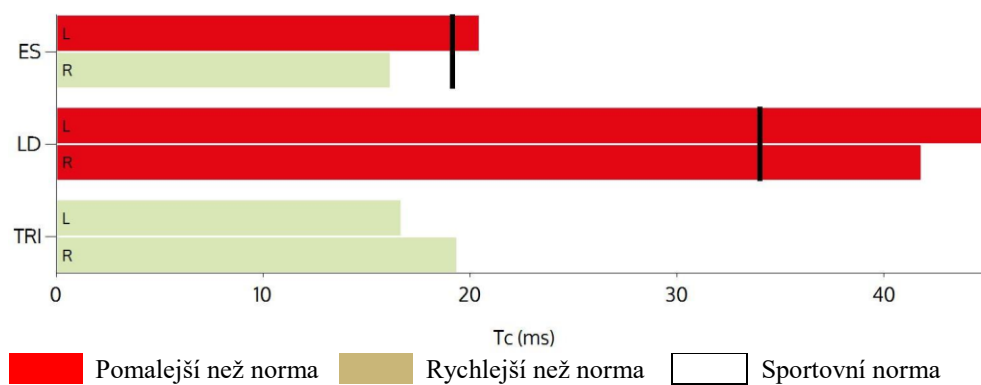
Graf 22: *M. latissimus dorsi* u probanda č. 5

TRI - Trapezius Inferior



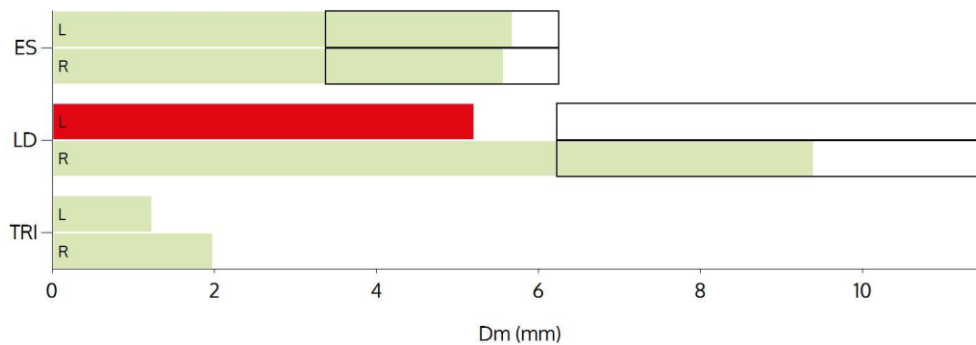
Graf 23: *M. trapezius inferior* u probanda č. 5

Rychlost kontrakce



Graf 24: Rychlost kontrakce u probanda č. 5

Svalový posun



Hodnota mimo normu Akceptovatelná hodnota Sportovní norma \pm 30

Graf 25: Svalový posun u probanda č. 5

Segment	Jednotka	Stav			IFNORMA, %
		Pod	Normální	Nad	
Pravá paže	(kg)	95-100	100-110	110-120	4.90 134.3
Levá paže	(kg)	65-70	70-85	85-100	4.89 133.9
Trup	(kg)	70-80	80-90	90-100	35.1 120.6
Pravá noha	(kg)	50-60	60-70	70-80	11.5 113.7
Levá noha	(kg)	70-80	80-90	90-100	11.5 113.3

■ Segmenty jsou uloženy odděleně

Obrázek 21: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 5

Rovnováha těla

Horní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Horní - Dolní Vyvážená Lehce nevyvážená Extrémně nevyvážená

Rovnováha těla

Horní Normální Vyvinutá Slabý

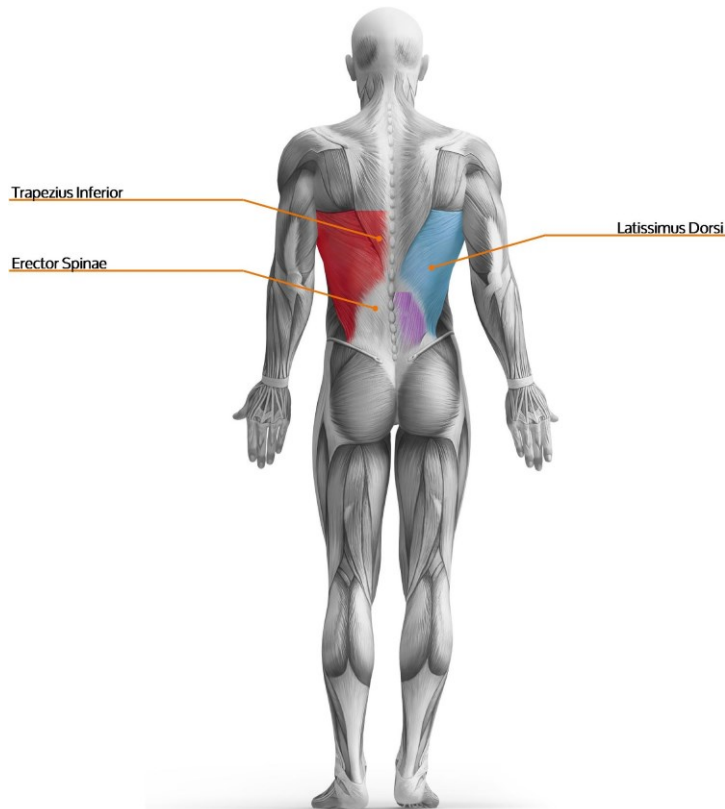
Dolní Normální Vyvinutá Slabý

Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 22: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 5

5.6 Proband č. 6

- Pohlaví: muž
- Věk: 25
- Výška: 181 cm
- Váha: 79 kg
- Aktivita: 6 – 8x týdně



Obrázek 23: Výsledky měřených svalů u probanda č. 6

Laterální symetrie (LS):

Muscle	Side	Tc [ms]	Ts [ms]	Tr [ms]	Dm [mm]	Td [ms]	Sym [%]
m.ES	L	16.20	133.15	103.08	5.55	21.30	88
m.ES	R	17.69	197.16	115.20	6.41	20.89	
m.LD	L	46.18	144.50	92.48	8.20	25.72	79
m.LD	R	37.81	140.73	52.67	4.91	21.18	
m.TRI	L	34.51	235.33	151.52	2.08	25.92	61
m.TRI	R	17.21	381.28	357.31	1.92	18.05	

Obrázek 24: Laterální symetrie u probanda č. 6

ES – m. erector spinae

- Celková postranní symetrie je vysoká – 89 %.
- Přemístění svalu při kontrakci je výrazně vyšší, než je průměr.
- Pro pravou stranu se doporučují posilovací cviky.

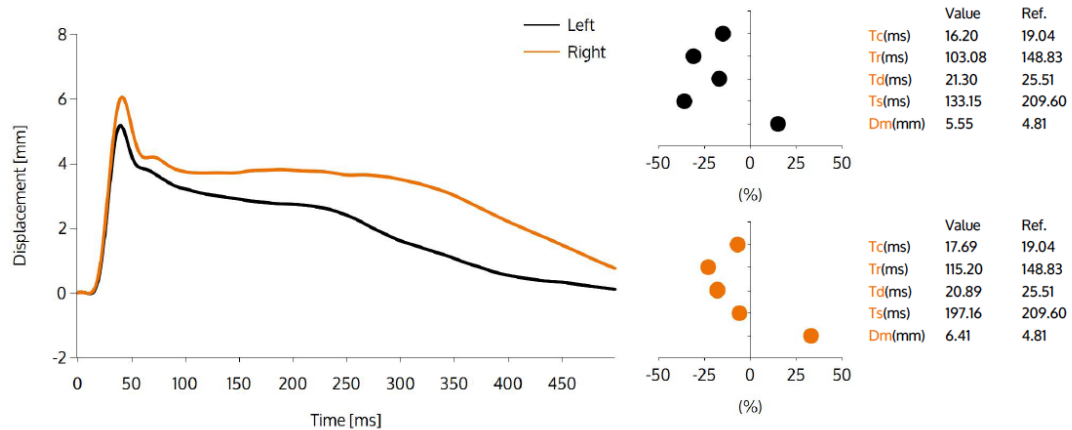
LD – m. latissimus dorsi

- Laterální symetrie je o něco nižší, než je doporučeno – 79 %.
- Přemístění svalu při kontrakci je výrazně nižší – 60 %.
- Levý a pravý sval jsou výrazně pomalejší, než jsou průměrné hodnoty.
- Pro levou stranu se doporučují aktivační cviky.
- Protahovací cviky se doporučují pro pravou stranu.

TRI – m. trapezius inferior

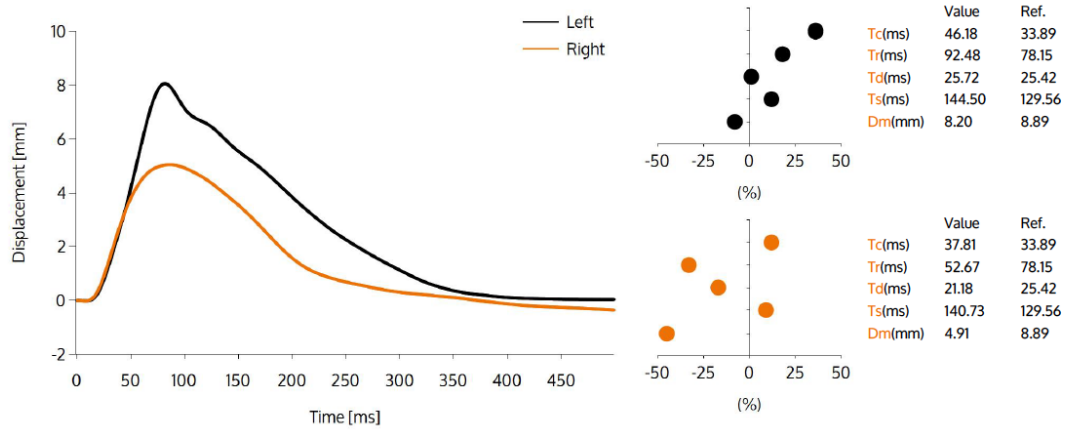
- Celková laterální strana je v poměrně nižších hodnotách – 61 %.
- Doba kontrakce je výrazně nižší, než se doporučuje – 50 %.
- Pro levou stranu se doporučují aktivační cviky.

ES - Erector Spinae



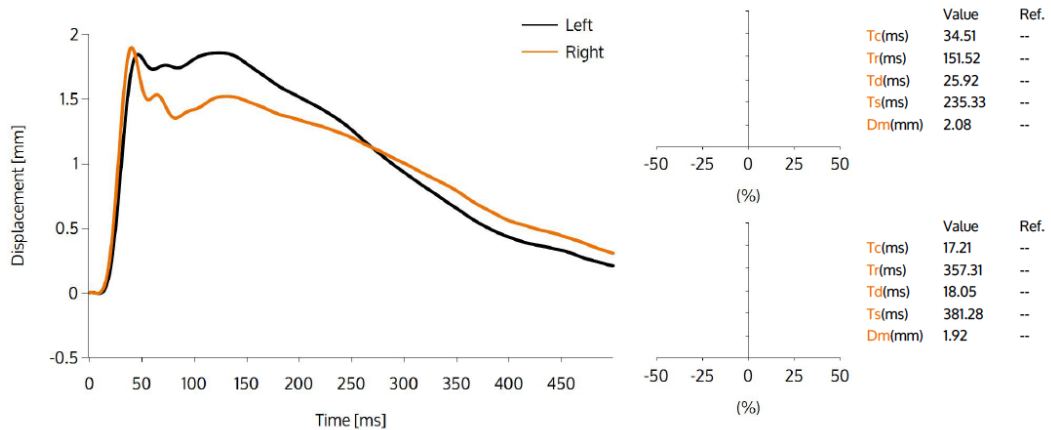
Graf 26: M. erector spinae u probanda č. 6

LD - Latissimus Dorsi



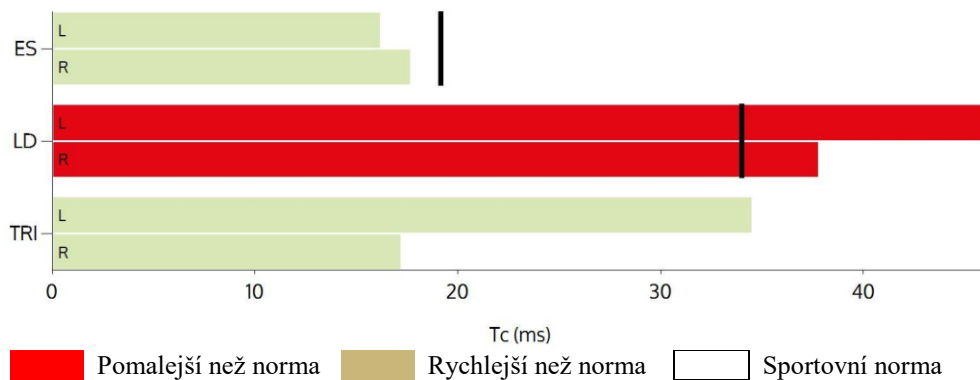
Graf 27: *M. latissimus dorsi* u probanda č. 6

TRI - Trapezius Inferior



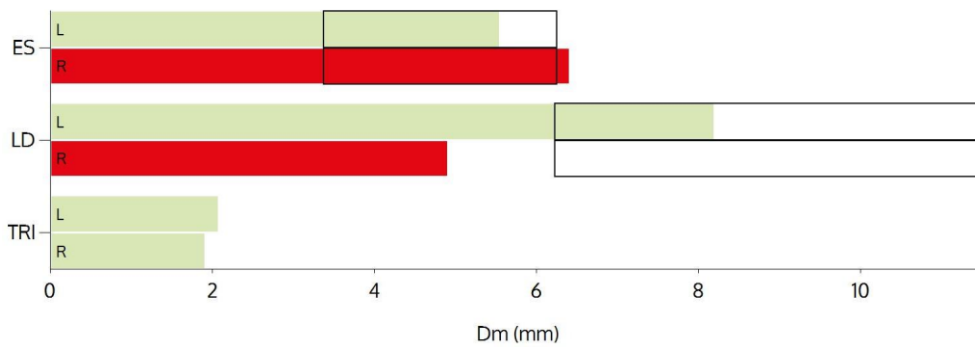
Graf 28: *M. trapezius inferior* u probanda č. 6

Rychlost kontrakce



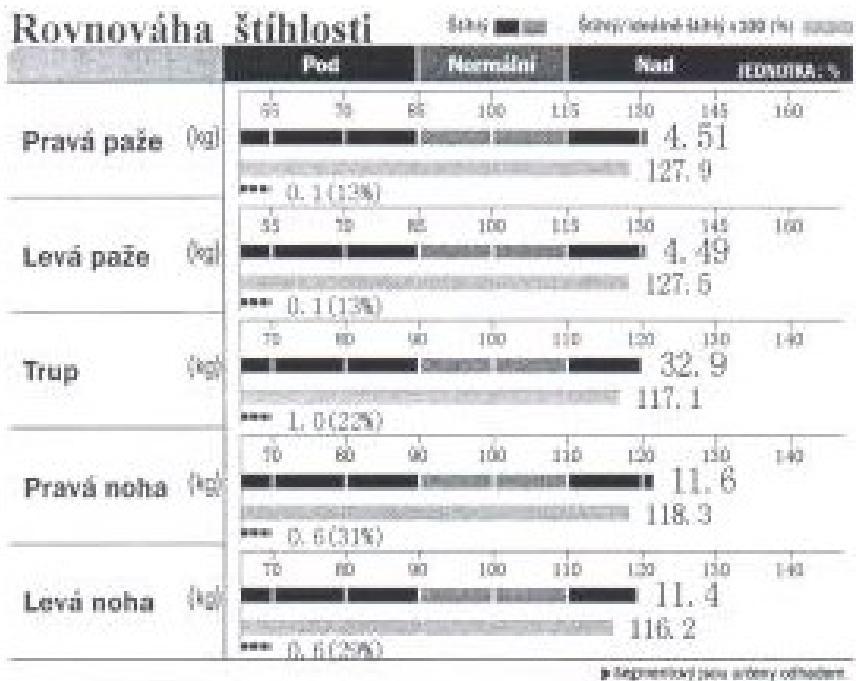
Graf 29: Rychlost kontrakce u probanda č. 6

Svalový posun



■ Hodnota mimo normu
 ■ Akceptovatelná hodnota
 Sportovní norma \pm 30

Graf 30: Svalový posun u probanda č. 6



Obrázek 25: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 6

Rovnováha těla

Horní Vysížená Lehce vysížená Extrémně vysížená
 Dolní Vysížená Lehce vysížená Extrémně vysížená
 Horní - Dolní Vysížená Lehce vysížená Extrémně vysížená

Rovnováha těla

Horní Normální Vysížená Slabý
 Dolní Normální Vysížená Slabý
 Sval Normální Svalový Slabý

Obrázek 26: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 6

5.7 Shrnutí výsledků – tensiomyograf

V této kapitole najdeme přehledné shrnutí výsledků laterálních symetrií všech probandů. Konkrétní výsledky jsou uvedeny v procentech a čím menší číslo v tabulce nalezneme, tím vyšší je dysbalance v daných svalových skupinách.

Tabulka 1: Výsledky laterální symetrie jednotlivých svalů všech probandů

Laterální symetrie všech probandů (%)						
Měřené svaly	P1	P2	P3	P4	P5	P6
m. erector spinae (ES)	92	84	69	72	82	88
m. latissimus dorsi (LD)	86	69	88	84	83	79
m. trapezius inferior (TRI)	88	91	83	82	81	61

ES – m. erector spinae

- Proband č. 1 – U této svalové skupiny nebyla zjištěna žádná svalová patologie.
- Proband č. 2 – Levý sval je ochablější a pravý sval je zkrácený, proto se doporučuje zařadit posilovací cvičení na levou stranu, pro pravou stranu by bylo vhodné protahovací cvičení.
- Proband č. 3 – Levý sval je zkrácený. Doba kontrakce na pravé straně je výrazně nižší, proto se doporučuje aktivační cvičení. Pro levou stranu je vhodné zařadit protahovací cviky.
- Proband č. 4 – Pravá strana je zkrácená a doba kontrakce je pomalejší. Je zde doporučeno protahovací cvičení a aktivační cvičení.
- Proband č. 5 – Nebyly zjištěny žádné patologie svalu.
- Proband č. 6 – Pravá strana je oslabená, jsou doporučena posilovací cvičení.

LD – m. latissimus dorsi

- Proband č. 1 – Pravý a levý sval jsou výrazně pomalejší, proto se doporučuje zařadit aktivační cvičení s důrazem na pravou stranu. Svaly levé strany jsou zkrácené, proto je třeba zařadit protahovací cviky.
- Proband č. 2 – Levý sval je zkrácený, pravý sval je ochablý a pomalejší. Pro levou stranu jsou doporučeny protahovací cvičení, naopak pro pravou stranu cvičení aktivační a posilovací.
- Proband č. 3 – Levá strana je zkrácená, pravá strana oslabená. Pro levou stranu se doporučuje zařadit protahovací cvičení, pro pravou stranu naopak posilovací cvičení. Aktivační cviky se doporučují pro obě dvě strany, s větším důrazem na pravou stranu.
- Proband č. 4 – Pravá strana je oslabená a zkrácená. Doporučuje se zařadit jak posilovací, tak protahovací cviky.
- Proband č. 5 – Levá strana je zkrácená, naopak pravá strana je oslabená. Pro levou stranu jsou doporučeny protahovací cviky a pro pravou stranu to jsou cviky posilovací. Zároveň jsou oba dva svaly pomalejší a je třeba zařadit aktivační cviky s důrazem na levou stranu.
- Proband č. 6 – Levý sval je pomalejší a je vhodné zařadit aktivační cviky. Pro zkrácenou pravou stranu se doporučují protahovací cviky.

TRI – m. trapezius inferior

- Proband č. 1 – Žádná patologická odchylka nebyla zjištěna.
- Proband č. 2 – Nebyla zjištěny žádné patologické odchylky.
- Proband č. 3 – Pravá strana je zkrácená a je třeba ji protahovat. Levá strana je oslabená a jsou doporučeny posilovací cvičení.
- Proband č. 4 – Levá strana je oslabena a doporučují se posilovací cviky, naopak sval na pravé straně je zkrácený, proto se by bylo vhodné protahovací cvičení.
- Proband č. 5 – Levá strana je zkrácená, proto by bylo vhodné zařazení protahovacích cviků. Pro pravou oslabenou stranu jsou doporučeny posilovací cviky.
- Proband č. 6 – Sval na levé straně má pomalejší kontrakci, proto je vhodné zařadit aktivační cvičení.

5.8 Shrnutí výsledků – bioimpedance

Výsledky měření ukázaly, že u probandů nejsou žádné výrazné nerovnováhy štíhlosti. Dalším parametrem, jež jsme sledovali, byla rovnováha těla. Tato veličina nabývala u všech probandů optimálních hodnot. Přístroj dále porovnával rovnováhu svalů horních končetin a dolních končetin. Všichni probandi měli opět optimální výsledky. U probandů č. 2, č. 5 a č. 6 byla více rozvinuta svalová složka, konkrétně u dolních a horních končetin. Proband č. 1 disponoval větším podílem svalové hmoty u dolních končetin. U všech probandů převažovala svalová rovnováha těla.

6 DISKUZE

V diskuzi jsem se zaměřil na shrnutí výsledků měření vybraných svalů. Cílem této bakalářské práce bylo zjistit dopady běžeckého lyžování na pohybový aparát, především na vznik svalových dysbalancí u běžců na lyžích.

Jak udává García-García et al. (2019), tak se tensiomyograf využívá mimo jiné ke zjištění kontraktilních svalových vlastností a to jak v procesu zotavování, tak v tréninkové či závodní fázi.

Za účelem získání dat byly měřeny a následně zhodnoceny 3 svaly u celkem šesti probandů mužského pohlaví ve věkovém rozmezí 20-25 let. Všichni se běžeckému lyžování věnují minimálně 14 let. Sběr dat proběhl těsně po ukončení závodní sezóny běžeckého lyžování. Výsledky byly získány pomocí přístroje TMG 100.

První měřenou svalovou skupinou byl m. erector spinae (ER). U probandů č. 1, 2, 5 a 6 byla celková laterální symetrie poměrně na vysoké úrovni a to nad 82 %. Pouze v případě probandů č. 3 a 4 nacházíme při měření celkovou laterální symetrii poměrně nižší – a to 69%, resp. 72%. V případě tohoto svalu se můžeme tedy domnívat, že jeho zapojení při běžeckém lyžování je vyvážené, a nebo tato činnost není pro vznik svalových dysbalancí klíčová. M. erector spinae se u probandů č.2, 3 a 4 jeví stranově jako zkrácený, proto by bylo vhodné zařadit protahovací cvičení.

Dalším měřenou skupinou byl m. latissimus dorsi (LD). Výsledky měření ukazují poměrně vyrovnané výsledky u všech probandů, mimo probanda č. 2. U většiny z nich se laterální symetrie pohybuje v rozmezí od 79 % do 88 %. To bychom mohli zhodnotit jako vysokou hodnotu. Proband č. 2 naopak vykazuje laterální symetrii nižší – 69 %. U probandů č. 1, 2, 3 a 5 nacházíme zkrácené levé svaly LD, u probandů č. 4 a 6 naopak pravé svaly LD. Při nálezů u všech měřených běžců na lyžích by se dalo tedy říci, že tento sval je náchylný ke zkrácení, ať už levostranně nebo pravostranně. U všech probandů můžeme polemizovat o nedostatečné kompenzaci jeho pohybu, v tomto případě především jeho protahování. V závěrečné fázi tréninku by proto bylo vhodné takové cvičení zařadit.

Posledním měřeným svalem byl m. trapezius inferior (TRI). Laterální symetrie je u většiny probandů vysoká – nad 81 %. Pouze proband č. 6 vykazuje výrazně nižší hodnoty a to 61 %. Stejně tak byla u tohoto probanda nalezena pomalejší kontrakce vlevo, což by mohlo představovat nedostatečnost zapojení tohoto svalu při prováděné činnosti.

V tomto případě by bylo žádoucí přidat aktivační cvičení. U poloviny probandů nacházíme TRI zkrácený – konkrétně u probandů č. 3, 4 a 5. Může to mít za následek jeho přetížení, případně i nepostačující kompenzaci. Stejní probandi, jež mají zkrácený TRI, mají tento sval na druhé straně naopak oslabený. Mohli bychom to přisuzovat nerovnoměrnému přenášení váhy při běžeckém lyžování. V tomto případě doporučujeme cvičení k posílení svalu. U probandů č. 1 a 2 nenacházíme patologické odchylky, tudíž mají svaly dostatečně posílené, protažené a aktivní.

Z dostupné literatury jsem nenašel zmínky o svalových dysbalancích u běžců na lyžích. Ať už se jedná o zádové nebo jiné svalstvo.

7 ZÁVĚR

Jako cíl své bakalářské práce jsem definoval hypotézy o dopadech běžeckého lyžování na pohybový aparát, především na vznik svalových dysbalancí u běžců na lyžích. Stejně tak jako jsem si položil otázku, zda „přispívá běžecké lyžování ke vzniku či následnému rozvoji svalových dysbalancí u zádového svalstva?“.

Za účelem získání potřebných dat bylo měřeno šest probandů mužského pohlaví ve věku 20-25 let přístrojem TMG 100. U každého probanda byla provedena diagnostika tří svalů – m. erector spinae, m. latissimus dorsi a m. trapezius inferior.

Na základě měření bylo zjištěno, že z hlediska laterální symetrie může docházet ke svalovým dysbalancím a asymetriím především u svalu m. erector spinae. V případě zbylých svalů nebyly nalezeny větší shody, které by tuto skutečnost prokázaly.

Hypotéza č. 1 Vlivem tréninkového zatížení u běžkařů dochází ke svalovým dysbalancím a asymetriím především u svalu m. erector spinae

U poloviny probandů byl nalezen zkrácený m. trapezius inferior, na druhé straně těla byl naopak oslabený. Pro malý počet probandů tak nelze vyvozovat všeobecný závěr pro nerovnováhu daného svalu.

Hypotéza č. 2 Vlivem tréninkového zatížení u běžkařů dochází ke svalovým dysbalancím a asymetriím především u svalu m. trapezius inferior

Závěry zjištěné z měření byly zaslány jednotlivým probandům, a to včetně doporučení, pro které svaly by bylo vhodné zařadit posilovací, protahovací či aktivační cvičení. Je tak na každém jedinci, zda těchto dat využije a zařadí je do tréninkového režimu.

K ověření našich hypotéz by bylo třeba uskutečnit kvantitativní studii, jež by byla vedena na větším počtu probandů.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Tensiomyograf (Buckley, 2017)	22
Obrázek 2: Záznam měření TMG (Buckley, 2017)	23
Obrázek 3: Výsledky měřených svalů u probanda č. 1	34
Obrázek 4: Laterální symetrie u probanda č. 1	34
Obrázek 5: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 1	37
Obrázek 6: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 1	37
Obrázek 7: Výsledky měřených svalů u probanda č.2.....	38
Obrázek 8: Laterální symetrie u probanda č. 2	38
Obrázek 9: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 2	41
Obrázek 10: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 2	41
Obrázek 11: Výsledky měřených svalů u probanda č.3.....	42
Obrázek 12: Laterální symetrie u probanda č. 3	42
Obrázek 13: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 3	45
Obrázek 14: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 3	45
Obrázek 15: Výsledky měřených svalů u probanda č.4.....	46
Obrázek 16: Laterální symetrie u probanda č. 4	46
Obrázek 17: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 4	49
Obrázek 18: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 4	49
Obrázek 19: Výsledky měřených svalů u probanda č.5.....	50
Obrázek 20: Laterální symetrie u probanda č. 5	50
Obrázek 21: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 5	53
Obrázek 22: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 5	53
Obrázek 23: Výsledky měřených svalů u probanda č. 6.....	54
Obrázek 24: Laterální symetrie u probanda č. 6	54
Obrázek 25: Bioimpedance – Rovnováha štíhlosti u probanda č. 6	57
Obrázek 26: Bioimpedance – Rovnováha těla u probanda č. 6	57

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: M. erector spinae u probanda č. 1	35
Graf 2: M. latissimus dorsi u probanda č. 1	35
Graf 3: M. trapezius inferior u probanda č. 1	36
Graf 4: Rychlost kontrakce u probanda č. 1	36

Graf 5: Svalový posun u probanda č. 1	36
Graf 6: M. erector spinae u probanda č. 2	39
Graf 7: M. latissimus dorsi u probanda č. 2	40
Graf 8: M. trapezius inferior u probanda č. 2	40
Graf 9: Rychlost kontrakce u probanda č. 2	40
Graf 10: Svalový posun u probanda č. 2	41
Graf 11: M. erector spinae u probanda č. 3	43
Graf 12: M. latissimus dorsi u probanda č. 3	44
Graf 13: M. trapezius inferior u probanda č. 3	44
Graf 14: Rychlost kontrakce u probanda č. 3	44
Graf 15: Svalový posun u probanda č. 3	45
Graf 16: M. erector spinae u probanda č. 4	47
Graf 17: M. latissimus dorsi u probanda č. 4	48
Graf 18: M. trapezius inferior u probanda č. 4	48
Graf 19: Rychlost kontrakce u probanda č. 4	48
Graf 20: Svalový posun u probanda č. 4	49
Graf 21: M. erector spinae u probanda č. 5	51
Graf 22: M. latissimus dorsi u probanda č. 5	52
Graf 23: M. trapezius inferior u probanda č. 5	52
Graf 24: Rychlost kontrakce u probanda č. 5	52
Graf 25: Svalový posun u probanda č. 5	53
Graf 26: M. erector spinae u probanda č. 6	55
Graf 27: M. latissimus dorsi u probanda č. 6	56
Graf 28: M. trapezius inferior u probanda č. 6	56
Graf 29: Rychlost kontrakce u probanda č. 6	56
Graf 30: Svalový posun u probanda č. 6	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výsledky laterální symetrie jednotlivých svalů všech probandů	58
--	----

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. BARTUŇKOVÁ, Staša a kol. *Fyziologie pohybové zátěže*. Praha: UK v Praze, FTVS, 2013. ISBN 978-80-87647-06-6.
2. BOLEK, Emil a Libor SOUMAR. *Běh na lyžích*. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3966-3.
3. BOLEK, Emil, ILAVSKÝ, Ján a Libor SOUMAR. *Běh na lyžích*. Praha: Grada, 2008. ISBN 978-80-247-1371-7.
4. BUCKLEY, Matthew. *Gaining Muscle Performance Insight with Tensiomyography* [online]. 2017 [cit. 2019-06-30]. Dostupné z: <https://www.freelapusa.com/gaining-muscle-performance-insight-with-tensiomyography/>
5. BURGETOVÁ, Dominika. *Využití TMG k diagnostice svalových dysbalancí v Jumpingu*. Praha, 2018. Bakalářská práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Mgr. Michal Štefl, Ph.D.
6. ČIHÁK, Radomír. *Anatomie I*. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3817-8.
7. ČERMÁK, Josef, CHVÁLOVÁ, Olga, BOTLÍKOVÁ, Vladana a Hana DVOŘÁKOVÁ. *Záda už mě nebolí*. Praha: Jan Vašut, 2008. ISBN 80-7236-117-1.
8. DAHMANE, Raja, DJORDJEVIČ, Srdjan, ŠIMUNIČ, Bostjan a Vojko VALENČIČ. Spatial fiber type distribution in normal human muscle. Histochemical and tensiomyographical evaluation. *Journal of Biomechanics*. 2005, roč. 62, č.12, s. 2451-2459.
9. DIAS, Pedro S., FORT, Joan S., MARINHO, Daniel A., SANTOS, Albano a Mário C. Marques. Tensiomyography in Physical Rehabilitation of High Level Athletes. *The Open Sports Sciences Journal*. 2010, roč. 3, č. 1, s. 47-48.
10. DOBEŠ, Miroslav a kol. *Diagnostika a terapie funkčních poruch pohybového aparátu – manuální terapie pro fyzioterapeuty*. Horní Bludovice: Domiga, 2011. ISBN 978-80-902222-4-3.
11. DOSTÁLOVÁ, Iva a Martin SIGMUND. *Pohybový systém: anatomie, diagnostika, cvičení, masáže*. Olomouc: Poznání, 2017. ISBN 978-80-87419-61-8.
12. DVOŘÁK, František a kol. *Česká škola lyžování. Běh na lyžích*. Praha: SLČR, 1998.

13. DVOŘÁK, František, MAŠKOVÁ, Lada a Jan WEISSHÄUTEL. *Běh na lyžích*. Praha: Olympia, 1992. ISBN 80-7033-139-9.
14. GARCÍA-GARCÍA, Oscar, CUBA-DORADO, Alba, ÁLVAREZ-YATES, Tania, CARBALLO-LÓPEZ, Javier a Mario IGLESIAS-CAAMAÑO. Clinical utility of tensiomyography for muscle function analysis in athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*. 2019, roč. 10, s. 49-69. DOI 10.2147/OAJSM.S161485
15. GNAD, Tomáš a kol. *Základy teorie lyžování a snowboardingu*. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1587.
16. GNAD, Tomáš a Dana PSOTOVÁ. *Běh na lyžích*. Praha: Karolinum, 2005. ISBN 80-246-0995-9.
17. GRIM, Miloš a Rastislav DRUGA, et al. *Základy anatomie I*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-112-2.
18. HÁTLOVÁ, Běla, HOŠEK, Václav a Pavel SLEPIČKA. *Psychologie sportu*. Praha: Karolinum, 2009. ISBN 978-80-246-1602-5.
19. HUDÁK, Radovan a David KACHLÍK. *Memorix anatomie*. Praha: Triton, 2017. ISBN 978-80-7553-420-0.
20. ILAVSKÝ, Ján a Aleš SUK. *Abeceda běhu na lyžích*. Metodický dopis [online] Praha, 2005 [cit. 2019-06-20]. Dostupné z: <https://www.czechski.com/userfiles/dokumenty/109/abeceda-behu-na-lyzich-2005-1-.pdf>
21. KAŇOVSKÁ, Lucie. *Porovnání vybraných obvodových parametrů získaných prostřednictvím přístroje InBody 720 a antropometrického měření u žen s nadváhou a obezitou*. Olomouc, 2015. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury. Vedoucí práce doc. RNDr. Miroslava Přidalová, PhD.
22. KHALIL, Sami F. A., MOHKTAR, Mas Sahidayana a Fatimah IBRAHIM. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. *Sensors (Basel)*. 2014, roč. 14, č. 6, s. 10895-10928. DOI: 10.3390/s140610895.
23. MATOŠKOVÁ, Petra a kol. *Multimediální učebnice lyžování – technika a metodika* [online]. Praha: UK FTVS, 2016 [cit. 2019-06-30]. Dostupné z: <https://oddelenilyzovani.wixsite.com/ucebnice-lyzov-beh/oboustranne-brusleni-dvoudob>.

24. MONDOK, Jan. *Metoda hodnocení tělesného složení a dat získaných za pomoci bioimpedance*. Praha, 2016. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce Ing. Jan Hlúbik.
25. NAŇKA, Ondřej a Miloslava ELIŠKOVÁ. *Přehled anatomie*. Praha: Galén, 2015. ISBN 978-80-7492-206-0.
26. PILNÝ, Michal. *Hodnocení tělesného složení metodou BIA a zpracování naměřených dat*. Praha, 2013. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická. Vedoucí práce doc. Ing. Lenka Lhotská, CSc.
27. RUSU, Ligia D., COSMA, Germina GH., CERNAIANU, Sorina M., MARIN, Mihnea N., RUSU, Petre Florinel A., CIOCĂNESCU, Daniel P. a Florin N. NEFERU. Tensiomyography method used for neuromuscular assessment of muscle training. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2013, roč. 10., č. 1, s. 67. DOI 10.1186/1743-0003-10-67.
28. TOUS, Julio, MORAS, Gerard, RODRIGUEZ-JIMÉNEZ, Sergio a Robert USACH. Inter-rater reliability of muscle contractile property measurements using non-invasive tensiomyography. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010, roč. 20, č. 4, s. 761-766.
29. VÉLE, František. *Kineziologie: Přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy*. Praha: Triton, 2006. ISBN 80-7254-837-9.

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Vyjádření Etické komise UK FTVS

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

Příloha č. 1: Vyjádření Etické komise UK FTVS

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešelavín

Žádost o vyjádření Etické komise UK FTVS

k projektu výzkumné, kvalifikační či seminární práce zahrnující lidské účastníky

Název projektu: Diagnostika svalových dysbalancí u různých druhů sportů realizovaná pomocí TMG

Forma projektu: výzkumná práce / bakalářská / diplomová

Období realizace: červen 2017 - prosinec 2019

Předkladatel: Mgr. Michal Šteffl, Ph.D., Katedra fyziologie a biochemie UK FTVS

Hlavní řešitel: Mgr. Michal Šteffl, Ph.D., Katedra fyziologie a biochemie UK FTVS

Místo výzkumu (pracoviště): Laboratoř tréninkové adaptace UK FTVS

Spoluřešitel(é): 10 až 12 studentů bakalářské a magisterské formy studia

Finanční podpora: Q 41

Popis projektu: Projekt bude realizován jako observační průřezová studie. Hlavním cílem projektu je diagnostikovat charakteristické svalové dysbalace vzniklé v závislosti na různém druhu zatížení napříč různými druhy sportovních specializací a na základě této diagnostiky vytvořit individuální kompenzační programy a doporučení pro trenéry vedoucí kondiční přípravu v jednotlivých sportech. K diagnostice bude použita tenziomyografická metoda, která je založena na odhadu rychlosti a kvality svalové kontrakce pomocí mechanického čidla a dvou elektrod. Elektrody pomocí elektrického výboje o velmi nízkém proudu (max. 100 mA) aktivují svalovou kontrakci, v jejímž průběhu mechanické čidlo změří rychlost svalové reakce a odhadne napětí uvnitř svalové tkáně. Použitým přístrojem bude Tenziomyograf TMG 100.

Charakteristika účastníků výzkumu: Předpokládaný počet účastníků projektu bude 4 - 8 probandů z každého sportovního odvětví (sportovní gymnastika, akrobatický rokenrol, atletika, tenis, snowboardcross, squash, golf, aj.), věk 12 - 35 let. Probandi budou rekrutováni ze sportovních klubů soutěžících alespoň na úrovni krajského přeboru. Předpokládá se alespoň tříletá zkušenost v daném sportu. Projektu se zúčastní pouze zdraví jedinci s platnou zdravotní prohláškou absolvovanou u sportovního lékaře, kontraindikací bude akutní úraz pohybového aparátu a doba rekonvalescence kratší než jeden rok po úrazu. Každý student bude vyšetřovat probandy jedné sportovní specializace. Probandi budou vybíráni a oslovováni jednotlivými řešiteli dílčích projektů dle sportovní specializace.

Zajištění bezpečnosti: Nebudou použity žádné invazivní metody. Měření budou provádět řešitelé jednotlivých dílčích částí projektu za asistence Mgr. Michal Šteffl, Ph.D. v Laboratoři tréninkové adaptace UK FTVS. Samotné měření může způsobovat mírně bolestivé podněty především při vyšších intenzitách elektrického stimulu (nad 60 mA). Specifikací přístroje je dáno, že v průběhu měření nedochází k poškození svalové tkáně, neboť jednotlivé impulsy jsou slabší než volní impulsy vysílané CNS při běžné svalové kontrakci. V případě, že testovaná osoba nebude chtít v měření pokračovat, bude měření okamžitě přerušeno. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu.

Etické aspekty výzkumu: Hlavním přínosem pro jednotlivé účastníky projektu bude individuální tréninkový plán určený k odstranění svalových dysbalancí. Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a dílčí části budou publikovány v bakalářských a diplomových pracích, případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány. V maximální možné míře bude zajištěno, aby získaná data nebyla zneužita. Výzkum využívá vulnerabilní skupinu nezletilých probandů vzhledem k možnosti vzniku svalových dysbalancí již v raném věku. Následná doporučení jsou potom rovněž závislá na stupni vývoje jednotlivce a jeho věku.

Informovaný souhlas: přiložen návrh informovaného souhlasu, který bude modifikován dle jednotlivých sportovních specializací.

Povinností všech účastníků výzkumu na straně řešitele je chránit život, zdraví, důstojnost, integritu, právo na sebeurčení, soukromí a osobní data zkoumaných subjektů, a podniknout k tomu veškerá preventivní opatření. Odpovědnost za ochranu zkoumaných subjektů leží vždy na účastnících výzkumu na straně řešitele, nikdy na zkoumaných, byť dali svůj souhlas k účasti na výzkumu. Všichni účastníci výzkumu na straně řešitele musí brát v potaz etické, právní a regulační normy a standardy výzkumu na lidských subjektech, které platí v České republice, stejně jako ty, jež platí mezinárodně. Potvrzují, že tento popis projektu odpovídá návrhu realizace projektu a že při jakékoli změně projektu, zejména použitých metod, zašlu Etické komisi UK FTVS revidovanou žádost.

V Praze dne: 2. 6. 2017

Podpis předkladatele:

Vyjádření Etické komise UK FTVS

Složení komise: Předsedkyně: doc. PhDr. Irena Parry Martínková, Ph.D.

Členové: prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

PhDr. Pavel Hráský, Ph.D.

Mgr. Eva Prokešová, Ph.D.

MUDr. Simona Majorová

Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 143/2017

dne: 2. 6. 2017

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu Etické komise.

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

razítko UK FTVS

podpis předsedkyně EK UK FTVS

Příloha č. 2: Informovaný souhlas

UNIVERZITA KARLOVA
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešleslavin

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Vážený pane, vážená paní,

v souladu se Všeobecnou deklarací lidských práv, zákonem č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů a dalšími obecně závaznými právními předpisy (*jakož jsou zejména Helsinská deklarace, přijatá 18. Světovým zdravotnickým shromážděním v roce 1964 ve znění pozdějších změn (Fortaleza, Brazílie, 2013); Zákon o zdravotních službách a podmínkách jejich poskytování (zejména ustanovení § 28 odst. 1 zákona č. 372/2011 Sb.) a Úmluva o lidských právech a biomedicině č. 96/2001, jsou-li aplikovatelné*), Vás žádám o souhlas s Vaší účastí/ s účastí Vašeho syna - dcery ve výzkumném projektu realizovaném v Laboratoři tréninkové adaptace UK FTVS s názvem „Diagnostika svalových dysbalancí u různých druhů sportů realizovaná pomocí TMG“

Výzkumný projekt je financován v rámci řešení projektu PROGRES Q 41. Hlavním cílem projektu je diagnostikovat svalové dysbalance vzniklé v závislosti na Vaší - s účastí Vašeho syna - dcery sportovní specializaci a na základě této diagnostiky vytvořit individuální kompenzační programy. Použitým přístrojem pro diagnostiku je Tensiomyograf TMG 100, který dokáže diagnostikovat funkční svalové napětí s možností analyzovat jednotlivé svaly odděleně. Přístroj je vybaven speciálním snímačem, který Vám / Vašemu synovi - dceři bude umístěn na kůži nad vybranou svalovou skupinu, která bude uměle stimulována elektrostimulátorem. Přístroj bude obsluhován vyškoleným zaměstnancem Laboratoře tréninkové adaptace. Nebudou použity žádné invazivní metody. Měření bude probíhat jednou a celkovou dobu měření odhadujeme na jednu hodinu. Elektrické impulsy mohou způsobovat mírnou pichlavou bolest u citlivých jedinců, z tohoto důvodu nebudete-li chtít v měření pokračovat, bude měření okamžitě přerušeno. Rizika prováděného výzkumu nebudou vyšší než běžně očekávaná rizika u testování prováděných v rámci tohoto typu výzkumu. Vaše účast v projektu nebude finančně ohodnocena.

Získaná data budou zpracovávána a bezpečně uchována v anonymní podobě a dílčí části budou publikovány v bakalářské/diplomové práci (*nehodící se škrtně*), případně v odborných časopisech, monografiích a prezentována na konferencích, případně budou využita při další výzkumné práci na UK FTVS. Po anonymizaci budou osobní data smazána. Anonymizace osob na fotografiích bude provedena začerněním/rozmazáním obličejů či částí těla, znaků, které by mohly vést k identifikaci jedince. Neanonymizované fotografie budou po ukončení výzkumu smazány. S výsledky studie se budete moct seznámit na Studijním informačním systému Univerzity Karlovy, kde jsou všechny typy závěrečných prací archivovány, eventuálně po vyžádání na emailové adrese steffl@ftvs.cuni.cz.

V maximální možné míře bude zajištěno, aby získaná data nebyla zneužita.

Jméno a příjmení předkladatele hlavního řešitele projektu: Mgr. Michal Štefl, Ph.D Podpis:

Jméno a příjmení a spoluřešitelů:

Jméno a příjmení osoby, která provedla poučení: Podpis:.....

Prohlašuji a svým níže uvedeným vlastnoručním podpisem potvrzuji, že dobrovolně souhlasím s účastí ve výše uvedeném projektu a že jsem měl(a) možnost si řádně a v dostatečném čase zvážit všechny relevantní informace o výzkumu, zeptat se na vše podstatné týkající se účastí ve výzkumu a že jsem dostal(a) jasné a srozumitelné odpovědi na své dotazy. Byl(a) jsem poučen(a) o právu odmítnout účast ve výzkumném projektu nebo svůj souhlas kdykoli odvolat bez represí, a to písemně Etické komisi UK FTVS, která bude následně informovat předkladatele projektu.

Místo, datum

Jméno a příjmení účastníka Podpis:

Jméno a příjmení zákonného zástupce

Vztah zákonného zástupce k účastníkovi Podpis: