

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
KATEDRA FYZIOTERAPIE

Diplomová práce

Vliv sjezdového lyžování na rovnováhu

Vedoucí práce
Doc., PaedDr. Dagmar Pavlů CSc.

Vypracovala
Nikola Volejníková

Praha 2012

Souhrn

Název diplomové práce: Vliv sjezdového lyžování na rovnováhu

Title of bachelor's thesis: The influence of alpine skiing on balance

Vypracovala: Nikola Volejníková

Cíl práce: Cílem práce bylo, na základě studia dostupné literatury, stručně charakterizovat sjezdové lyžování od jeho vzniku přes biomechaniku a fyziologické nároky na lyžaře až po charakteristiku jednotlivých disciplín. Zároveň charakterizovat motorické schopnosti jako celek a zaměřit se na hlavní sledovaný faktor: ROVNOVÁHOVÁ SCHOPNOST. Stěžejním cílem práce bylo provedení experimentu na dvou skupinách probandů. Cílem experimentu bylo otestovat, jaký vliv má sjezdové lyžování na rovnováhu a zda pouhý týden intenzivního lyžování může zlepšit výsledky rovnováhových testů. Výsledky experimentální skupiny byly porovnány s výsledky skupiny kontrolní.

Metoda: Měření proběhlo pomocí přístroje GymTop USB a jednoho testu pro měření statické rovnováhy. Hlavní skupinu probandů tvořilo 10 losem vybraných účastníků instruktorského kurzu lyžování Apul „C“ a samotné měření proběhlo ve dvou fázích – před zahájením kurzu a po týdně jeho intenzivního trvání. Důležitým kritériem pro výběr jednotlivých probandů byl jejich dobrý zdravotní stav bez akutně probíhajícího onemocnění pohybového aparátu. Pouze úrazy mladší jednoho roku byly důvodem pro nezařazení do studie. Kontrolní skupinu „Nelyžaři“ tvořilo 10 náhodně vybraných probandů, kteří mezi prvním a druhým měřením nevykonávali žádný lyžařský sport. I zde byl brán zřetel na dobrý zdravotní stav a vyloučení ze studie v případě zranění na pohybovém aparátu mladšího jednoho roku. Věkové rozhraní obou skupin bylo 20 – 28 let, na pohlaví nebyl brán zřetel.

Analýza dat: Data získaná z přístroje GymTop USB a Čapího testu byla vyhodnocena pomocí T-testu a následně znázorněna i graficky.

Výsledky: Potvrzují úzký vztah sjezdového lyžování a rovnováhových schopností a ukazují na možnost ovlivnění rovnováhových schopností sjezdovým lyžováním.

Klíčová slova: sjezdové lyžování, rovnováha, rovnováhová schopnost, balanc, GymTop USB

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Doc., PaedDr. Dagmar Pavlů CSc. a všechny zdroje, ze kterých jsem čerpala, jsou uvedené v seznamu literatury.

V Praze dne 12.02.2013

Nikola Volejníková

Poděkování

Na prvním místě bych chtěla poděkovat všem mým probandům, bez jejichž ochoty a přispění by nebyla tato diplomová práce kompletní. Cení si především nezištné pomoci, vstřícnosti a nasazení a to zvláště u skupiny „Lyžařů“, kteří si i přes velmi náročný program v rámci absolvování instruktorského kurzu našli čas pro můj experiment.

Bez vhodné a hlavně přenosné objektivizační metody by rovněž celý experiment nemohl proběhnout. Proto děkuji PhDr. Alešovi Kaplanovi, PhD. za seznámení s přístroji S3 Check a GymTop USB a za celkovou podporu, zejména při instalaci softwaru. Z této oblasti patří dík i Bc. Janu Kalistovi, který mi na celou dobu měření plošinu GymTop USB nezištně zapůjčil.

V neposlední řadě děkuji mé vedoucí diplomové práce Doc., PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc. za odborné vedení mé diplomové práce, cenné rady, důležité připomínky, celkovou obezřetnost a zejména za ohromnou trpělivost a volnost tempa zhotovení. Vaší spolupráce si velmi cením.

DĚKUJI!

Souhlasím se zapůjčením této diplomové práce ke studijním účelům.

Evidence vypůjček

Jméno a Příjmení

Datum vypůjčení

Podpis/pozn.

Obsah

1	ÚVOD	3
2	SJEZDOVÉ LYŽOVÁNÍ.....	3
2.1	STRUČNÁ HISTORIE SJEZDOVÉHO LYŽOVÁNÍ.....	3
2.2	JEDNOTLIVÉ DISCIPLÍNY VE SJEZDOVÉM LYŽOVÁNÍ	4
2.3	BIOMECHANIKA SJEZDOVÉHO LYŽOVÁNÍ	5
2.3.1	<i>Základní síly působící na lyžaře.....</i>	<i>6</i>
2.3.1.1	<i>Působení jednotlivých sil.....</i>	<i>6</i>
2.3.2	<i>Vedení oblouku v závodním sjezdovém lyžování</i>	<i>9</i>
2.3.3	<i>Biomechanika taktiky průjezdu branami</i>	<i>10</i>
2.4	ZDRAVOTNÍ RIZIKA	11
2.4.1	<i>Nejčastější poranění.....</i>	<i>12</i>
2.4.2	<i>Poranění předního zkrříženého vazů</i>	<i>14</i>
2.5	FYZIOLOGIE ZÁTĚŽE VE SJEZDOVÉM LYŽOVÁNÍ	15
2.5.1	<i>Faktory ovlivňující zátěž.....</i>	<i>15</i>
2.5.2	<i>Fyziologie zátěže v alpských disciplínách.....</i>	<i>16</i>
2.5.2.1	<i>Metabolická charakteristika výkonu.....</i>	<i>16</i>
2.5.3	<i>Fyziologie zátěže u rekreačních lyžařů.....</i>	<i>19</i>
2.5.3.1	<i>Vliv sjezdového lyžování na zdraví obecně a u seniorů</i>	<i>19</i>
2.5.4	<i>Svaly, svalová aktivita, svalová zátěž</i>	<i>21</i>
3	MOTORICKÉ SCHOPNOSTI	24
3.1	KONDIČNÍ SCHOPNOSTI	25
3.1.1	<i>Silové schopnosti.....</i>	<i>25</i>
3.1.2	<i>Rychlostní schopnosti</i>	<i>26</i>
3.1.1.1	<i>Výtrvalostní schopnosti.....</i>	<i>26</i>
3.2	KOORDINAČNÍ SCHOPNOSTI.....	26
3.2.1	<i>Vývoj koordinačních schopností</i>	<i>27</i>
3.2.2	<i>Diagnostika koordinačních schopností.....</i>	<i>28</i>
3.2.3	<i>Rovnováhová schopnost</i>	<i>28</i>
3.2.3.1	<i>Statická rovnováhová schopnost.....</i>	<i>29</i>
3.2.3.2	<i>Dynamická rovnováhová schopnost.....</i>	<i>29</i>
3.2.3.3	<i>Balancování předmětu.....</i>	<i>29</i>
3.3	TESTY VYUŽÍVANÉ K MĚŘENÍ ROVNOVÁHY	29
3.3.1	<i>Testy statické rovnováhy.....</i>	<i>29</i>
3.3.1.1	<i>Rhombergův test:.....</i>	<i>29</i>
3.3.1.2	<i>Jarockého test:</i>	<i>29</i>
3.3.1.3	<i>Čapí test:</i>	<i>30</i>
3.3.1.4	<i>Test rovnováhy – poslepu:.....</i>	<i>30</i>
3.3.1.5	<i>Stoj na kladince jednonož:.....</i>	<i>30</i>
3.3.1.6	<i>„Plameňák“ – Flamingo balance test:.....</i>	<i>31</i>

3.3.2	<i>Testy dynamické rovnováhy:</i>	31
3.3.2.1	Přechod kladinky – ve tvaru šestiúhelníku	31
3.3.2.2	Chůze poslepu:	31
3.3.2.3	Skoky jednoož vzad:	31
3.3.2.4	Chůze na válci:	31
3.3.3	<i>Laboratorní/přístrojové měření rovnováhy</i>	31
3.3.3.1	Stabilometrie:	32
3.4	ROZVOJ KOORDINAČNÍCH SCHOPNOSTÍ VE SJEZDOVÉM LYŽOVÁNÍ.....	33
3.4.1	<i>Zásady koordinačního tréninku</i>	34
3.4.2	<i>Přehled cviků, zaměřených na různé aspekty tréninku koordinačních schopností v alpském lyžování</i>	34
3.5	ROVNOVÁHOVÁ SCHOPNOST VERSUS SJEZDOVÉ LYŽOVÁNÍ.....	35
4	METODIKA PRÁCE	37
4.1	CÍLE PRÁCE A PŘESNÉ URČENÍ ŘEŠENÉ OTÁZKY	37
4.2	ÚKOLY PRÁCE.....	37
4.3	HYPOTÉZY	38
4.4	VÝZKUMNÉ METODY A POSTUP ŘEŠENÍ	38
4.4.1	<i>Výzkumný plán</i>	38
4.4.2	<i>Charakteristika experimentálních skupin</i>	38
4.4.3	<i>Způsob měření</i>	39
4.4.3.1	GymTop USB professional	39
4.4.3.2	Čapí test rovnováhy (Standing stork test).....	41
4.5	ANALÝZA DAT	43
5	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ	53
5.1	GYM TOP USB PROFESSIONAL	53
5.2	ČAPÍ TEST	54
6	DISKUSE	55
7	ZÁVĚR	60
8	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	61
9	PŘÍLOHY	66

1 Úvod

Téma „Vliv sjezdového lyžování na rovnováhu“ jsem si zvolila zejména proto, že je mi lyžování velmi blízké. Schopnost udržovat rovnováhu je potřeba v každodenních činnostech a ve sportu obzvlášť.

Souvislost dobré rovnováhové schopnosti s vlivem na lyžařský výkon je známá, alespoň u závodních lyžařů. Běžně je nácvik koordinačních schopností zařazován do tréninkové jednotky. Sjezdové lyžování ovšem není záležitostí pouze elitních lyžařů. Jedná se o velmi oblíbený sport a lyžařský výcvik je součástí školních osnov. Například zde by se dal trénink rovnováhových schopností dobře uplatnit. Na toto téma existuje pouhý zlomek studií, bylo však zjištěno, že trénink rovnováhové schopnosti eliminuje riziko úrazů a zvyšuje lyžařský výkon. Kde jinde tedy začít preventivně působit, než u mládeže.

Stejně tak jako rovnováhová schopnost ovlivňuje lyžařský výkon, ovlivňuje, dle mé hypotézy, lyžování rovnováhovou schopnost. V této diplomové práci se pokusím tuto hypotézu potvrdit, nebo vyvrátit.

2 Sjezdové lyžování

2.1 Stručná historie sjezdového lyžování

Přibližné stáří prvních lyží je asi sedm tisíc let. Vědci se tak domnívají na základě dochovaných jeskynních maleb, které se datují do období neolitu, tedy mladší doby kamenné. Od té doby sloužily především jako dopravní prostředek na sněhu v těžce schůdném terénu. Lyže jsou tak v severských zemích pokládány za stejně převratný vynález jako kolo ve zbytku světa. Vyvíjely se paralelně na vícero místech, za pravlast se však považuje Sibiř. Za nedlouho se stal z tohoto jedinečného dopravního prostředku i nástroj zábavy. [Štumbauer, Vobr, 2007; Štancl, Strobl, 2004; Kipp, 2012]

Počátky lyžování jako sportovní aktivity jsou lokalizovány do Norska; roku 1850 se pořádal první závod na lyžích. Záhy na to dochází k založení první lyžařské školy pod vedením Sondre Auerse Norheima. Do ostatních států Evropy se lyžování rozšířilo díky knize „Napříč Grónskem“, kterou napsal norský přírodovědec Fridjot Nansen po absolvování expedice do Grónska na lyžích.

Postupem času se vyvíjely jak technologie lyžařské výstroje, tak i technika jízdy. Od telemarkového stylu a zatáčení s jednou lyží jsme se dostali až po dnešní carvingové ježdění. Norskou telemarkovou školu vystřídala škola Lilienfeldská, charakteristická jednou holí a oblouky přívratem horní lyže, které se dodnes používají jako součást metodické řady ve výuce lyžování. Tyto školy snoubila později Bilgeriho škola, která zachovala telemarkovou techniku i přívrat, vrátila se ke dvěma holím a zrychlila tempo a zvětšila dynamiku jízdy. Bilgeri zároveň zavedl používání vosků na skluznici a tuleních pásu pro výstup do svahu. V době kdy svojí popularitu prožívala Albergská škola založená v St. Antonu a typická pro rozšíření stopy, došlo k velkému rozmachu prvních závodních disciplín. Technický pokrok tkvěl hlavně v upevnění paty vázání. Ve 30. letech se lyžařská technika změnila vlivem Francouzské rotační školy. Oblouky byly po celou dobu vedeny v úzkém paralelním postavení lyží. [Štumbauer, Vobr, 2007; Štancl, Strobl, 2004]

V letech 60. se prosadila rakouská protirotační škola, která se dá považovat za nejbližší podobu dnešního lyžování. Každý oblouk byl zahájen vertikálním pohybem těla a zapíchnutím hole, v průběhu oblouku se pak provedlo protinátování a odklon trupu. V průběhu 60. let se pak měnila zejména závodní technika. Jízdu bylo potřeba zrychlovat, čehož se dosáhlo eliminací smykové fáze a jízdou po hranách, pomocí přenesení váhy na vnější lyži. Tento princip se pak převedl i do rekreačního lyžování. Tzv. kročnou techniku prosazoval Dr. Bohuslav Čepelák z FTVS UK Praha.

Zatím posledním mezníkem je vyvinutí carvingu. Datuje se do roku 1996, podle některých lze první zmínky zařadit už do roku 1922. Jízda je charakteristická svojí dynamikou rychlostí a zejména čistým vyjetím oblouku po hranách, tedy bez smykové fáze. K tomu je zapotřebí krojených lyží, které jsou užší uprostřed než na obou okrajích. Příchod carvingu do značné míry ovlivnil i závodní lyžování zejména ve slalomu, kde se nejzásadněji změnila technika jízdy a i stavba tratě. Někteří starší závodníci se tomuto trendu dokonce neuměli přizpůsobit a předčasně ze své závodní kariéry odstoupili. [Štumbauer, Vobr, 2007]

2.2 Jednotlivé disciplíny ve sjezdovém lyžování

Slalom (SL): je nejkratší disciplínou s největší hustotou bran (průměrně 60), při níž se dosahuje i nejnižších rychlostí, nejspíš i z toho důvodu je stran zdravotních rizik nejbezpečnější. Jedná se o technickou disciplínu, při níž se testuje zejména mrštnost, rychlost a hbitost – na trati je totiž nejvíc branek ze všech disciplín s malými rozestupy.

Oblouky jsou většinou rychlé a rytmické; používá se různé rozestavení tyčí: otevřené, zavřené, nebo např. tzv. vlásenka.

Závod je vždy dvou kolový, přičemž rozestavení tyčí se po prvním kole mění. Obě kola se jedou ve stejný den a na stejném svahu. Časy se pak sčítají a vítězem se stává nejrychlejší lyžař. [<http://www.olympic.cz/cz/sporty/298/alpske-lyzovani>;Yacenda, Ross, 1998; Florenes, 2009]

Giant slalom (GS): Obří slalom se od slalomu liší větší rychlostí, méně zatáčkami, které jsou i méně ostré se středním radiem.

Závod je vždy dvoukolový, na témže svahu, ale různých tratí. Obě jízdy se konají v jeden den, obvykle jedna ráno a druhá odpoledne. Časy z obou jízd se sčítají a závodník s nejrychlejším celkovým časem se stává vítězem.

[<http://www.olympic.cz/cz/sporty/298/alpske-lyzovani>;Yacenda, Ross, 1998]

Super G (SG): Neboli super obří slalom, ve kterém se snoubí rychlost sjezdu s přesnějším zatáčením obřího slalomu. Trať je kratší než v případě sjezdu, ale delší než v případě obřího slalomu. Závod je jednokolový a vyhrává závodník s nejrychlejším časem. [<http://www.olympic.cz/cz/sporty/298/alpske-lyzovani>]

Sjezd (DH – Downhill): je nejdelší trasa všech alpských disciplín a dosahuje se i nejvyšších rychlostí – i z toho důvodu je největší procento úrazu přisuzováno právě sjezdu. Trasa měří od 2000 m do 4500 m a průměrná rychlost se pohybuje kolem 95-105 km/h, přičemž ta maximální dosahuje 140 km/h. Soutěž je jednokolová, s vítězem s nejrychlejším časem. [<http://www.olympic.cz/cz/sporty/298/alpske-lyzovani>; Florenes, 2009]

2.3 Biomechanika sjezdového lyžování

„Obor *biomechanika* je hraniční vědeckou disciplínou, která vychází z biologického základu (morfologická a funkční podstata pohybového systému člověka) a teoretických principů klasické mechaniky. Zjednodušeně lze biomechaniku charakterizovat jako matematicko-fyzikální pohled na pohybový systém a pohybovou činnost člověka. *Pohybový systém lidského těla* je z pohledu biomechaniky složen z několika subsystémů: *subsystém pasivních prvků* (kosti, šlachy, vazy, chrupavky, tkáně – neprodukují sílu, pouze přenášejí sílu z vnitřního prostředí lidského těla na vnější prostředí, v němž se jedinec pohybuje a naopak), *svalový subsystém* (svaly produkující fyzikální veličinu sílu), *řídící subsystém* (centrální a periferní nervový systém – řídící činnost svalového subsystému) a *subsystémy zajišťující biologickou existenci jedince*

(dýchací, oběhový, trávicí, atd.) (Metodická komise AD SLČR 2007, s. 78)“.
[Charvátová, 2011]

„Aplikovaná biomechanika člověka je biomechanika zaměřená na určitou aplikační sféru lidské činnosti.“ Její rozdělení ale není nijak standardizované a tak užití přívlastku podléhá více méně aktuální potřebě, jako např. biomechanika sjezdového lyžování. [<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpbk/kompendium/biomechanika/index.php>; Charvátová, 2011]

2.3.1 Základní síly působící na lyžaře

Cílem této kapitoly je přiblížit působení různých sil na sjezdového lyžaře a poukázat jak tyto síly mohou ovlivnit samotnou jízdu. Biomechanické poznatky působení jednotlivých sil lze využít jak pro zajištění bezpečnosti lyžaře, tak pro zlepšení sjezdařských schopností. [Příbramský, 2001]

2.3.1.1 Působení jednotlivých sil

Na lyžaře působí mnoho faktorů, mezi něž neodmyslitelně patří i účinky sil. Tyto účinky můžeme snadno rozdělit na statické a dynamické. Mezi statické účinky síly řadíme například udržování rovnováhy ve stoji apod. Dynamické účinky síly zajišťují pohyb tělesa, jeho zrychlení nebo naopak zpomalení v libovolném směru, až jeho zastavení. [Příbramský, 2001]

2.3.1.1.1 Vnitřní síly

Mezi vnitřní síly řadíme veškeré síly probíhající uvnitř těla lyžaře. Tyto síly umožňují vzájemný pohyb jednotlivých segmentů těla. Řadíme sem tzv. svalové síly, které vznikají kontrakcí svalů a jsou řízeny z CNS. Zde platí pravidlo, že každá akční síla vyvolává reakční sílu o stejné velikosti ale opačné orientaci, takže například při odpichu holemi, kdy paže putují vzad, se lyže pohybují vpřed.

Dále jsou využívány tzv. setrvačné síly, které vznikají akumulací energie – např. při napětí šlach a vazů. Tyto poznatky slouží zejména pro bezpečnost při nastavování vypínací síly vázání. [Příbramský, 2001]

2.3.1.1.2 Vnější síly

Jsou to veškeré síly, které na lyžaře působí zvenčí a mění tak jeho pohybový stav. Utváří soustavu, která se neustále mění a působí v daném okamžiku a prostředí na lyžaře. Dále je dělíme do následujících podkategorií:

Tíhová síla

Tíhová síla neboli gravitace je základ pro jakýkoli stav mezi libovolným tělesem a Zemí a její velikost pak závisí na hmotnosti předmětu – v tomto případě lyžaře. Její velikost je konstantní. Výslednici dílčích gravitačních sil, působících na jednotlivé segmenty těla, lze promítnout jako jejich součet do teoretického těžiště těla lyžaře T. Tuto úvahu využíváme např. pro odvození odstředivé síly apod. Tíhová síla se obecně projevuje tíhovým zrychlením, jehož směr je vždy do směru Země a proto můžeme tíhovou sílu rozložit na tečnou sílu F_T (neboli dopřednou) a normálovou F_N . Tyto dále závisí na sklonu svahu: čím prudší bude svah, tím větší bude dopředná síla a zmenší F_N a tření mezi lyží a sněhem. Velikost normálové síly tak má vliv na „přítlačení“ těžiště těla lyžaře směrem kolmo do podložky. Dopředná síla pak lyžaře urychluje ve svém směru. Je závislá především na hmotnosti lyžaře (velikosti gravitace) a sklonu svahu. A právě velikost sklonu svahu je během jízdy dobře ovlivnitelná. Při jízdě po vrstevnici jsme dopředu hnáni pouze setrvačností, naopak při jízdě po spádnicí je pak rychlost nejvyšší a sklon naší jízdy je stejný jako sklon svahu. [Příbramský, 2001; Štumbauer, Vobr, 2007]

Odstředivá a dostředivá síla

Tato dvojice sil je jedinou udržující pohyb lyží po oblouku a umožňující korekci jejich dráhy. Jejich velikost se rovná, leží v jedné vektorové přímce, ale mají opačný směr. Změnu směru těžiště lyžaře způsobuje síla dostředivá, reakcí na tuto změnu je naopak síla odstředivá.

Dostředivá síla, resp. dostředivé zrychlení má za následek zakřivení pohybu lyží, bez kterého by nebylo možné oblouk zajet. Při rovnoměrném pohybu lyžaře v oblouku (tedy po kružnici) působí dostředivá síla stále stejnou velikostí – změny jsou dány poloměrem a rychlostí projetí oblouku, což můžeme relativně snadno ovlivnit a tím pádem i regulovat dostředivou sílu. Děje se tak pomocí hranění, změny zatížení lyže nebo posunutí těžiště v předozadním směru. Čím vyšší je rychlost a čím menší je poloměr oblouku, tím větší je odstředivá síla a lyžař se může do oblouku více vyklonit. Dostředivá síla (rostoucí s poloměrem oblouku) kompenzuje účinky odstředivé síly. Díky tomu se tělo lyžaře dostane do dynamické rovnováhy, ta pak na konci oblouku umožní přenesení těžiště zpět nad místo opory. [Příbramský, 2001; Štumbauer, Vobr, 2007]

Tlakové síly

Určení tlakové síly je mnohem složitější a značně se liší od představy jedné tlakové síly ve formě F_G . Tlakové síly jsou závislé na mnoha faktorech a značně se liší při jízdě po spádnicí a při jízdě na hranách. Důležitou roli tedy hraje kvalita povrchu, parametry lyže (velikost ploch skluznic, tuhost...), míra hranění, velikost styčných ploch. [Příbramský, 2001]

Třecí síly

Třením můžeme nazvat proces, kdy se kinetická energie částečně a nevratně rozptyluje do energie tepelné. Tření vzniká při dotyku vzájemně se pohybujících těles. Je závislé na kolmé síle, která k sobě obě plochy tlačí.

V lyžování rozeznáváme tření smykové a tření valivé. V lyžování bereme v úvahu především tření smykové. Tření valivé vzniká při jízdě v hlubokém sněhu.

Tření ve sjezdovém lyžování, závisí na vlastnostech třecích ploch, tedy na typu, kvalitě a vlastnostech sněhu, rozložení hmotnosti lyžaře, parametrech lyží a rychlosti jízdy. Při pomalé jízdě je tření relativně veliké, s nárůstem rychlosti se do určitého bodu zmenšuje. Při rychlejším sjezdu vzniká vlivem tření lyží o sníh teplo, které způsobuje natátí sněhu a mezi skluznicí a sněhem se vytvoří tenká vrstva vody. Ta pak skluz zhoršuje, stejně jako v případě mokrého sněhu. [Štumbauer, Vobr, 2007; Příbramský, 2001]

Aerodynamické síly

Jejich vznik je podmíněn pohybem lyžaře v prostředí, řadíme zde odpor prostředí a aerodynamický vztlak. Součet obou sil tvoří výslednou aerodynamickou sílu. Aerodynamický vztlak působí kolmo na směr pohybu lyžaře a ovlivňuje velikost tlaku na podložku, naopak odpor prostředí působí proti směru pohybu lyžaře a ovlivňuje rychlost jízdy. Odpor jízdy jde pak snadno snížit zaujetím aerodynamického postoje = snížením postoje (např. jízda v tzv. vajíčku). [Příbramský, 2001]

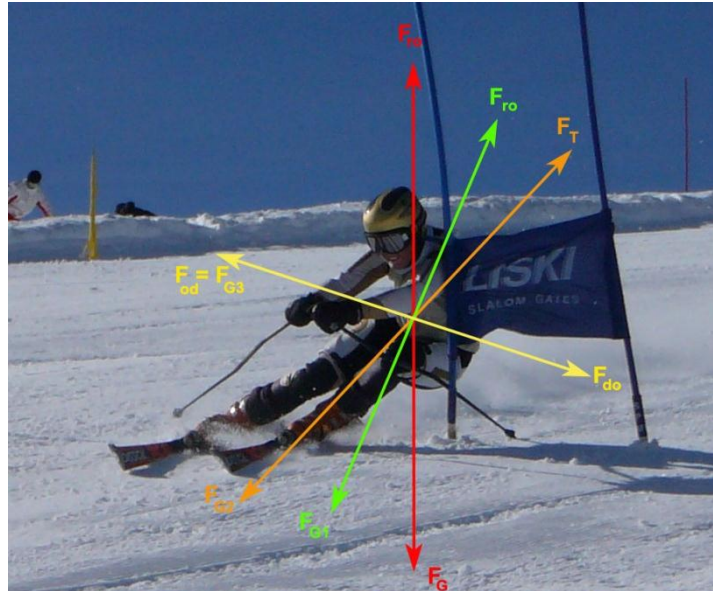
Reakční síla

Vztah akce (působící síla) a reakce (silová odpověď tělesa na daný podnět) definuje III. Newtonův princip. Reakční síla odpovídá za kvalitu jízdy lyžaře, jelikož vyrovnává tíhovou sílu, tudíž udržuje stabilní postoj. [Příbramský, 2001; Charvátová, 2011]

Setrvačná síla

Tato síla se řídí podle I. Newtonova zákona setrvačnosti. Setrvačná síla působí vždy proti směru pohybu lyžaře, a brání změně pohybového stavu. Při náhlých změnách

polohy těžiště ve vertikálním směru dochází po velmi krátkou dobu ke změnám tlaku na opornou plochu – tlak se na okamžik sníží nebo zvýší. Největší vliv má na stabilitu lyžaře. [Štancl, Strobl, 2004; Charvátová, 2011]



Obr.č.1: rozložení sil (Charvátová 2011)

Legenda:

- F_G složka tíhové síly působící v podélné ose těla ($F_{G1} = G \cdot \cos \alpha$)
- F_{G2} složka tíhové síly udělující zrychlení a působící v podélné ose lyží ($F_{G2} = G \cdot \sin \alpha$)
- F_{G3} složka tíhové síly působící kolmo na podélnou osu lyží způsobující bočné sesouvání
- F_{od} síla odstředivá
- F_{do} síla dostředivá
- F_{ro} síla reakce opory
- F_T síla tření

2.3.2 Vedení oblouku v závodním sjezdovém lyžování

Charakteristika závodní techniky.

Závodní technika vychází z lyžařského postoje. Jedná se o otevřený postoj, lyže jsou rovnoměrně zatíženy v paralelním postavení, kolena tlačena dopředu, trup v mírném předklonu, paže předpažené v mírném pokrčení a vždy před tělem. Hlava napříměna, sleduje trasu a okolní dění. V tomto postoji může závodník dobře udržovat rovnováhu, zároveň je pro jeho udržení i při vyšších rychlostí nutná dobrá fyzická zdatnost. Závodní postoj dovoluje závodníkům přesnější nezávislou práci dolních končetin, především kontrolované přenášení hmotnosti mezi vnitřní a vnější lyží. [Charvátová, 2011; Drahoňovský, Novák, 2011]

Zahájení oblouku je iniciováno natočením vnějšího ramene do směru nového oblouku. Následuje tzv. kippen, naklonění kotníků, těžiště se pohybuje mírně dopředu, kvůli zatížení špiček lyží, kolena jdou dopředu a do oblouku a tím dochází k přebranění. Zejména pohyb kolen je pro vedení oblouku nejefektivnější. Jednotlivé metodiky uvádějí procentuální zatížení mezi vnější a vnitřní lyží zhruba 70% : 30%. Ramena, boky, kolena by měly být neustále v ose, která je kolmá na směr lyží, čímž je udržována rovnovážná poloha.

Během vedení oblouku snižuje sjezdař své těžiště a zvyšuje intenzitu hranění, která vrcholí v konečné fázi oblouku.

Práce holemi je buď střídavá a pomáhá udržovat zejména rytmus, nebo současný odpich obou holí – většinou pro získání větší rychlosti na začátku závodu.

Hlavním cílem závodní lyžařské techniky je rychlé a bezchybné projetí závodní trasy až do cíle. Díky moderním technologiím, zejména specifickému vykrojení lyží, je možné vést oblouk co nejvíce po hranách. To znamená eliminaci sesouvání a minimalizaci brzdění na konci oblouku a před zahájením nového oblouku. Tím se rychlost výrazně ovlivní. Dalším faktorem determinujícím rychlost je způsob vyjetí oblouku, tedy zda zatačí více ke spádnici nebo po spádnici.

Zvládnutí dobré techniky je podmíněné i správným „timingem“ (načasováním). Tak např. při přechodu z koncové fáze oblouku do iniciální fáze nového oblouku nastává ideální chvíle pro změnu směru při tzv. momentu odlehčení, kdy lyžař záměrně zmenšuje tlak lyží na podložku.

Naopak u fáze zatížení, která nastává po překlopení kolen a následně náklonu celého těla do středu oblouku se musí lyžař vyvarovat přílišnému tlaku na lyži, aby nedošlo až k momentu brzdění. [Charvátová, 2011]

2.3.3 Biomechanika taktiky průjezdu branami

Dobré sportovní výsledky ve sjezdovém lyžování záleží obecně na fyzické připravenosti, technických dovednostech, stejně tak na kvalitě vybavení včetně použitých vosků. Velmi důležitou součástí konečného úspěchu je i zvolená technika průjezdu branami. Strategické jednání jak ideálně projet branami lze z biomechanického hlediska roztrždit na následující aspekty:

- a) optimální trasa mezi branami
- b) volba stylu jízdy s cílem minimalizovat tření a odpor vzduchu – zvažování i sněhových podmínek

- c) volba rychlosti
- d) rozložení rychlosti během celé jízdy, aby nedocházelo k vyjetí z tratě a celá jízda byla co nejefektivnější.

Mezi nejnáročnější prvky tratě patří prudkost, malý rozestup mezi branami, zakřivení tratě a změny v rytmu jízdy.

Přestože se rozložení rychlosti a fyzických sil během jízdy jeví podle studií jako podstatný faktor, zůstává tento fakt často zanedbán. Stejného názoru je i Aschenbrenner, který měřil lyžaře během olympijských her v Lillenhammeru. Závodníci, kteří měli nejlepší časy po zdolání první čtvrtiny tratě, nebyli schopni udržet stejné tempo až do konce a dojížděli tak s horšími časy. Rozložení fyzických sil tak hraje důležitou roli.

Erdmann uvádí podobnou skutečnost, že velké číslo závodníků nasazuje vysoké tempo v úvodní části sjezdové tratě, což jim v úvodu vynese lepší čas, v konečném výsledku je jejich celkový čas pomalejší, dojde k vyjetí z tratě, nebo vůbec nejsou schopni závod dokončit. Z Erdmannovy studie dále vyplývá, že detailní znalost tratě může snížit čas potřebný na projetí tratě. [Erdmann, Aschenbrenner, 2008]

2.4 Zdravotní rizika

Alpské lyžování je právem považováno za velmi rizikový sport. Závodní tratě jsou prudké, ledové a závodníci mnohdy dosahují rychlosti až 130 km/h. Při pádu v takové rychlosti pak hrozí velké riziko poranění. Svůj podíl na případném zranění má i výstroj a výzbroj. Koehle et al. (2002) ve své studii uvádí, že spolu s vývojem technologií na výzbroji se za poslední desetiletí mění i charakter zranění. Poranění na periférii dolních končetin se stává méně častým (zejména díky zkvalitnění vázání), zatímco počet úrazů na kolenou a horních končetinách roste. Úrazy kolenou pak mohou být až z 50% příčinou nevypnutí vázání. [Bere, et al., 2011; Koehle, et al., 2002]

Zdravotní stav je dále ovlivněn zevním prostředím. Povětrnostní podmínky, zhoršená viditelnost, tlak apod. snadno stíží podmínky závodu. Nízká teplota, v kombinaci se silným větrem a lyžařovou vysokou rychlostí, pak může zapříčinit podchlazení, nebo omrzliny, zejména na okrajových částech těla. Havlíčková uvádí, že při teplotě -10°C a současném větru o síle 40km/h je lyžař vystaven takovým podmínkám, jako by se pohyboval v prostředí s teplotou -31°C. [Havlíčková, 2008]

Dalším zdravotním rizikem mohou být funkční poruchy pohybového ústrojí. Ty mohou vzniknout při nesprávné skladbě tréninku, zejména přetěžováním,

nedostatečným zařazením kompenzačních cvičení a relaxace. Takové poruchy se pak projeví např. nesprávným držením těla a svalovými disbalancemi.

„V průběhu sportovního výkonu dochází ke změnám, které se projevují v ovlivnění cévního zásobení svalu, snížení svalové pružnosti, nekoordinovaném, nepřiměřeném pohybu nebo úplném selhání funkce svalu. Dále dochází ke zpomalení látkové výměny zejména ve svalu a k výskytu bolestivých příznaků.“ Toto vše může charakterizovat lokální únavu; na lyžaři se únava snadno rozpozná na změnách v technice. Lokální svalová únava pak může být příčinou např. natažení/natržení svalu, nebo svalové křeče. [Honsová, 2011]

Působit preventivně proti jakémukoli poranění má značný význam. Dřívější zranění se totiž stává významným rizikovým faktorem nového zranění. Krom toho v čím ranějším věku ke zranění dojde, zvyšuje se pravděpodobnost nového zranění a to většinou na té samé končetině. Například poranění kolene je hlavním rizikovým faktorem pro vznik osteoartrózy.

Přestože tento předpoklad není zařazen v evidence based medicine, vyzdvihuje toto zjištění důležitost rehabilitace a úplného uzdravením před návratem k lyžování po utrpění zranění [Westin, 2012].

Zranění vznikají ve specifickém momentu, kdy se lyžař pokouší získat zpět ztracenou rovnováhu. Podle některých autorů vzniká až 24% zranění kvůli ztrátě rovnováhy [Ružič, 2011].

Je známo, že hbitost, dobrá úroveň technických schopností a celková kondice jsou důležitými faktory v prevenci zranění. Výzkumy ukazují, že rovnováhová schopnost ve sjezdovém lyžování je dynamická a že slabá rovnováhová schopnost, nebo ztráta rovnováhy může vést k situaci, která pak vyústí ve zranění. Z pohledu sportovních doktorů mají sportovci s lepšími proprioceptivními a rovnováhovými schopnostmi lepší výsledky a utrpí menší počet zranění [Ružič, 2011].

2.4.1 Nejčastější poranění

Koehle et al. (2002) prováděl rešerši na téma lyžařské úrazy a jejich prevence. Zaměřil se na anglicky psané články mezi obdobím 1989-2002.

Běžným deskriptorem používaným ve zkoumání úrazů je počet zranění na lyžaře za den. Od roku 1970 se počet zranění snížil z 5-8 zranění na 1000 lyžařů/den na 2-3 zranění na 1000 lyžařů/ den. Většinu těchto zranění eliminoval technologický pokrok jak ve výzbroji, tak výstroji. [Koehle et al., 2002]

Na Koehle nepřímo navázal Florenes et al.(2009), který vypracoval retrospektivní studii na téma zranění world-cupových závodníků ve sjezdovém lyžování. Jedná se o první velkou kohortní studii na toto téma. U elitních lyžařů hrozí dvakrát vyšší riziko poranění než u rekreačního lyžaře. Výsledkem studie je, že 58% zranění se nachází na dolních končetinách – z toho nejčastěji je poraněno koleno, až 68% a z toho u 55% zranění kolene se jedná o velmi těžké poranění (= absence větší než 28 dní). Toto jsou absolutní hodnoty bez rozdílu pohlaví. Druhým nejčastějším zraněním na DKK je kotník – až 31,8% a rovněž se jedná převážně o těžká zranění. Na druhém místě se obecně umístila zranění hlavy a páteře (zejména v oblasti beder) a těsně za nimi poranění horních končetin (zejména oblast ramene a prstů). [Florenes et al., 2009; Florenes et al., 2012]

Nejčastějším poraněním na horní končetině bývá tzv. lyžařský palec, kdy dochází k poranění ulnárního kolaterálního vazu – tvoří až jednu třetinu všech poranění na horní končetině. Vzniká po pádu na nataženou horní končetinu, zatímco lyžařská hůlka zůstane v dlani. Tomuto typu zranění v dnešní době pomáhají předcházet hůlky s bezpečnostním vypínacím vázáním. [Koehle et al., 2002]

11% zranění je na ramenním kloubu a patří sem zejména poranění rotátorové manžety, přední dislokace glenohumerálního skloubení, distorze acromioclavikulárního skloubení a fraktura clavikuly. Mechanismem zranění je v tomto případě pád buď na nataženou horní končetinu, nebo přímo na rameno. Poranění ramenního kloubu může vycházet i z nadměrné vnitřní rotace při nesprávném zapichování hole – pokud se hůlka zachytí za lyžařem během toho, co je pevně připoutaná k zápěstí, může být ramenní kloub vystaven abdukci a zevní rotaci, což stačí k tomu, aby došlo např. k dislokaci nebo jinému vážnému poranění horní končetiny. [Koehle et al., 2002]

Co do typu zranění určil Florenes jako nejčastější poranění ligament a kostí. Dle Westin et al. a dalších aktuálních studií, tvoří poranění ligament a kostí dvě třetiny všech úrazů, a to jak u lyžařů elitních, tak u rekreačních. [Florenes et al., 2009; Westin, 2012]

U vazů se z 44% jednalo o poranění ligamentum cruciatum anterior. Jako druhé nejčastější poranění uvádí otřesy mozku. Jako nejnebezpečnější disciplínu stanovil tu nejrychlejší, tedy sjezd, potom SG, GS a SL. [Florenes et al., 2009]

Florenes stanovil relativní míru poranění na 9,8 zranění za 1000 jízd; z toho vyplývá, že riziko poranění je při světovém poháru/mistrovství světa vyšší než bylo (na

základě jiných, méně podrobných studií) předpokládáno. Absolutní i relativní míra poranění je vyšší u mužů a zvyšuje se s rostoucí rychlostí. Nejčastěji zraněnou částí těla je koleno s převahou těžkých zranění, zejména poranění předního zkříženého vazů a to u elitních závodníků častěji, než u lyžařů nižších výkonnostních tříd. [Florenes et al., 2009]

2.4.2 Poranění předního zkříženého vazů

Kolenní kloub patří k nejběžnějším poraněním mezi dospělými lyžaři – tvoří až 30% všech poranění. Obecně platí, že riziko poranění předního zkříženého vazů (LCA) je u profesionálního lyžaře menší než u lyžařů rekreačních. [Koehle, et al., 2002]

Bere et al. charakterizoval tři hlavní situace, které nejčastěji vedou k poranění předního zkříženého vazů. Jde o techniku daného lyžaře, lyžařovu strategii a podmínky zevního prostředí jako je viditelnost, typ sněhu a úprava tratě. Následně charakterizoval tři mechanismy zranění:

- 1) slip-catch mechanism
- 2) dynamic snowplow
- 3) landing back-weighted

Přestože technika jízdy a lyžařovi strategie je u každého mechanismu zranění odlišná, jsou technické dovednosti a nevhodně zvolené reakce považovány za hlavní faktory jak ke zranění dojde. Svůj podíl na tom má i stav terénu. V 80% případů dojde kvůli nerovnostem terénu v podobě menších boulí apod. k nerovnoměrné pozici a „zaseknutí“ hrany lyže. Dalším faktorem je náročná sjezdovka - skoky, ledový povrch, špatná viditelnost, náročnost rozestavení tratě a samozřejmě vysoká rychlost. Svoji roli pak v dané situaci sehraje špatné nastavení vázání nebo bot. [Bere et al., 2011]

Pravděpodobně neexistuje jediné řešení, jak předcházet poranění LCA, ale ovlivněním již zmíněných faktorů můžeme riziko poranění snížit. [Bere et al., 2011]

ad 1) Slip-catch: Situace, která zapříčiňuje tzv. Slip-catch byla vyhodnocena jako ztráta rovnováhy a tlaku na vnější lyži. Autoři jí vyhodnotili jako nejčastější příčinu poranění LCA. V polovině případů (5/10), lyžaři nezvládli ovládnout terén. Mohla za to buď pasivita, nebo opožděný přechod z méně prudkého terénu do prudkého, nebo naopak – tzv. komprese. K tomu byl závodník ještě mimo ideální stopu, což zapříčinilo přímější nájezd do další brány a byl tak nucen použít kompenzační techniku, aby vůbec branou zvládl projet. Následkem toho došlo k nižšímu postoji a většímu záklonu, což vedlo

k odlehčení vnější lyže, valgizaci kolene a jeho vnitřní rotaci a kompresi. [Bere et al., 2011; Koga et al., 2011; Koehle, et al., 2002]

ad 2) Landing back – weighted („přistání se zatížením na patkách lyží“): Vzniká, pokud má lyžař nedokonalou techniku skoku a špatně vyhodnotí situaci. Při „vzletu“ se dostane do nadměrného záklonu, což ve vzduchu zapříčiní tzv. vystřelení. Let se tak stává nekontrolovatelným a závodník dopadá na patky lyží a dochází ke zranění. [Bere et al., 2011; Koehle, et al., 2002]



Obr. č. 2 Mechanismus poranění předního zkříženého vazy – zleva: slip catch mechanism – Landing back-weighted – dynamic snowplow (Bere et al., 2011)

ad 3) Dynamic snowplow (dynamický pluh): V tomto případě končí závodník v pluhovém postavení s nevhodným tlakem na vnitřní hranu v momentě zranění. Nevládnutím terénu se dostanou lyže mimo kontrolu a dojde tak ke špatnému zatížení lyže a hranění. [Bere et al., 2011; Koehle, et al., 2002]

2.5 Fyziologie zátěže ve sjezdovém lyžování

2.5.1 Faktory ovlivňující zátěž

Jak již bylo zmíněno výše, zátěž v jednotlivých alpských disciplínách je různá. Hlavní roli v ovlivňování míry zátěže hrají následující faktory:

- Trať: typ sněhu, délka, sklon svahu, technická náročnost (u slalomu – rozestavení tyčí), doba jízdy
- Klimatické podmínky: nadmořská výška, teplota, vítr
- Parametry lyží: délka, tvrdost
- Proporce lyžaře: např. pro slalom se preferuje menší postava a mrštnost, pro sjezd robustnější postava, důležitým parametrem je váha lyžaře obecně
- Psychika [Havličková, 1993; Novotný, 2003; Neumayr, 2003, Müller, 2011]

2.5.2 Fyziologie zátěže v alpských disciplínách

Z fyziologického hlediska řadíme alpské lyžování mezi rychlostně silové sporty. Předpokladem pro úspěšné zvládnutí této disciplíny, což znamená umět se přizpůsobit proměnlivým podmínkám a umět na ně rychle reagovat, je psychomotorická schopnost, senzomotorická koordinace a dobrá kinestetická citlivost.

Lyžař je konfrontován s rychlými změnami svalového tonu, s vysokými nároky na oběhový systém, látkovou výměnu a statokinetické ústrojí, ale zároveň i na psychiku [Havlíčková,1993; Neumayr, 2003].

Závodní lyžování se skládá ze čtyř hlavních disciplín, které se liší rozložením bran, radiem oblouku, rychlostí a délkou tratě. Patří sem sjezd, trvající 2-3 minuty, super obří slalom, trvající 1-2 min a s více branami než sjezd, obří slalom – 60-90s se širokým rozestavením bran - a slalom, trvající 45-60s s rychlými oblouky [Szmedra, 2001].

2.5.2.1 *Metabolická charakteristika výkonu*

2.5.2.1.1 *Energetická náročnost*

Havlíčková (1993) se ve své knize zabývá mimo jiné fyziologickými nároky alpských disciplín. Ačkoli by se mohlo zdát, že uváděná data nebudou v současné době aktuální - vzhledem k technologickému pokroku, změnám v technice jízdy apod. – jsou až překvapivě téměř shodná s daty, naměřenými současnými autory [Neumayr,2003; Müller, 2011; Niederseer, 2011 a další].

Jak uvádí, vzhledem k energetické náročnosti je sjezdové lyžování srovnatelné s během na 400 a 800 metrů a energetické krytí dosahuje hodnot 85-95% VO₂max. Tyto hodnoty jsou téměř totožné u juniorů i dospělých závodníku. Intenzita metabolismu tak dosahuje submaximálních hodnot – například u obřího slalomu dosahuje energetický výdej během závodu 100 - 150 KJ.min⁻¹ a u slalomu 150 – 250 KJ.min⁻¹. Rychlost, s jakou se energie uvolňuje, je závislá na nárocích na dýchání, krevním oběhu a průběhu metabolických dějů. Zpravidla vyšší a lepší kondiční schopnosti byly zjištěny u lyžařů umístovaných na prvních příčkách [Havlíčková,1993; Miura, 2012; Axtell, 1997].

Aerobní vs. anaerobní systém

Alpské disciplíny vyžadují kombinaci vytrvalosti a síly a proto závisí na využití aerobního i anaerobního systému.

Aerobní metabolismus je limitován cévní okluzí při izometrické kontrakci během jízdy. Tato okluze zvyšuje produkci laktátu. Obecně bylo zjištěno, že čím lépe je sportovec trénovaný, tím větší procentuálního snížení VO_{2max} dosáhne. Efektivní aerobní systém je dále podstatný pro zotavení mezi jednotlivými koly a pro vytrvání v celé dlouhé sezóně.

Zjednodušeně řečeno, technické disciplíny závisí spíše na anaerobním metabolismu, zatímco delší disciplíny, s dosažením vyšších rychlostí, získávají větší přínos z aerobního metabolismu [Turnbull, 2009].

Fyziologické odlišnosti u adolescentů

U mladých závodníků jsou fyziologické pochody trochu odlišné. Vrcholná anaerobní kapacita se zvyšuje s věkem a plně se vyvine v první fázi adolescence. Bylo zjištěno, že juniorští závodníci špatně tolerují vysoké hodnoty acidózy a důsledkem toho klesá svalová kontraktilita snížením pH [Axtell, 1997].

Zvýšený laktát se odrazí na zhoršeném výkonu. Kompenzačním mechanismem proti zvyšování acidózy v dorosteneckém věku, je nedokonale vyvinutý sympatický nervový systém, který umožňuje vyšší průtok krve do jater a tím zvýší odbourávání laktátu během výkonu. Tento kompenzační mechanismus funguje, dokud se plně nevyvine anaerobní kapacita. Byla stanovena optimální intenzita pro zotavení při zhruba 68% maximální TF. Při této mírné intenzitě cvičení dojde k velmi rychlému odbourávání laktátu a hodnoty se přiblíží k počátečním hodnotám laktátu v krvi. Tato intenzita obnoví průtok krve v pracujícím svalu, což umožňuje optimální odbourání laktátu ze svalu do krve.

Zavedení lehkých cvičení ve výše uvedené intenzitě mezi jednotlivé jízdy umožní maximální nasazení a oddálí únavu a zároveň sníží riziko možného zranění kolenního kloubu [Axtell, 1997].

U mladých závodníků ve věkovém rozmezí 10-14 let je nutné klást velký důraz na všestrannost. Lyžaři v tomto věku jsou vystaveni probíhajícímu vývoji a je tak těžké se přizpůsobit jednotlivým vývojovým nerovnováhám. Trénink by tak měl být složen ze základních gymnastických cviků, lehké atletiky, koordinačních cvičení a kondičních cvičení se zaměřením na rozvoj síly. [Mildner, 2012]

Krevní oběh a tepová frekvence

Krevní oběh je zatížen převážně izometrickými eventuálně isotonickými kontrakcemi svalů, což často vede k mírné venostáze, která může snižovat saturaci kyslíku. To se odrazí na tepové frekvenci. Bylo prokázáno, že průměrná TF u závodníka na předních místech je vyšší než celková průměrná hodnota všech závodníků. TF bývá rovněž vyšší v druhém kole, což je nejpravděpodobněji spojeno s psychikou. Průměrná TF se ve sjezdu/slalomu pohybuje u mužů 167/182 a u žen 185/178 tepů za minutu. Zvýšená TF je automaticky spojena se zvýšením minutového objemu srdečního [Havličková, 1993; Neumayr, 2003].

Dýchání je u závodníků často nepravidelné, při překonávání náročnějších nerovností dochází i k tzv. apnoickým pauzám a to spolu se zvýšenou TF často vede k acidóze organismu [Havličková, 1993].

Další metabolické změny u závodních lyžařů

Z některých metabolických změn u alpských disciplín možno jmenovat zvýšení glykémie nad průměrnou hodnotu, zřejmě jako důsledek zátěžové reaktivní hyperglykémie. Po skončení výkonu se nachází vyšší koncentrace laktátu v krvi, jak už bylo naznačeno výše (12- 15 mmol/l). Zvýšení koncentrace laktátu je zvláště velké ve svalech dolních končetin, kde především vznikají v průběhu výkonu pocity napětí až bolesti [Havličková, 1993].

Studie prokázaly, že existuje úzký vztah mezi deoxygenací kosterního svalstva, spotřebou kyslíku, posturou a hodnotami laktátu. Proto při obřím slalomu, kdy má lyžař nižší postoj, ve kterém setrvává i delší dobu než při slalomu, dochází k procentuálně vyšší maximální volní kontrakci a hladiny laktátu v krvi. To souvisí i se sníženým objemem krve a zvýšenou desaturací kyslíku [Szmedra, 2001].

Senzorické vnímání

Při alpském lyžování je nezbytná i dobrá funkčnost veškerých analyzátorů, kterými jsou sluch, zrak, vestibulární ústrojí. Zrak kontroluje provedení cíleného pohybu, sluch má na starost udržení rytmu a o rovnováhu pečují vestibulární ústrojí. Funkci jednotlivých analyzátorů můžeme testovat nebo i zdokonalit např. dočasným vyřazením jednoho smyslu. Předpokladem každého závodníka je velmi dobrá nervosvalová koordinace spojená s dobrou pozorností a schopností rychle pohybově reagovat [Havličková, 1993].

2.5.3 Fyziologie zátěže u rekreačních lyžařů

U rekreačního lyžování definujeme více výkonnostních tříd a je možné pozorovat mnoho různých lyžařských stylů a technik než v podstatě v unifikované kategorii závodních lyžařů. Proto i fyziologické nároky na organismus se různí od jednotlivce. Jsou ovlivněny zejména sklonem svahu, rychlostí jízdy, stylem jízdy, lyžařským postojem a intenzitou lyžování (počet přestávek apod.).

2.5.3.1 Vliv sjezdového lyžování na zdraví obecně a u seniorů

Sjezdové lyžování je velkým přínosem pro celé tělo a zároveň je zábavnou formou, jak se udržovat v dobré tělesné kondici.

Podporuje funkci svalů, posiluje svalový aparát a zlepšuje svalovou souhru zvláště pak intersegmentálního systému, který má vliv na posturální stabilitu a dobrou rovnováhu. V mládí má vliv na pevnost kostí a později slouží jako prevence osteoporózy. Zároveň má dobrý vliv na propriocepci.

Další oblastí, kde sjezdové lyžování působí pozitivně je kardiovaskulární systém. Během jízdy se zvyšuje srdeční frekvence, čímž se zvyšuje i objem cirkulované krve a tím i okysličení a vyživení tkání. Díky tomu se urychlí odplavování škodlivých látek z těla. Zároveň se vyplavují například endorfiny a adrenalin, což automaticky zlepšuje náladu. Už pouhá půl hodina lyžování příznivě ovlivní kardiovaskulární systém [Mercer, 2011; <http://www.fitday.com/fitness-articles/fitness/sports-training/the-health-benefits-of-downhill-skiing.html>; <http://www.dailymail.co.uk/health/article-152897/Why-skiing-good-you.html>].

2.5.3.1.1 Vliv sjezdového lyžování na zdraví starších jedinců

Během procesu stárnutí dochází k mnoha změnám v kardiovaskulárním systému, svalech, nervovém systému a ke změnám senzomotorických schopností. Příčinou je zejména snížení mobility a kvalita života, proto tyto změny sledujeme zejména u neaktivních jedinců.

Vytrvalost začíná klesat zejména v druhé polovině života. Mezi 20 – 60 rokem života se například VO₂max sníží o 25-30%. Přesto je ale prokázáno, že vytrvalost je snadno trénovatelná i v pokročilejším věku a to v podstatě jakoukoli fyzickou aktivitou. Snížený svalový výkon je jeden z hlavních procesů stárnutí a je často příčinou imobility [Müller, 2011a].

Současné výzkumy dokazují, že přestože je sjezdové lyžování komplexní aktivitou, mohou starší jedinci v mnoha ohledech těžit z jeho prospěchů pro zdraví. Předpokládá se, že může mít pozitivní efekt na kardiovaskulární, metabolický, neuromuskulární a senzomotorický systém stejně tak jako na psychiku. Preventivním působením proti degeneraci těchto systému lze zpomalit typické známky procesu stárnutí, které můžeme sledovat u inaktivních jedinců [Müller, 2011b].

Sjezdové lyžování je formou intervalového tréninku, který kombinuje jak vytrvalostní, tak silovou složku [Scheiber et al., 2011; Seifert et al., 2009; Kroll et al., 2010]. Bez ohledu na kondici a lyžařský level, jsou starší lyžaři schopni automaticky kontrolovat svojí jízdu takovým způsobem, že zůstávají ve střední intenzitě zátěže a sami tak individuálně přizpůsobují bezpečnou míru zatížení [Krautgasser et al., 2009; Scheiber et al., 2011].

Lyžování s instruktorem (nebo jakkoli vedené) vyvolává menší fyzickou námahu, než volné lyžování s individuální volbou poloměru oblouku a tempa. Intenzita zátěže tak koresponduje s aerobním metabolismem. „Vedené“ lyžování zvyšuje adaptaci na kardiorespirační zátěž. Tato střední intenzita je výsledkem tří hlavních faktorů: fáze lyžování, fáze „zotavení“ (většinou odpočinek na vleku) a fáze různých přestávek na svahu. Nicméně střední intenzita zátěže by měla být vhodná pro všechny věkové kategorie. [Müller, 2011b].

Scheiber et al.(2011) se domnívá, že aerobní kondice může být zvláště důležitá při jízdě na prudším terénu a ve vyšších rychlostech. Rychlejší jízda je spojena s vyššími fyziologickými nároky a zvýšením podílu anaerobní energie. Během těchto úseků, zvýšený poměr koncentrické a excentrické svalové aktivity dolních končetin, hraje důležitou roli v celkové kondici.

Müller a kol. se ve své studii zabývali vlivem sjezdového lyžování na starší jedince. Testované osoby ve stáří od 60 do 76 let výrazně zlepšili svojí aerobní kapacitu a svalovou sílu během dvanácti týdnů lyžování. Posturální schopnosti zůstali bohužel nezměněny. [Müller, 2011a].

Müller dále uvádí např. studii již z roku 1993, kdy Kahn a kol. sledovali fyziologické hodnoty u mužů ve věku kolem padesáti let během jednoho týdne lyžování. Jednoznačně bylo potvrzeno, že jeden týden lyžování výrazně snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění [Müller, 2011a].

Lyžování vede k výraznému zlepšení maximální spotřeby kyslíku a složení těla u zdravých starších jedinců. Četné studie uvádějí závislost poklesu hodnot VO₂max na věku přibližně o 10% za desetiletí. Další studie prokázaly hypotézu, že fyzicky aktivní lidé trpí poklesem jen o asi 5% za desetiletí [Niederseer, 2011].

Zatím co u závodních lyžařů se v rámci jednotlivých kategorií vyskytují jen minimální odchylky mezi sledovanými proměnnými, u rekreačních lyžařů nalezneme naopak velké rozdíly v rámci naměřených hodnot. Například tepová frekvence se během jízdy starších rekreačních lyžařů pohybuje mezi 58% a 88% maximální tepové frekvence. [Müller, 2011b].

Vztah sjezdového lyžování a vlivu na starší jedince lze stručně shrnout jako pozitivní a jeho praktikování je s ohledem na kardiovaskulární příhody bezpečné i pro seniory. Může být doporučeno jako velmi vhodná aktivita pro minimalizaci negativních změn, které běžně vznikají v nervosvalovém a kardiovaskulárním systému během procesu stárnutí. Má jednoznačně pozitivní vliv na mobilitu a tím i na kvalitu života starších jedinců a snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění. Přesto je doporučeno, jako ostatně u všech sportů, provádět pravidelná roční kardiovaskulární vyšetření [Niederseer, 2011; Müller, 2011a].

2.5.4 Svaly, svalová aktivita, svalová zátěž

Svalová síla

U lyžařů je známé, že mají dobře vyvinutou svalovou sílu dolních končetin. Nervosvalový systém lyžařů je značně zatížen. Jak už bylo uvedeno výše, často pracuje při vysokém stupni acidózy. Je charakterizován krátkou dobou reakce na volní podněty s vysokou schopností nervosvalové koordinace. U sjezdařů je předpokládána i větší svalová síla v porovnání s ostatními disciplínami. Svalová síla je v lyžování velmi specifickým požadavkem. Jednak jako předpoklad pro zvládnutí fyzicky náročných tréninků a posléze závodů a pro snášení vysokohorského prostředí. Za druhé je potřeba překonávat odstředivé síly v obloucích, tlakové síly při jízdě přes nerovnosti, poměr sil při skocích apod. [Havličková, 1993; Turnbull, 2009].

Na druhou stranu, svalová síla nehraje zásadní roli v ovlivnění lyžařského výkonu, jak bylo dříve předpokládáno. Dnešní studie žádný vztah mezi svalovou silou a dobrým umístěním v rámci světového poháru nenacházejí. Je sice pravda, že lyžaři disponují velkou silou při pohybech v malých úhlových rychlostech (30°/s), při vyšších rychlostech je ale jejich síla srovnatelná s ostatními sportovci. Z toho vyplývá, že větší

svalová síla nemá vliv na lyžařské schopnosti. Vezmeme-li to z metabolického hlediska, vyšší maximální síla snižuje volní kontrakci svalů, čímž se snižují metabolické důsledky práce při trvale vysoké intenzitě. Na druhou stranu, nedostatečná svalová síla limituje lyžařovu schopnost odolávat silám působícím během jízdy [Havlíčková, 1993; Turnbull, 2009].

Fyziologické a mechanické vlastnosti svalů

Během lyžování převažuje excentrická aktivita svalu. Trénink svalové síly pro účely lyžování, by měl tedy převážně zahrnovat excentrickou aktivitu. Szmerda (2001) zjistil, že při zatáčení se zvyšuje intramuskulární tlak, což způsobuje větší anaerobní zátěž. Výsledný metabolický proces zahrnuje svalovou ischemii a hypoxii a změněnou koncentraci iontů. Potřeba glykogenu vzroste až o 50%; dojde k vyčerpání creatin fosfátu, inhibici aerobního metabolismu, snížení vstřebávání glukózy do krve vzhledem k nedostatečnému průtoku krve. Vysoká flexe v kolenním kloubu a velká pomalá dlouhodobá kontrakce typická pro závodní lyžování je důsledkem snížené VO₂max, snížení krevního objemu, zvýšení laktátu a neúměrnému zvýšení srdeční frekvence, což nakonec vyústí sníženým průtokem krve v aktivovaném svalu [Turnbull, 2009; Szmerda, 2001].

Rozdíl mezi mechanickými a fyziologickými vlastnostmi svalu v jednotlivých disciplínách je pro trénink také důležitý. Například změna krevního objemu bývá u obřího slalomu až o 30% větší než ve slalomu. Stejně tak jako srdeční frekvence a desaturace kyslíku [Turnbull, 2009].

Typy svalových vláken a jejich vliv na výkon

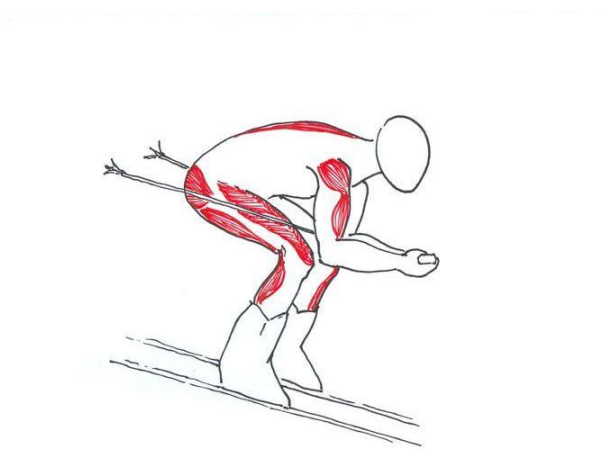
Závodní lyžaři mají přibližně o 10% pomalých vláken více než lyžaři rekreační. Závodní lyžaři tak mají díky pomalým vláknům lepší toleranci k ischemii a hypoxii, které ve svalu probíhají během kontrakce při nízkých úhlových rychlostech, což jim umožňuje lepší využití aerobní síly. Pomalá vlákna jsou obklopena větším počtem kapilár, čímž se anaerobní vedlejší produkty, které způsobují únavu, mohou rychleji rozptýlit do krve [Turnbull, 2009].

Nejvíce zatěžované svaly

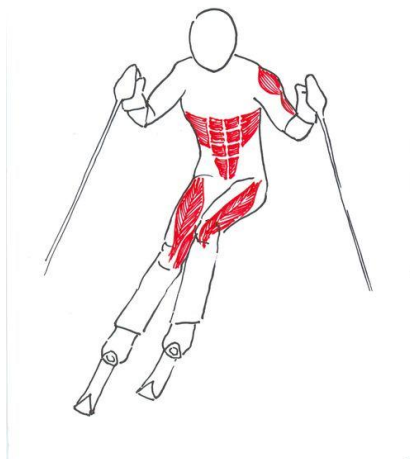
Mezi nejvíce zatěžované svaly patří samozřejmě svaly dolních končetin, ale i posturální svaly a s tím i spojená dobrá posturální stabilita. Konkrétně jimi jsou:

- Flexory kyčle: m. quadriceps femoris, m. iliopsoas, m. sartorius
- Flexory kolene: m. biceps femoris, m. semitendinosus, m. semimembranosus
- Dále: m. quadratus lumborum, m. triceps surae, m. tibialis anterior, m. rectus abdominis, m. obliquus externus et internus abdominis
- Posturální svaly: Flexory dolních končetin, svaly hýžděové, hluboké svaly zádové (mm. erectores trunci) [Havličková, 1993]

Zajímavé je, že během třicetiletého vývoje techniky sjezdového lyžování a zdokonalování technologie výstroje a výzbroje, se naměřené hodnoty EMG nemění (dle studie z roku 1970 a 2003). [Karlsson, 2009].



Obr. č. 3: Nejvíce zatěžované svaly – sjezd [Bernacikova a kol. 2010]



Obr. č. 4: - Nejvíce zatěžované svaly –slalom [Bernacikova a kol. 2010]

3 Motorické schopnosti

Motorické schopnosti jsou jedním z předpokladů pro jakoukoli pohybovou aktivitu; nezauímají tedy své místo pouze ve sportu, ale při každodenních činnostech. [Měkota, 2005]

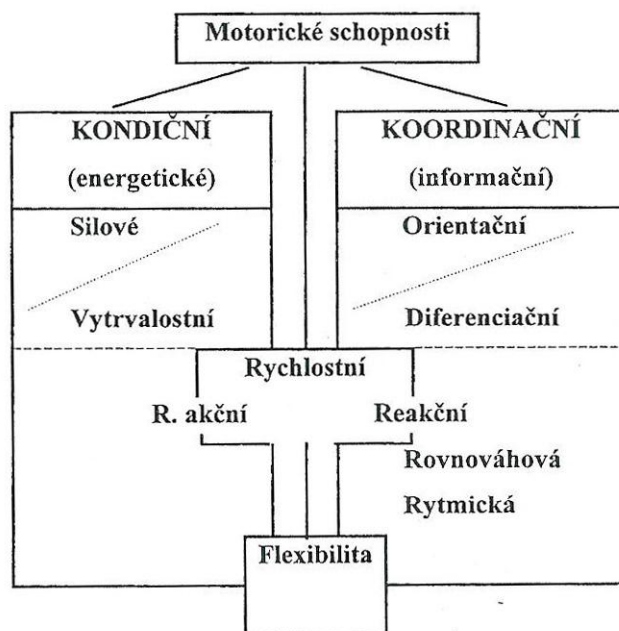
Studie Turjaka a jeho kolegů potvrzuje, že motorická cvičení obecně mají velmi dobrý vliv na výsledky v závodním lyžování; nepodařilo se jim ale potvrdit signifikantní vliv jednotlivých motorických cvičení. [Turjaka a kol., 2010]

Abychom mohli charakterizovat motorický výkon, výkonnost nebo zdatnost musíme objasnit i jejich funkci a to nás vede právě k motorickým schopnostem a dále dovednostem a jednotlivým somatotypům. [Měkota, 2005]

Pokud vezmeme pojem schopnost z obecného hlediska, můžeme jej charakterizovat jako geneticky určenou vlastnost, která podporuje různé druhy motorických aktivit. Rozlišujeme potom mezi intelektuálními, kognitivními a **motorickými schopnostmi**, přičemž všechny zmíněné schopnosti najdeme u každého jedince, ale v různé míře. [Schmidt, 1991; Měkota, 2005]

Motorickým schopnostem je věnována značná pozornost a proto se můžeme setkat hned s několika pojetími. Tak např. Čelikovský (1971) charakterizuje motorické schopnosti jako „integraci vnitřních vlastností organismu, která podmiňuje splnění určité skupiny pohybových úkolů a současně je jimi podmíněna.“ [Čelikovský, 1971] Ačkoli se zde jedná již o starší citaci, je tato definice užívána nadále i současnými autory viz Měkota (2005), nebo Havel, Hnízdil a kol. (2010).

Motorické schopnosti tvoří spolu s motorickými dovednostmi potenciální stránku motoriky, podmiňující úroveň způsobilosti organismu k efektivnímu vykonání různých pohybových zadání. Motorické schopnosti můžeme dále rozdělit na kondiční, koordinační a kondičně koordinační (viz níže), z nichž největší pozornost bude vzhledem k tématu diplomové práce věnována schopnostem koordinačním. [Měkota, 2005]



Obr. č.5: Hrubá taxonomie motorických schopností (Měkota, 2005)

3.1 Kondiční schopnosti

Kondiční schopnosti jsou ovlivňovány především způsobem získávání a využívání energie, což znamená, že jsou v rozhodující míře vázány na metabolické procesy. Jedná se tedy o výsledek procesu morfologicko-funkční adaptace. „Zvyšování jejich úrovně je založeno na adaptační odpovědi organismu na opakované pohybové zatěžování, na procesech homeostázy a superkompenzace“. [Měkota, Novosad, 2005]

Podle síly svalové kontrakce, rychlosti pohybu a trvání určujeme kondiční schopnosti silové, rychlostní a vytrvalostní. [Dovalil, 2002]

Sjezdové lyžování je především rychlostně silovým sportem. [Havličková,1993; Měkota, 2005]

3.1.1 Silové schopnosti

Jedná se o schopnost překonávat odpor vnějšího prostředí pomocí svalového úsilí a je důležitou součástí fyzické zdatnosti. Můžeme jí tedy též nazvat svalovou silou. Podle toho, zda svaly pracují izometricky, koncentricky nebo excentricky lze silové schopnosti rozdělit na statické a dynamické. Na základě tohoto dělení se určuje i zaměření tréninku a slučují se kondiční a koordinační aspekty silových schopností. Jejich rozvoj zajišťují posilovací cvičení, která se dále liší svým zaměřením – velikostí překonávaného odporu, počtem opakování jednotlivých cviků, pohybovou rychlostí zvoleného druhu cvičení. [Novosad, 2005]

3.1.2 Rychlostní schopnosti

Jde o schopnost zahájit a provést pohyb v co nejkratším čase. Tedy co nejrychleji reagovat na určitý podnět, nebo provést pohyb co nejrychleji. Při takové činnosti vzniká únava, protože je provedena s velkým úsilím a intenzitou a proto může trvat jen krátce – přibližně do 15 sekund. Podle spolupracovníků Martina, Carla a Lehnertze se jedná o schopnost determinovanou úrovní individuálních kondičních a koordinačních předpokladů, řadí ji tedy spíše do skupiny koordinačně-kondičních schopností. [Novosad, 2005]

Rychlostní schopnosti jsou ovlivněny řadou předpokladů, z nichž mezi nejdůležitějšími je svalový, nervový, energetický systém, dále psychika ale i úroveň zvládnutí techniky. [Novosad, 2005]

1.1.1 Vytrvalostní schopnosti

Grosser a Zintl (1994) charakterizují tuto schopnost jako dlouhodobé odolávání zatížení, které vykonává únavu, a to jak psychicky, tak fyzicky; zároveň sem patří i schopnost rychlého zotavení po fyzické zátěži.

Vytrvalost je základní stavební kámen fyzické kondice a je předpokladem pro vykonávání mnoha sportů. Jako ostatní kondiční schopnosti, závisí i vytrvalost na mnoha činitelích, jako je např. ekonomika prováděného pohybu, způsob krytí energetických potřeb, schopnost příjmu O₂, tělesná hmotnost, rozvoj určitého druhu vytrvalosti, potřebný pro určitou činnost.

Vytrvalost je také jako ostatní kondiční schopnosti geneticky podmíněna a to z 60-80%, její rozvoj ovšem není určen v období adolescence jako u síly a rychlosti. Adaptace je možné dosáhnout v jakémkoli věku, pokud docílíme pravidelného pohybu. [Novosad, 2005]

3.2 Koordinační schopnosti

Mezi kondičními a koordinačními schopnostmi existuje velmi úzká spojitost a vše se vzájemně prolíná.

„Koordinační schopnosti představují třídu motorických schopností, které jsou podmíněny především procesy řízení a regulace pohybové činnosti. Představují upevněné a generalizované kvality průběhu těchto procesů. Jsou výkonovými předpoklady pro činnosti charakterizované vysokými nároky na koordinaci" (Zimmermann, Schnabel, Blume, 2002). Zjednodušeně jde o možnosti organismu

k vykonávání přesných a precizních pohybů v měnících se vnějších podmínkách, které jsou podmíněny centrálním řízením a regulací pohybu. [Havel, Hnízdil, 2010]

Jde o složitou strukturu, závislou na mechanismech řízení a regulace pohybu, stavu smyslových a receptorových orgánů a pohybového aparátu. Utvářejí se v průběhu ontogenetického vývoje prostřednictvím rozmanité činnosti v různých oblastech lidského konání a spočívají na vrozených neurofyziologických mechanismech. [Havel, Hnízdil, 2010; Měkota, 2005]

V literatuře se rozlišuje 5-15 podtříd koordinačních schopností, z nichž ve většině je uznáváno následujících 7 – jedná se o schopnost:

- diferenciační
- orientační
- rovnováhovou
- reakční
- rytmickou
- sdružování
- přestavby

[Havel, Hnízdil, 2010; Měkota, 2005]

3.2.1 Vývoj koordinačních schopností

Vývoj koordinačních schopností je nedílnou součástí motorického vývoje a je možné ho rozčlenit do 5 kategorií.

1. fáze – 4 – 11/13 let – lineární vzestup

V této fázi je strmý vzestup pohybové koordinace – zraje nervová soustava a zlepšují se psychofyzické parametry jako je např. koncentrace.

2. fáze – instabilita a nové přizpůsobování

V tomto období se rozvoj koordinačních schopností zpomaluje nebo dojde až k regresy. U dívek nastává o něco dříve – mezi 11/12 – 12/13 let a u chlapců v rozmezí od 12/13 let do 14/15 let. Mění se tělesné proporce a proces řízení motoriky se jim musí přizpůsobit. U dívek pak zvláště hraje roli hormonální vliv a pokles spontánní pohybové aktivity.

3. fáze – plné vyjádření

Opět nastává tato fáze u dívek cca o 2 roky dříve – tedy 12/13 – 16/17 let, u chlapců 14/15 – 18/19 let. Dochází opět k progresu rozvoje schopností, protože se ustálily veškeré tělesné změny. Na konci období jedinec dosahuje svého „koordinačního“ maxima.

4. fáze – relativní udržení úrovně – 16/19 – 30/35 let

V této fázi záleží především na intenzitě a častosti pohybových aktivit, jinak je relativně stálá.

5. fáze – pozvolná a posléze nevratná involuce – od 35 let

Uplatňuje se zde proces stárnutí, nejpatrnější po překročení 60-65 roku života. Klesá elasticita pohybového aparátu, stárnou veškeré orgány a tkáně a plasticita nervových procesů je omezena. Nicméně i regresy motorických schopností je možné pozitivně ovlivnit a zpomalit. [Měkota, 2005]

3.2.2 Diagnostika koordinačních schopností

Diagnostika je značně obtížná kvůli komplexitě koordinačních schopností. Kvůli tomu nemusí vždy daný test postihnout určenou schopnost v celé její úplnosti. Např. u rovnováhového testu se uplatňuje i faktor statické síly a je tedy kondičně podmíněn.

Dalším úskalím je i výběr prvků, které budou v testu obsaženy. Test musí být schopen zvládnout i nejslabší proband, ale zároveň by měl představovat určitý výkonový nárok i pro trénovaného sportovce.

Testování je možné provádět v laboratořích, kde jsou zaručeny jednotné podmínky a k dispozici jsou různé přístroje a technické vybavení. Laboratoře jsou nicméně využívány spíše pro výzkum, nebo pro práci s výkonovými sportovci popř. u osob s poruchami motoriky. Tzv. terénní motorické testy je možné použít v přirozeném prostředí a potřebné zařízení je běžně k sehnání. Bohužel jen málo z těchto testů je plně standardizováno a mnohdy tak slouží jen jako kontrolní cvičení. [Měkota, 2005]

Příklady jednotlivých koordinačních testů, vhodných pro testování rovnováhy jsou uvedeny v kapitole 3.3.

3.2.3 Rovnováhová schopnost

Dle Hirtze jde o „schopnost udržení, popřípadě znovu nabytí, rovnováhy při měnících se vnějších podmínkách; jde o kvalitu řešení motorických úloh na malých podpěrných plochách nebo při velmi labilních rovnovážných okolnostech“. [Havel, Hnízdil, 2010;]

Podobně se ujal charakteristiky i Měkota, který udává, že jde o „schopnost udržovat celé tělo ve stavu rovnováhy, respektive rovnovážný stav obnovovat i při napjatých rovnováhových poměrech a měnlivých podmínkách prostředí. Rovnováha se tedy udržuje jejím permanentním obnovováním“ [Měkota, 2005]

K tomu je nutné dobré fungování nervového systému a pohybového aparátu. Pro rovnováhovou schopnost je stěžejní vestibulární ústrojí, dále pak zrak a propriocepce z plosky nohy. Značnou roli hraje i psychické rozpoložení. Podrobný anatomický popis řízení rovnováhy a další otázky s tím spojené nejsou cílem této práce.

Bližší charakteristika je obsažena v následujících podkategoriích rovnováhových schopností.

3.2.3.1 *Statická rovnováhová schopnost*

Vyznačuje se téměř klidovým zaujetím jakékoli polohy, kdy nedochází ke změně místa.

3.2.3.2 *Dynamická rovnováhová schopnost*

Udržování rovnováhy při pohybu, kdy dochází především k rychlým a rozsáhlým změnám polohy. Umožňuje nám vychylovat těžiště i mimo místo opory. Právě sjezdové lyžování je jedním z příkladu dynamické rovnováhy.[Měkota, 2005; Štumbauer, Vobr, 2007]

3.2.3.3 *Balancování předmětu*

Udržování v rovnováze jiného vnějšího objektu, než je vlastní tělo. Většinou se neobejde bez zrakové kontroly. [Měkota, 2005]

3.3 Testy využívané k měření rovnováhy

3.3.1 Testy statické rovnováhy

3.3.1.1 *Rhombergův test:*

Patří mezi jedny z nejstarších testů pro měření statické rovnováhy. Hodnotí se ve třech odstupňovaných úrovních – stoj o normální bázi, stoj spojný a stoj spojný se zavřenýma očima. Vyhodnocují se klidové postavení, případné titubace nebo úchylky. Používá se k vyhodnocení případné léze vestibulárního systému [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.1.2 *Jarockého test:*

Testuje citlivost vestibulárního aparátu. Test se provádí ve stoju spojném, rychlými otáčivými pohyby hlavou. Měří se čas, po který testovaná osoba udrží rovnováhu. Norma pro zdravého dospělého jedince je 28 sekund, u trénovaných sportovců až 90 sekund [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.1.3 Čapí test:

Testovaná osoba stojí na jedné dolní končetině, druhá je pokrčená opřená a koleno stejné končetiny, ruce jsou v bok. Testovaná osoba si stoupne na špičku – tehdy se začne měřit čas. Čas se zastaví, pokud testovaná osoba neudrží ruce vbok, stejná noha se dotkne patou země, začne vytáčet chodidlo, poskakovat nebo ne-stojná noha změní polohu z opory o koleno. Test probíhá na bosu, z celkem tří měření se vyhodnocuje nejlepší naměřený čas. [Bös, 2001; www.sportital.cz].

	Výborné	Nad průměrné	Průměrné	Pod průměrné	Slabé
Muži	>50 s.	50 - 41 s.	40 - 31 s.	30 - 20 s.	<20 s.
Ženy	>30 s.	30 - 23 s.	22 - 16 s.	15 - 10 s.	<10 s.

Tabulka č.1: Vyhodnocení čapího stoji. [<http://www.sportvital.cz/sport/testy/fitness-testy/obratnost/capi-stoj-test-rovnovahy>]

3.3.1.4 Test rovnováhy – poslepu:

Test se provádí opět na bosu s rukama v bok. Stoj na jedné noze, druhá končetina opřena o koleno stejné končetiny. Testovaná osoba zavře na povel oči a v tuto dobu se začíná měřit čas. Čas se zastaví, pokud testovaná osoba otevře oči, ztratí rovnováhu, neudrží ruce v bok, začne poskakovat nebo ne-stojná noha změní polohu z opory kolena. Měříme tři pokusy, z nichž se zaznamenává nejlepší dosažený čas [Bös, 2001; www.sportital.cz].

Nejlepší čas (s.)	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
Muži-body	20	18	16	14	12	10	8	6	4	3	2	1
Ženy-body						20	17	14	11	8	4	2

Tabulka č.2: Vyhodnocení testu rovnováhy poslepu. [<http://www.sportvital.cz/sport/testy/fitness-testy/obratnost/test-rovnovahy-poslepu/>]

3.3.1.5 Stoj na kladince jednož:

K tomuto testu už jsou zapotřebí některé pomůcky, konkrétně úzká kladinka o šířce 3cm. Testovaná osoba se na kladinku postaví dominantní dolní končetinou, ruce v bok, na povel odlepí druhou nedominantní dolní končetinu od země. Maximální čas je 60s, jinak se čas přeruší při jakýchkoli signálech ztráty rovnováhy. Měří se tři pokusy a ze dvou lepších se počítá průměr. Je důležité, aby všechny osoby měly přibližně stejné obutí nebo byly bosé [Bös, 2001; www.sportvital.cz].

3.3.1.6 „*Plameňák*“ – *Flamingo balance test*:

Tento test se provádí opět na kladince, nestojná dolní končetina je pokrčená a držena stejnostrannou horní končetinou za nárt. Při ztrátě rovnováhy se čas zastaví. Hodnotí se počet pokusů potřebných k setrvání v dané pozici po dobu jedné minuty [Měkota, 2005].

3.3.2 Testy dynamické rovnováhy:

3.3.2.1 *Přechod kladinky – ve tvaru šestiúhelníku*

Jedná se o speciální kladinku ve tvaru šestiúhelníku o rozměrech 55cm x 10cm x 2cm. Testovaná osoba přechází kladinku tak, že na každý segment šestiúhelníku šlápne jednou dolní končetinou. Chodidla zůstávají rovnoběžně s kladinou, jedna cesta se jde popředu, pak zpět pozadu. Celkem tři pokusy, měří se čas nejlepšího pokusu [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.2.2 *Chůze poslepu*:

Testovaná osoba jde se zavřenýma očima po vyznačené čáře, která je dlouhá čtyři metry, a to tak, že se klade jedna noha před druhou. Test by měl probíhat v naprostém tichu. Vyhodnocuje se odchylka trasy testované osoby od vyznačené čáry. Vyhodnocení je subjektivní, nejsou stanoveny normy pro výsledky [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.2.3 *Skoky jednož vzad*:

Testovaná osoba dá ruce v bok, postaví se na jednu dolní končetinu a skáče vzad. Skáče se do ztráty rovnováhy a počítá se nejvyšší dosažený počet správně provedených skoků [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.2.4 *Chůze na válci*:

Chůze po válci o průměru přibližně 13 cm s cílem pohybovat se i s válcem vpřed. Časový limit 60s, hodnotí se uražená trasa bez pádu nebo jiných známek ztráty rovnováhy [Bös, 2001; www.sportital.cz].

3.3.3 Laboratorní/přístrojové měření rovnováhy

Přístrojovým měřením rovnováhy se zabývá posturografie, která hodnotí míru a charakter posturální rovnováhy za statických i dynamických podmínek. Podle toho se jedná buď o stabilometrii nebo dynamickou posturografii.

Testování na stabilometrických přístrojích se provádí většinou v laboratořích, zejména kvůli nepřenositelnosti těchto přístrojů. V současné době díky technologickému pokroku existují ovšem i novější a lépe přenositelné přístroje, které je pak možné použít i mimo laboratoř [<http://cs.wikipedia.org/wiki/Posturografie>].

3.3.3.1 *Stabilometrie:*

Zjednodušeně se jedná o objektivizaci Rhombergovi zkoušky (viz výše) a je založena na principu měření výkyvů souřadnic centra opěrných sil - COP. Výsledky jsou vyhodnoceny zpravidla graficky i numericky, což usnadňuje vyhodnocování, porovnávání a uchovávání výsledků [<http://cs.wikipedia.org/wiki/Posturografie>].

Dynamická posturografie: je složitější metodou objektivního měření posturální rovnováhy. Ke kvantifikaci využívá adaptivních mechanismů CNS, které se účastní regulace postoje a rovnováhy za přirozených i nefyziologických podmínek. Patří sem smyslové vstupy, jako zrak, propiocepce a informace z vestibulárního aparátu, dále centrální zpracování a motorická odpověď.

Je vhodná jak pro diagnostiku, tak i pro následnou terapii. Přístroje dynamické posturografie umožňují rozlišení vestibulární, vizuální a somatosensorické léze u poruch rovnováhy a diferenciaci mezi abnormalitou v periferním sensorickém a centrálním nervovým systémem posturální kontroly. Je též možná diferenciacie sensorické a motorické složky posturální instability u neurologických onemocnění. Vyšetření tak poskytuje komplementární informaci k ostatním testům vestibulární funkce [Pang, 2011; <http://cs.wikipedia.org/wiki/Posturografie>].

Některé přístroje pro měření rovnováhy:

- Stabilometr: jedná se o nejběžnější a nejjednodušší přístroj pro měření rovnováhy. Je to pevná čtvercová deska připevněná v rozích na čtyři přesné elektronické váhy. Detekuje působíště výsledné kontaktní síly – COP (center of pressure). Nevýhodou je, že umí měřit pouze vertikální složku síly, což je tíha [Otáhal].
- Kistler: Pevná čtvercová deska připevněná v rozích na čtyři piezoelektrické triaxiální snímače. Na rozdíl od ostatních stabilometrů umí přímo změřit trojrozměrný vektor působící síly. Je vysoce citlivý a rychlý [Otáhal].
- Tetrax: má podobu dvou desek s dvěma váhami – pata / špička a závisí na sevřeném úhlu. Neměří tak COP, ale COG (Center of gravity). Je vhodný

především pro měření disbalancí v zatížení pata x špička. Hodnocení je založené na frekvenční analýze [Otáhal].

- Wii Fit Balance Board: jedná se o bezdrátovou podložku od firmy Nintendo s několika senzory tlaku schopnou měřit místa zatížení. Dokáže změřit rozložení váhy, spočítat celkovou váhu a také centrum těžiště vyšetřovaného. V podstatě se jedná o desku na principu klasického stabilometru v moderním provedení a s bezdrátovým připojením ke konzole. Deska má prvořadě funkci ovládače videoher, přesto se však osvědčila i ve funkci měření statické rovnováhy. Deska byla testována na platnost a spolehlivost výsledků s cílem získat objektivizační přístroj, který by byl snadno přenosný, cenově dostupný s širokým spektrem použití. Byl tak porovnán ve čtyřech testovacích disciplínách (stoj, stoj na jedné DK, s otevřenýma/zavřenýma očima) s pevným stabilometrem a výborně uspěl [Clark, 2010].
- Biodex Balance System: je jednoduchý a účinný přístroj pro testování a nácvik rovnováhy. Dokáže rozlišit zatížení mezi pravou a levou končetinou [<http://www.fysiomed.cz/produkty/diagnostika/stabilometrie>].
- S3 check: je patentovaný a vědecký uznávaný přístroj v podobě kulové úseče. Dokáže měřit statickou rovnováhu, senzomotorickou schopnost regulace a funkční svalové asymetrie. Naměřené hodnoty rovnovážných schopností jsou vyhodnocovány vždy k poměru se standardizovanou normou. Kromě diagnostické funkce má i terapeutický modul v podobě různých cvičení na podporu rozvoje rovnovážných schopností a jemné motoriky. Jeho velkou předností je kompaktnost, snadná přenositelnost a tedy i použitelnost téměř v jakémkoli prostředí. [<http://www.teamobernberger.at/regenerationscenter/diagnostikgerte/mfts3.htm>]
- Existuje další řada podobných přístrojů, u nich už ale spíše převyšuje terapeutická funkce nad diagnostickou. Jsou jimi např. Balance Top, Key Ball, balanční plošina SIGMA a podobně [<http://www.c-free.de/>].

3.4 Rozvoj koordinačních schopností ve sjezdovém lyžování

Lyžař je neustále nucen přizpůsobovat se vnějším podmínkám od profilu sjezdové tratě, přes typ sněhu po viditelnost a klimatické podmínky, což by mělo být bráno v potaz i při skladbě tréninku. Koordinační trénink se proto u juniorských závodníků zařazuje už kolem 6. roku života.

3.4.1 Zásady koordinačního tréninku

- zařazení na začátek před kondiční jednotku
- opakované řešení koordinačně náročných úkolů
- nové podněty a nové situace a různé podmínky, použití různých pomůcek a náčiní, aby nedošlo k přivyknutí na jednotvárný, ač labilní terén
- postupovat podle didaktických zásad

Při tréninku koordinace je nejdůležitější dosáhnout co nejvyšší úrovně pohybové dovednosti a ovládnout co nejvíce druhů pohybu. Součástí je i opravování chyb a jejich následný rozbor – např. pomocí videa. [Havel, Hnízdil, 2010]

3.4.2 Přehled cviků, zaměřených na různé aspekty tréninku koordinačních schopností v alpském lyžování

- 1. Koordinační schopnosti
 - Běžecská abeceda (lifting, skipink, odpichy, předkopávání, zakopávání, klus, běh s vysoko zvedanými koleny, chůze po patách, křížení nohou, cross step, úkroky, sprinty, běhy se změnou směru atd.)
 - Různé skokové variace (skoky snožmo, po jedné noze, přes překážky, skoky se změnou délky kroku, skoky vzad, skoky stranou, skoky do rytmu atd.)
 - Překážkové dráhy s žíněnkami, kozami, švédskými bednami, trampolínami, kužely apod.
 - Cvičení postřehu, na zrakovou reakci, na koncentraci
 - Všechna základní gymnastická cvičení (kotouly, hvězdy, stoje na hlavě, stoje na rukou, přemety stranou, přemety vpřed, podpory, visy, kmity atd.)
 - Různé sporty a míčové hry (bruslení, in-line,)
- 2. specifická cvičení
 - Různé druhy chůze na vyvýšených prvcích (lano, kladina, slek-line)
 - Provádění podobných pohybu jako při sjezdovém lyžování s kombinací s balančními prvky
 - Trénink na in-line bruslích [Havel, Hnízdil, 2010]

3.5 Rovnováhová schopnost versus sjezdové lyžování

Experimentů a studií, které se věnují vlivu rovnováhové schopnosti (a motorických schopností vůbec) na sjezdové lyžování – na výkon, technické provedení, odolávání vnějším silám a podobně – není mnoho. Nejčastěji je rovnováhová schopnost v tomto sportu spojována s preventivním působením proti případnému zranění, jak již bylo uvedeno v kapitole 2.4 Zdravotní rizika.

Právě jedním z těchto mála příkladů je studie Cigrovského (2009). Cigrovski zkoumal vztah mezi rovnováhovou schopností a schopností naučit se lyžovat - v rámci rekreačního lyžování. Bylo jednoznačně zjištěno, že jedinci, kteří dosáhli v rovnovážných testech lepších výsledků, byli zároveň úspěšnější v osvojení si lyžařských dovedností a následně dosahovali i lepšího technického provedení v rámci pěti sledovaných disciplín (jízda šikmo svahem, oblouk ze spádnice, pluhový oblouk, paralelní oblouk, krátký oblouk). Podobné zjištění udělal svým výzkumem i Malliou (2004), v jehož experimentu dosáhla skupina rekreačních lyžařů, kteří oproti kontrolní skupině měli pravidelný trénink na balančních pomůckách, lepších výsledků při obratnostním testu ve slalomu [Cigrovski, 2009, 2012; Malliou, 2004].

Turjaka (2010) se zaměřil na souvislost mezi úspěšností v závodním lyžování a splněním různých motoricky zaměřených úkolů. Výsledky z tohoto experimentu ukázaly, že soubor všech zkoumaných motoricky zaměřených testů pozitivně ovlivňuje úspěšnost v závodu. Jednotlivá analýza každého jednoho testu však v rámci statistických kritérií neuspěla [Turjaka, 2010].

Krátkou zmínku o sjezdovém lyžování v kontextu rovnováhových schopností věnuje ve své průřezové studii Hrysomallis (2011). Zmiňuje, že zařazením tréninku rovnováhových schopností mezi aktivity určené pro rekreační sportovce a studenty sportovních škol, dochází ke zlepšení ve skoku vysokém, hbitosti, člunkovém běhu a ve sjezdovém lyžování. I on potvrzuje nedostatečnost studií objasňující vliv rovnováhových schopností na sportovní výkon a zároveň konstatuje, že při skladbě kondičních programů, které jsou pro většinu sportovců multifaktoriálně zaměřeny, je těžké určit, která část tréninku má podíl na celkovém výkonu.

Dále udává, že vztah rovnováhové schopnosti a rizika zranění ve sportu byl jednoznačně objasněn, těžší je určit vzájemné propojení rovnováhové schopnosti se sportovním výkonem. Důležitost rovnováhové schopnosti ve sportech jako gymnastika, střelba a lední hokej je zřejmý, ale vztah výkonu v mnoha sportech a motorických schopností nebyl zcela objasněn [Hrysomallis, 2011].



Obr. č. 6: Šárka Záhrobská – ukázka tréninku rovnováhových schopností s využitím „Slack line“ a propriometu (<http://www.ahaonline.cz/clanek/sport/77376/sarka-zahrobska-se-skvele-zotavuje-po-operaci-mozku-uz-zase-jezdi.html> [cit.2013-03-16])

4 Metodika práce

Během zimní sezóny 2012/2013 proběhla měření rovnováhových schopností u dvou skupin, lyžařů a nelyžařů. Skupinu lyžařů tvořili účastníci instruktorského kurzu Apul „C“, který se konal od 7.12 do 16.12. 2012. K měření byl vybrán standardizovaný test pro měření statické rovnováhy a přístroj GymTop USB. Měření bylo rozděleno do dvou fází a to před zahájením lyžařského kurzu Apul „C“ a po jeho ukončení. Výsledky byly statisticky zpracovány s ohledem na věcnou významnost.

4.1 Cíle práce a přesné určení řešené otázky

Cílem práce bylo, na základě studia dostupné literatury, stručně charakterizovat sjezdové lyžování od jeho vzniku přes biomechaniku a fyziologické nároky na lyžaře až po charakteristiku jednotlivých disciplín. Zároveň charakterizovat motorické schopnosti jako celek a zaměřit se na hlavní sledovaný faktor: ROVNOVÁHOVÁ SCHOPNOST. To vedlo k nastínění vzájemného vztahu mezi sjezdovým lyžováním a rovnováhovou schopností.

Stěžejním cílem práce bylo provedení experimentu na dvou skupinách probandů, přičemž jednu skupinu zastupovali lyžaři z řad budoucích instruktorů lyžování a druhou, kontrolní skupinu, náhodně vybraní probandi z řad rekreačních sportovců až úplných nesportovců. Cílem experimentu bylo otestovat, jaký vliv má sjezdové lyžování na rovnováhu a zda pouhý týden intenzivního lyžování může zlepšit výsledky rovnováhových testů. Výsledky experimentální skupiny byly porovnány s výsledky skupiny kontrolní.

4.2 Úkoly práce

- provést rešerši literatury k tématům: sjezdové lyžování, motorické schopnosti, rovnováhová schopnost, GymTop USB, rovnováha, balanc, testování rovnováhových schopností
- sumarizovat nasbírané informace
- popsat test pro měření rovnováhy, který byl pro experiment použit, a přístroj GymTop USB professional
- sestavit výzkumnou a kontrolní skupinu pro experiment
- uskutečnit experiment
- provést vyhodnocení
- veškeré poznatky shrnout v závěru

4.3 Hypotézy

Na základě výše provedené rešerše a vlastních zkušeností předpokládám, že:

- Sjezdové lyžování pozitivně ovlivní rovnováhovou schopnost již po jednom týdnu intenzivního lyžování v rámci hodnocení přístrojem GymTop USB Professional
- Lyžaři mají lepší rovnováhové schopnosti než nelyžaři – nesportovci na základě měření přístrojem GymTop USB Professional

4.4 Výzkumné metody a postup řešení

4.4.1 Výzkumný plán

Měření rovnováhy lyžařů a nelyžařů. Použit byl GymTop USB professional, Čapí stoj – standardizovaný test pro měření statické rovnováhy.

4.4.2 Charakteristika experimentálních skupin

Lyžaři: jedná se o účastníky instruktorského kurzu Apul „C“ ve věkové kategorii 20-28 let. Kurz Apul „C“ (konaný v termínu od 7.12. do 16.12. 2012) obnášel 8 lyžařských dní po 5 hodinách lyžování denně. Obsahem bylo jak volné ježdění, tak nácvik základních lyžařských dovedností jako cvičení na seznámení s výstrojí, jízda po spádnicí, jízda v pluhových obloucích, jízda oblouky přivratem vyšší lyží a paralelní oblouky, přičemž důraz byl dbán především na správné technické provedení, lyžařský postoj a správné načasování pohybu. Z celkového počtu 66 účastníků bylo pro experiment vylosováno celkem 10 probandů, z toho 7 mužů a 3 ženy. Celý kurz se konal ve Špindlerově Mlýně, účastníci experimentu byli tedy vystaveni podmínkám v nadmořské výšce 702 m.n.m. - 1235 m.n.m. Obě měření proběhla mezi 16 a 20 hodinou. Nelyžaři: skupina stejného věkového rozmezí jako skupina lyžařů. Jednalo se o náhodně vybrané rekreační sportovce až úplné nesportovce; mezi prvním a druhým měřením nevykonávali žádný lyžařský sport. Skupina sčítala celkem 10 probandů, z toho 7 dívek a 3 chlapce.

Každou skupinu tvořilo celkem 10 probandů, přičemž na pohlaví nebyl brán zřetel. Z dosavadních výzkumů totiž nejsou známy rozdíly mezi muži a ženami v podobném experimentu. Společným kritériem pro obě testované skupiny byl dobrý zdravotní stav s vyloučením interních i neurologických poruch a akutních poruch lokalizovaných do pohybového systému. Případné úrazy v oblasti pohybového aparátu, zvláště pak dolních končetin, nesmí být mladší než jeden rok.

4.4.3 Způsob měření

Měření probíhalo před prvním lyžařským dnem kurzu a druhé ke konci kurzu - po 5 lyžařských dnech. U kontrolní skupiny byl mezi měřeními dodržen interval 5 dnů, během nichž nebyl vykonáván žádný lyžařský sport.

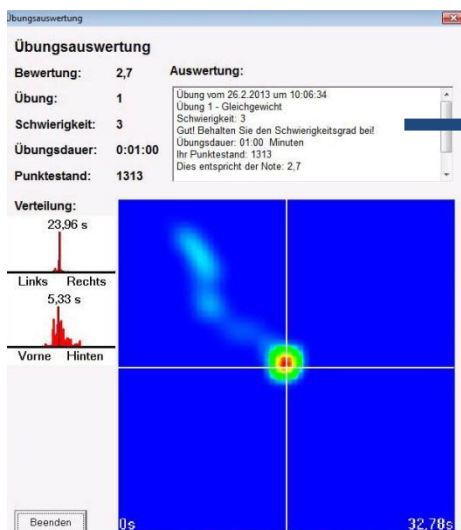
4.4.3.1 *GymTop USB professional*

Gym top USB je terapeutický přístroj, který se používá především k ovlivnění koordinačních a rovnováhových poruch a funkčních poruch svalů. Jedná se o kulovou úseč, která je pomocí USB konektoru snadno připojitelná k jakémukoli počítači. Pomocí nainstalovaného systému si tak uživatel může volit mezi jednotlivými programy, které rozvíjí jak translatorní tak i rotační pohyby. Po každém úkolu následuje i jeho vyhodnocení přístrojem. Pacient během provádění jednotlivých úkolů nereaguje pouze na změnu polohy, ale naopak musí sám aktivně a plánovaně polohu měnit a zároveň udržovat rovnováhu.



Obr. č. 7: GymTop USB (Gebrauchsanweisung D GymTop USB Therapiekreisel Professional)

Verze professional nabízí celkem 13 „tréninků“ a 2 herní moduly. V rámci těchto programů, je vždy možné nastavit čas a stupeň obtížnosti jednotlivých úkolů. Vyhodnocení pak spočívá jak v textové úpravě – počet dosažení bodů, známkové ohodnocení (německý školní známkovací systém 1-6, kdy 1 je nejlepší a 6 nejhorší) a doporučení pokračovat další obtížností, nebo naopak navrácením se o stupeň zpět – tak i v grafickém znázornění průběhu pohybu. Bodové hodnocení je specifické pro každý jednotlivý úkol a stupeň obtížnosti.



Auswertung:

Übung vom 26.2.2013 um 10:06:34
 Übung 1 - Gleichgewicht
 Schwierigkeit: 3
 Gut! Behalten Sie den Schwierigkeitsgrad bei!
 Übungsdauer: 01:00 Minuten
 Ihr Punktestand: 1313
 Dies entspricht der Note: 2,7

Obr.č. 8: Příklad vyhodnocení přístrojem GymTop USB po ukončení úkolu (obrázek zkušebního pokusu - přímo ze softwaru přístroje)

Cílem každého úkolu je dovést virtuální kuličku pomocí balancování na plošině z místa A do místa B. Kulička se tak pohybuje např. po spirále, osmičce, nebo náhodně vybrané trase během plnění úkolu. Potíž je v tom, že body jsou udělovány vždy za uražení kuličky z místa A do B, tedy pokud proband urazí $2a \frac{3}{4}$ vzdálenosti A a B získá stejný počet bodů jako proband, který urazí pouze 2 vzdálenosti A a B. Pro účel měření rovnováhy u lyžařů a nelyžařů připadal proto v úvahu jediný test nazvaný „rovnováha“. Cílem testu je dovést kuličku (zobrazenou na monitoru PC) do středu čtvercového terče. Viz obr. č. 7 a po dobu stanoveného času (pro účely tohoto experimentu po dobu 1 minuty) udržet kuličku ve středu terče.



Obr. č. 9: Úkol č.1 „Rovnováha“ přístroje GymTop použit pro testování probandů (obrázek z kopírován přímo ze spuštěného programu)

Test rovnováhy na Gym Top USB professional:

- čas: 1 minuta
- obtížnost: 3 level (z 10) – zvoleno s ohledem na univerzální použití i pro skupinu nelyžařů, u které je dle stanovené hypotézy předpokládáno, že bude mít slabší rovnováhové schopnosti
- počet opakování: stejný test se opakoval celkem 3x. První pokus byl chápán jako zkušební pro seznámení s plošinou a testovacím úkolem. Pokud probandovi bylo po posledním měření doporučeno – dle vyhodnocení přístrojem – postoupit o level výše, bylo provedeno i 4. jednominutové měření ve stupni obtížnosti 4. Tento postup byl zvolen vzhledem k tomu, že počet dosažených bodů je vždy limitován časem 1 minuty, proto existuje hranice bodů, kterou nelze překročit. Pokud by této hranice bylo dosaženo v rámci prvního měření před začátkem kurzu, byl by znemožněn další pokrok ve druhém měření. Z toho důvodu bylo provedeno jedno měření v levelu č. 4, za předpokladu, že byla splněna výše uvedená podmínka.
- Zásady testování: testování proběhlo na boso, ruce volně podél těla; před samotným spuštěním testu byl proband vyzván k provedení základních pohybů na plošině – předozadní pohyb, stranový pohyb a pohyb v diagonálách. Toto cvičení bylo chápáno jako seznámení s plošinou a přivyknutí na ni. Mezi jednotlivými jednominutovými testy byla vždy půl minutová pauza – proband sestoupil z plošiny a prošlapal se na místě s cílem uvolnění svalů.

4.4.3.2 *Čapí test rovnováhy (Standing stork test)*

Měří schopnost statické rovnováhy. Provedení je na boso, s rukama v bok. Chodidlo jedné nohy se opře o vnitřní stranu kolenního kloubu stejné nohy. Proband zvedne patu stejné končetiny (stoj na špičce) – v tu chvíli se začíná měřit čas. Pokud v jakýkoliv moment neudržíte ruce v bok, stojná noha se dotkne patou země, začnete vytáčet chodidlo, poskakovat nebo ne-stojná noha změní polohu z opory kolena – test je zastaven. Počítá se nejlepší čas ze tří pokusů. Testuje se pravá i levá dolní končetina.

Vyhodnocení

Nejlepší dosažený čas se vyhodnocuje na základě následující tabulky.

	Výborné	Nad průměrné	Průměrné	Pod průměrné	Slabé
Muži	>50 s.	50 - 41 s.	40 - 31 s.	30 - 20 s.	<20 s.
Ženy	>30 s.	30 - 23 s.	22 - 16 s.	15 - 10 s.	<10 s.

Tabulka č.1: Vyhodnocení čapího stoje.

(<http://www.sportvital.cz/sport/testy/fitness-testy/obratnost/capi-stoj-test-rovnovahy>)

V lyžování se uplatňuje zejména dynamická rovnováha, proto by bylo vhodnější použít nějaký z testů pro měření dynamické rovnováhy. K takovému výběru vede i fakt, že lyžaři kvůli rigidní obuvi nemusí mít vyvinutou jemnou funkci nohy a tudíž mnou zvolený test pro měření statické rovnováhy (Čapí test), nemusí být signifikantní. Na druhou stranu rovnováhová schopnost má sice 2 složky – statickou a dynamickou – avšak neodmyslitelně se doplňují. Na všechna tato fakta bude brán při vyhodnocování zřetel a při měření bude použit možná méně vhodnější test pro měření statické rovnováhy – Čapí test, který byl zvolen s ohledem na „terénní“ podmínky, ve kterých bude měření probíhat. Testy pro hodnocení dynamické rovnováhy vyžadují buď použití speciálního nářadí např. kladinka ve tvaru šestiúhelníku nebo jejich hodnocení není objektivní – neexistuje srovnávací tabulka.



Obr.č.10: Čapí test (<http://www.topendsports.com/testing/tests/balance-stork.htm>)

4.5 Analýza dat

Výsledky byly statisticky zpracovány s ohledem na věcnou významnost. Pro výpočet byl použit T-test.

Vyhodnocení dat z GymTop USB: U každého probanda byl z hodnot naměřených v levelu 3 vypočítán aritmetický průměr. Z těchto hodnot byl dále vypočítán T-test a to následovně:

- a) v rámci skupiny lyžařů – Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu mezi prvním a druhým měřením
- b) v rámci skupiny nelyžařů – Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu mezi prvním a druhým měřením
- c) v rámci prvního měření mezi skupinou Lyžaři a skupinou Nelyžaři – Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů
- d) v rámci druhého měření mezi skupinou Lyžaři a skupinou Nelyžaři – Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů

Vyhodnocení čapího testu: z nejlepších dosažených časů všech probandů jedné skupiny byl vypočítán průměr, který byl následně vyhodnocen podle tabulky (viz 4.4.3.2 čapí test rovnováhy). Tento výsledek byl zároveň porovnán s kontrolní skupinou nelyžařů. Protože během provádění experimentu byla zvolena přísnější kritéria (viz diskuze), byl zároveň proveden dvouvýběrový T-test s nerovností rozptylů pro porovnání nejlepších výsledků dosažených ve 2. měření mezi Lyžaři a Nelyžaři pro pravou a levou dolní končetinu.

Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional - Skupina LYŽAŘI

Proband č.		1.měření	2. měření	Proband č.		1. měření	2. měření
1	Level 3 - 1.měření	2124	2136	6	Level 3 - 1.měření	1387	1986
	Level 3 - 2.měření	2227	2161		Level 3 - 2.měření	2074	2126
	Level 3 - 3.měření	2231	2154		Level 3 - 3.měření	2057	2156
	Level 4 - 1.měření	2248	2085		Level 4 - 1.měření	1980	2050
	*Průměr	2194	2150,3333		*Průměr	1839,333	2089,333
2	Level 3 - 1.měření	1785	1969	7	Level 3 - 1.měření	1772	2062
	Level 3 - 2.měření	1977	2149		Level 3 - 2.měření	2107	2058
	Level 3 - 3.měření	1815	2071		Level 3 - 3.měření	2063	2130
	Level 4 - 1.měření	1615	1713		Level 4 - 1.měření	1879	2233
	*Průměr	1859	2063		*Průměr	1980,667	2083,333
3	Level 3 - 1.měření	1348	1867	8	Level 3 - 1.měření	2064	2117
	Level 3 - 2.měření	1742	2010		Level 3 - 2.měření	1990	2160
	Level 3 - 3.měření	1946	2114		Level 3 - 3.měření	1932	2129
	Level 4 - 1.měření	1926	2126		Level 4 - 1.měření	2128	2231
	*Průměr	1678,667	1997		*Průměr	1995,333	2135,333
4	Level 3 - 1.měření	26	912	9	Level 3 - 1.měření	1809	1886
	Level 3 - 2.měření	982	1417		Level 3 - 2.měření	2009	2000
	Level 3 - 3.měření	1436	1707		Level 3 - 3.měření	1863	1941
	Level 4 - 1.měření				Level 4 - 1.měření	1811	1979
	*Průměr	814,6667	1345,3333		*Průměr	1893,667	1942,333
5	Level 3 - 1.měření	1652	1582	10	Level 3 - 1.měření	1123	1285
	Level 3 - 2.měření	1729	2045		Level 3 - 2.měření	1875	1961
	Level 3 - 3.měření	2069	1987		Level 3 - 3.měření	1983	2124
	Level 4 - 1.měření	1918	1940		Level 4 - 1.měření	1632	2046
Průměr	*Průměr	1816,667	1871,3333		*Průměr	1660,333	1790
* Průměrná hodnota z měření 1-3, tedy hodnoty z levelu 4 nejsou zahrnuty							
Pozn. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v bodech – dle hodnocení přístroje GymTop							

Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional - Skupina LYŽAŘI

Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional - Skupina

NELYŽAŘI

Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional - Skupina NELYŽAŘI							
Proband č.		1- měření	2. měření	Proband č.		1- měření	2. měření
1	Level 3 - 1.měření	1043	1314	6	Level 3 - 1.měření	1307	1412
	Level 3 - 2.měření	1727	1886		Level 3 - 2.měření	1772	1584
	Level 3 - 3.měření	1767	1752		Level 3 - 3.měření	1811	1681
	Level 4 - 1.měření	1670	1547		Level 4 - 1.měření	1744	1522
	*Průměr	1551,75	1624,75		*Průměr	1658,5	1549,75
2	Level 3 - 1.měření	1386	1342	7	Level 3 - 1.měření	1092	1510
	Level 3 - 2.měření	1794	1791		Level 3 - 2.měření	1642	1792
	Level 3 - 3.měření	1753	1614		Level 3 - 3.měření	1743	1768
	Level 4 - 1.měření	1667	1634		Level 4 - 1.měření	1737	1806
	*Průměr	1650	1595,25		*Průměr	1553,5	1719
3	Level 3 - 1.měření	1814	1833	8	Level 3 - 1.měření	1636	1447
	Level 3 - 2.měření	1786	1766		Level 3 - 2.měření	1710	1760
	Level 3 - 3.měření	1965	1978		Level 3 - 3.měření	1846	1792
	Level 4 - 1.měření	1791	1949		Level 4 - 1.měření	1828	1775
	*Průměr	1839	1881,5		*Průměr	1755	1693,5
4	Level 3 - 1.měření	1241	1678	9	Level 3 - 1.měření	1451	1612
	Level 3 - 2.měření	1698	1635		Level 3 - 2.měření	1628	1375
	Level 3 - 3.měření	1893	1898		Level 3 - 3.měření	1456	1648
	Level 4 - 1.měření	1865	1805		Level 4 - 1.měření		1166
	*Průměr	1674,25	1754		*Průměr	1511,667	1450,25
5	Level 3 - 1.měření	1528	1847	10	Level 3 - 1.měření	1245	1313
	Level 3 - 2.měření	1912	1794		Level 3 - 2.měření	1305	1318
	Level 3 - 3.měření	1797	1740		Level 3 - 3.měření	1515	1417
	Level 4 - 1.měření	1836	1806		Level 4 - 1.měření		
Průměr	*Průměr	1768,25	1796,75		*Průměr	1355	1349,333

* Průměrná hodnota z měření 1-3, tedy hodnoty z levelu 4 nejsou zahrnuty

Pozn. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v bodech – dle hodnocení přístroje GymTop

Tabulka č. 4: Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional – Skupina NELYŽAŘI

Analýza dat naměřených přístrojem GymTop USB Professional			
Skupina: Lyžaři			
1. měření		2. měření	
Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem	Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB/uvedeno v bodech přidělených přístrojem
1	2194	1	2150,33
2	1859	2	2063
3	1678,67	3	1997
4	814,67	4	1345,33
5	1816,67	5	1871,33
6	1839,33	6	2089,33
7	1980,67	7	2083,33
8	1995,33	8	2135,33
9	1893,67	9	1942,33
10	1660,33	10	1790
Aritmetický průměr	1773,234	Aritmetický průměr	1946,731
Směrodatná odchylka	351,8594838	Směrodatná odchylka	228,9134768

Tabulka č. 5: Analýza dat - skupina LYŽAŘI

Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: LYŽAŘI		
Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodnota	1773,234	1946,731
Rozptyl	137561,2182	58223,75541
Pozorování	10	10
Pears. korelace	0,944691617	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	9	
t Stat	-3,357979203	
P(T<=t) (1)	0,004208068	
t krit (1)	1,833112933	
P(T<=t) (2)	0,008416137	
t krit (2)	2,262157163	

Tabulka č. 6: Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: LYŽAŘI

Analýza dat, naměřených přístrojem GymTop USB Professional			
Skupina: Nelyžaři			
1. měření		2. měření	
Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem	Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem
1	1551,75	1	1624,75
2	1650	2	1595,25
3	1839	3	1881,5
4	1674,25	4	1754
5	1768,25	5	1796,75
6	1658,5	6	1549,75
7	1553,5	7	1719
8	1755	8	1693,5
9	1511,67	9	1450,25
10	1355	10	1349,33
Aritmetický průměr	1631,692	Aritmetický průměr	1641,408
Směrodatná odchylka	135,3377434	Směrodatná odchylka	153,5729588

Tabulka č. 7: Analýza dat - skupina NELYŽAŘI

Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: NELYŽAŘI		
Dvouvýběrový párový t-test na střední hodnotu		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodnota	1631,692	1641,408
Rozptyl	20351,44975	26205,17075
Pozorování	10	10
Pears. korelace	0,856045784	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	9	
t Stat	-0,366751064	
P(T<=t) (1)	0,361139541	
t krit (1)	1,833112933	
P(T<=t) (2)	0,722279083	
t krit (2)	2,262157163	

Tabulka č. 8: Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: NELYŽAŘI

Analýza dat naměřených přístrojem Gym Top USB Professional			
Skupina: Lyžaři vs. Nelyžaři - 1. měření			
1. měření lyžaři		1. měření nelyžaři	
Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem	Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem
1	2194	1	1551,75
2	1859	2	1650
3	1678,67	3	1839
4	814,67	4	1674,25
5	1816,67	5	1768,25
6	1839,33	6	1658,5
7	1980,67	7	1553,5
8	1995,33	8	1755
9	1893,67	9	1511,67
10	1660,33	10	1355
Aritmetický průměr	1773,234	Aritmetický průměr	1631,692
Směrodatná odchylka	351,8594838	Směrodatná odchylka	135,3377434

Tabulka č.9: Porovnání výsledků Lyžaři vs. Nelyžaři - 1. měření

Dvouvýběrový T-test - porovnání 1. měření u skupiny: LYŽAŘI x NELYŽAŘI		
Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodnota	1773,234	1631,692
Rozptyl	137561,2182	20351,44975
Pozorování	10	10
Společný rozptyl	78956,33397	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	18	
t Stat	1,126359023	
P(T<=t) (1)	0,137403452	
t krit (1)	1,734063607	
P(T<=t) (2)	0,274806904	
t krit (2)	2,10092204	

Tabulka č.10: Dvouvýběrový T-test - porovnání 1. měření u skupiny:

LYŽAŘI x NELYŽAŘI

Analýza dat naměřených přístrojem Gym Top USB Professional			
Skupina: Lyžaři vs. Nelyžaři - 2. měření			
2. měření lyžaři		2.měření nelyžaři	
Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem	Proband č.	Průměrná naměřená hodnota přístrojem GymTop USB /uvedeno v bodech přidělených přístrojem
1	2150,33	1	1624,75
2	2063	2	1595,25
3	1997	3	1881,5
4	1345,33	4	1754
5	1871,33	5	1796,75
6	2089,33	6	1549,75
7	2083,33	7	1719
8	2135,33	8	1693,5
9	1942,33	9	1450,25
10	1790	10	1349,33
Aritmetický průměr	1946,731	Aritmetický průměr	1641,408
Směrodatná odchylka	228,9134768	Směrodatná odchylka	153,5729588

Tabulka č.11: Porovnání výsledků Lyžaři vs. Nelyžaři - 2. měření

Dvouvýběrový T-test - porovnání 1. měření u skupiny: LYŽAŘI x NELYŽAŘI		
Dvouvýběrový t-test s rovností rozptylů		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodnota	1946,731	1641,408
Rozptyl	58223,75541	26205,17075
Pozorování	10	10
Společný rozptyl	42214,46308	
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	18	
t Stat	3,322874112	
P(T<=t) (1)	0,001892598	
t krit (1)	1,734063607	
P(T<=t) (2)	0,003785196	
t krit (2)	2,10092204	

Tabulka č.12: Dvouvýběrový T-test - porovnání 2. měření u skupiny:

LYŽAŘI x NELYŽAŘI

Čapí test - 1. měření - skupina: LYŽAŘI			Čapí test - 2. měření - skupina: LYŽAŘI		
	Pravá noha/nelepší čas v sekundách	Levá noha/nelepší čas v sekundách		Pravá noha/nelepší čas v sekundách	Levá noha/nelepší čas v sekundách
Proband č. 1	12,41	8,94	Proband č. 1	18,02	11,93
Proband č. 2	2,09	3,59	Proband č. 2	5,2	12,13
Proband č. 3	3,58	2,17	Proband č. 3	6,27	2,09
Proband č. 4	5,13	4,31	Proband č. 4	2,69	3,57
Proband č. 5	14,04	3,62	Proband č. 5	8,98	15,47
Proband č. 6	2,28	4,8	Proband č. 6	2,23	1,63
Proband č. 7	8,31	7,98	Proband č. 7	2,82	7,08
Proband č. 8	5,2	8,13	Proband č. 8	5,01	3,69
Proband č. 9	2,46	2,45	Proband č. 9	3,39	3,65
Proband č. 10	4,03	1,87	Proband č. 10	4,82	8,92
Průměr	5,953	4,786	Průměr	5,943	7,016

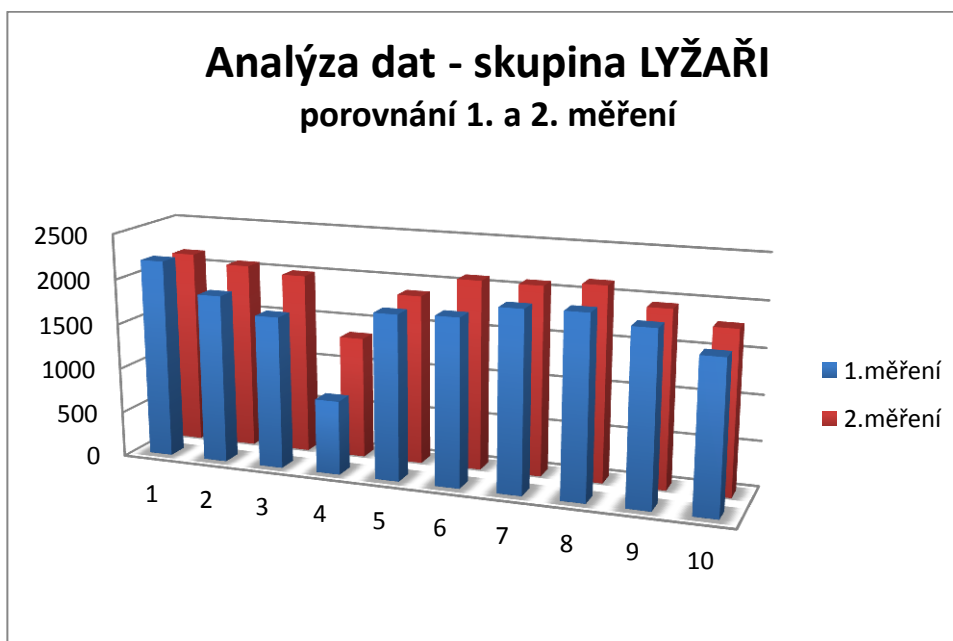
Tabulka č.13: Nejlepší naměřené časy v sekundách u Čapího testu pro skupinu LYŽAŘI - záznam 1. a 2. měření

Čapí test - 1. měření - skupina: NELYŽAŘI			Čapí test - 2. měření - skupina: NELYŽAŘI		
	Pravá noha/nelepší čas v sekundách	Levá noha/nelepší čas v sekundách		Pravá noha/nelepší čas v sekundách	Levá noha/nelepší čas v sekundách
Proband č. 1	3,8	2,6	Proband č. 1	3,7	2,4
Proband č. 2	2,2	1,6	Proband č. 2	1,6	1,3
Proband č. 3	2,7	1,5	Proband č. 3	2,8	1,7
Proband č. 4	2	1,7	Proband č. 4	2,6	2,4
Proband č. 5	2,9	2,5	Proband č. 5	2,3	3
Proband č. 6	2,6	1,7	Proband č. 6	2,8	1,3
Proband č. 7	3,1	2,6	Proband č. 7	2,9	2,6
Proband č. 8	3,1	4,3	Proband č. 8	3,2	2,2
Proband č. 9	2,8	1,8	Proband č. 9	2,5	1,6
Proband č. 10	3	1,5	Proband č. 10	2,6	1,3
Průměr	2,82	2,18	Průměr	2,7	1,98

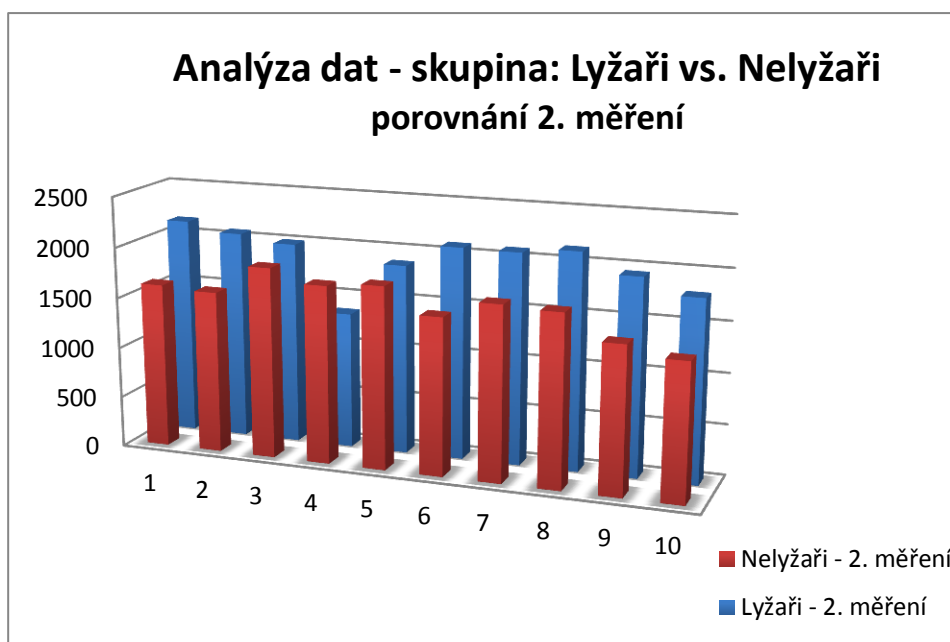
Tabulka č.14: Nejlepší naměřené časy v sekundách u Čapího testu pro skupinu NELYŽAŘI - záznam 1. a 2. měření

Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů			Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů		
Čapí test - 2. měření Lyžaři vs. Nelyžaři - PDK			Čapí test - 2. měření Lyžaři vs. Nelyžaři - LDK		
	<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>		<i>Soubor 1</i>	<i>Soubor 2</i>
Stř. hodnota	5,943	2,7	Stř. hodnota	7,016	1,98
Rozptyl	22,05635667	0,3044444	Rozptyl	23,66016	0,381777778
Pozorování	10	10	Pozorování	10	10
Hyp. rozdíl stř. hodnot	0		Hyp. rozdíl stř. hodnot	0	
Rozdíl	9		Rozdíl	9	
t Stat	2,168718925		t Stat	3,247887569	
P(T<=t) (1)	0,029117428		P(T<=t) (1)	0,005015609	
t krit (1)	1,833112933		t krit (1)	1,833112933	
P(T<=t) (2)	0,058234856		P(T<=t) (2)	0,010031217	
t krit (2)	2,262157163		t krit (2)	2,262157163	

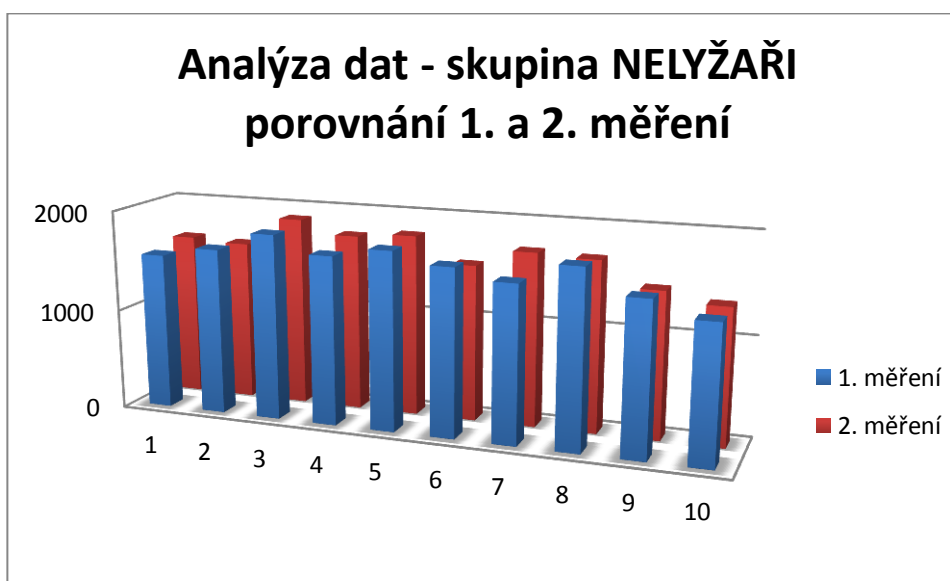
Tabulka č. 15: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů pro 2. měření v rámci analýzy čapího testu - Lyžaři vs. Nelyžaři – PDK a LDK



Graf č. 1: Analýza dat - skupina LYŽAŘI - porovnání 1. a 2. měření (hodnoty jsou uvedeny v bodech přidělených přístrojem GymTop)



Graf č. 2: Analýza dat - skupina: Lyžaři vs. Nelyžaři - porovnání 2. měření (hodnoty jsou uvedeny v bodech přidělených přístrojem GymTop)



Graf č. 3: Analýza dat - skupina NELYŽAŘI - porovnání 1. a 2. měření (hodnoty jsou uvedeny v bodech přidělených přístrojem GymTop)

5 Vyhodnocení výsledků

5.1 Gym Top USB Professional

V rámci první sledované proměnné – porovnání prvního a druhého měření v rámci skupiny lyžařů - bylo dosaženo statisticky vysoce významných výsledků ($P < 0,01$), kdy u druhého měření po 5 dnech intenzivního lyžařského výcviku došlo ke zlepšení oproti měření prvnímu před začátkem lyžařského kurzu (viz tabulka 3,5,6). Rozdíly jednotlivých měření jsou dobře patrné v grafu č.1.

U skupiny nelyžařů - porovnání prvního a druhého měření – nedošlo ke statisticky významnému zlepšení ($P > 0,05$), jak bylo předpokládáno (viz tabulka 4, 7, 8). Nedošlo tedy k zamítnutí hypotézy H_0 o nezávislosti, což je opět pro lepší přehlednost uvedeno v grafu č. 3.

Při porovnání výsledků z prvního měření mezi skupinou Lyžařů a skupinou Nelyžařů jsou výsledky statisticky shodné, Lyžaři dosáhli jak v průměru, tak i v rámci jednotlivců nepatrně vyššího bodového ohodnocení než Nelyžaři (viz tabulka 9, 10).

U poslední části vyhodnocování rozdílu – v rámci druhého měření mezi Lyžaři a Nelyžaři – dosáhli Lyžaři jednoznačně statisticky vysoce významného rozdílu oproti skupině Nelyžařů při $P < 0,01$ (viz tabulka 11, 12). Grafické znázornění je možné prostudovat v grafu č. 2.

Na základě výše uvedených závěrů je možné konstatovat, že první předpokládaná hypotéza – sjezdové lyžování pozitivně ovlivní rovnováhovou schopnost již po jednom týdnu intenzivního lyžování v rámci hodnocení přístrojem GymTop USB - byla potvrzena. Lyžaři prokázali výrazné zlepšení rovnováhových schopností po absolvování 5 denního lyžařského výcviku oproti kontrolní skupině, u které k žádnému statisticky významnému pokroku nedošlo.

U druhé z testovaných hypotéz - Lyžaři mají lepší rovnováhové schopnosti než nelyžaři – nespportovci na základě měření přístrojem GymTop USB Professional – je vyhodnocení zatíženo několika rovinami interpretace a bude podrobněji probráno v diskuzi.

5.2 Čapí test

V rámci měření Čapího testu prokázali Lyžaři lepší výsledky než Nelyžaři; ve druhém měření u nich došlo ke zlepšení rovnovážové schopnosti zejména při stoji na levé dolní končetině. U skupiny Nelyžařů k žádnému výraznému zlepšení nedošlo, průměrné výsledky ve druhém měření se ukázaly být dokonce horší. Statisticky významným se ukázal být až rozdíl u druhého měření Lyžaři vs. Nelyžaři; pro pravou dolní končetinu $P < 0,05$ a pro levou dolní končetinu $P < 0,01$ ve prospěch lyžařů.

Vyhodnocení pomocí výkonnostní tabulky k Čapímu testu (viz Tabulka č. 1) skončili obě zkoumané skupiny velmi podprůměrně.

Tyto výsledky jsou platné pro skupinu ve věkovém rozmezí 20 - 28 let, která byla podrobena 7 dennímu instruktorskému kurzu s náplní v průměru 5 hodin intenzivního lyžování denně a bylo dbáno zejména na techniku jízdy, správný lyžařský postoj a načasování jednotlivých pohybů.

6 Diskuse

Sjezdové lyžování: Vývoj lyžařské techniky je charakteristický zejména postupným zrychlováním tempa a celkovou dynamikou jízdy. Dnešní podoba lyžování po hranách – carving – ve spojení s nerovnostmi v terénu automaticky zvyšují nároky na motorické schopnosti. Sportovní dynamická jízda se tak bez dobrých rovnováhových schopností neobejde.

V závodním lyžování existují čtyři hlavní disciplíny (SL, GS, SG, DH). Bohužel neexistuje žádná studie, která by zkoumala rozdíl mezi jednotlivými disciplínami z pohledu nároků na rovnováhovou schopnost. Bylo by zajímavé otestovat, zda se rovnováhové schopnosti uplatní spíše u mrštnější jízdy v pomalejší slalomové disciplíně, nebo naopak v nejrychlejší disciplíně „Down Hill“, kde závodník překonává značné vlivy vnějších sil v kombinaci s ledovým terénem.

Biomechanické poznatky, zejména z oblasti působení jednotlivých sil, lze využít jak pro zajištění bezpečnosti lyžaře, tak pro zlepšení sjezdařských schopností. V otázce bezpečnosti lyžaře se biomechanika uplatní především v konstrukci lyží, obzvláště pak u vypínacího mechanismu vázání. Nesprávné nastavení vypínací síly vázání velmi zvyšuje riziko poranění. Příkladem, kam až může zajít nevypnutí vázání při pádu, je úraz Mathiase Lanzingera při super obřím slalomu 2008 ve Kvitfjellu, které následně vedlo až k podkolenní amputaci levé dolní končetiny.

Znalost biomechaniky se dále uplatňuje i při plánování taktiky jízdy a pak v jízdě samotné. Protože lyžařský úspěch je multifaktoriálně ovlivněn, zaměřuje se lyžařská strategie z biomechanického aspektu na volbu optimální trasy, volbu stylu jízdy s ohledem i na typ sněhu, volbu rychlosti, a především na vhodné tempo. Poslední faktor se ukázal být velmi rozhodujícím v rámci umístění se na předních příčkách. Pokud závodník nasadí na začátku tratě vysoké tempo, ale už ho nezvládne udržet po celou dobu jízdy, dojíždí zpravidla s vyšší časovou ztrátou než závodník s kontinuálním tempem po celé délce tratě. Vyšší rychlost je zároveň přímo úměrná i s vyšší chybovostí. Pro úspěšnost je tedy nutné najít optimální rovnováhu mezi těmito zmíněnými faktory.

Z fyziologického pohledu je sjezdové lyžování rychlostně silovým sportem a dochází při něm k zatížení všech subsystému člověka. Největší nároky jsou kladeny na oběhový systém, látkovou výměnu, statokinetické ústrojí a v závodním lyžování také na psychiku. Znalost fyziologických pochodů během sjezdového lyžování je důležitá jak

pro prevenci, tak pro skladbu tréninků u závodních lyžařů. V rámci udržení maximálního nasazení je nutné vzít v potaz rozdíly u jednotlivých věkových kategorií, kdy juniorští závodníci reagují na zátěž odlišně než dospělí.

V závodním lyžování reaguje lyžař zvýšenou tepovou frekvencí, acidózou organismu, zvýšenou glykemií a laktátu v krvi.

U rekreačních lyžařů není možné fyziologické nároky takto snadno paušalizovat, protože existuje velké množství interindividuálních rozdílů. Fyziologické nároky jsou pak vázány na tempo a techniku jízdy, sklon svahu a intenzitu lyžování. Proto se většina studií, zabývajících se rekreačním lyžováním a vlivem na organismus, zaměřuje především na pozitivní vliv sjezdového lyžování na zdraví jedince. Bylo prokázáno, že sjezdové lyžování je obecně prospěšné – zvláště pak ve smyslu udržování kondice, posturální stability a posílení svalového systému atd. – nejčastěji je ale vyzdvihován pozitivní vliv na kardiovaskulární systém. Sjezdové lyžování tak může být prospěšné i u starších jedinců, u kterých může zpomalit typické známky procesu stárnutí, které můžeme sledovat u inaktivních jedinců. V Müllerově studii (2011a) bylo dokonce potvrzeno, že jeden týden lyžování výrazně snižuje riziko kardiovaskulárních onemocnění.

Sjezdové lyžování se právem počítá mezi rizikové sporty. Je tomu tak zejména kvůli dosahovaným vysokým rychlostem, a to nejen v rámci závodního lyžování, dále pak kvůli povětrnostním podmínkám, ale i nerespektování vlastních možností nebo pravidel FIS. Veškerá zdravotní rizika je tedy možné eliminovat a preventivně proti nim působit, což je nutné vštěpovat zejména laické veřejnosti.

U závodních lyžařů hrozí mimo úrazů i funkční poruchy na pohybovém aparátu a to zejména při špatné skladbě tréninků, kdy není zařazeno dostatek kompenzačních cvičení a relaxace. Dalším rizikem může být i lokální únava, která pak často vede například k poškození svalu natažením nebo i natržením.

U rekreačních lyžařů existuje celá řada faktorů, které mohou zapříčinit případné zranění. Od nedostatečné výzbroje a výstroje a neodborně nastaveného vázání, přes nedodržování pravidel pohybu na sjezdovce až po nerespektování vlastních lyžařských schopností a přecenění fyzické kondice. Zvláště v rekreačním lyžování by se dalo velké množství úrazů eliminovat důsledností každého jednotlivého lyžaře.

Motorické schopnosti: Motorické schopnosti jsou jedním z předpokladů pro jakoukoli pohybovou aktivitu. Ačkoli je možné další dělení na kondiční, koordinační a kondičně

koordinační schopnosti, panuje mezi jednotlivými schopnostmi velká provázanost a nelze jednu od druhé striktně izolovat. Tato propojenost platí i v hlubším dělení koordinačních schopností, kam se řadí právě rovnováhová schopnost. Tento fakt se stává limitujícím pro zkoumání a testování jednotlivých schopností. Například u testů pro měření rovnováhy se uplatňuje i faktor statické síly a je tedy kondičně podmíněn. Testování pouze jedné konkrétní schopnosti je tedy téměř nemožné, což je nutné zohlednit při vyhodnocování výsledků. Při provádění podobných experimentů na sportovcích, kteří absolvují pravidelně kondiční tréninky, které bývají z pravidla všestranně zaměřeny, nelze jednoznačně určit, která část tréninku se projevila na celkovém výkonu.

Přesto několik studií potvrzuje (např. Cigrovski, 2011; Hrysonmallis, 2011; Ružič, 2011; Turjaka 2010), že rovnováhová schopnost pomáhá eliminovat riziko zranění a že jedinci úspěšnější v koordinačních testech si lépe osvojují lyžařské dovednosti a při pravidelném koordinačním tréninku dosahují lepších výsledků. U elitních lyžařů byla potvrzena lepší rovnováhová schopnost u závodníků na předních místech tabulek.

Průběh měření: Experimentální skupina prokázala oproti skupině kontrolní větší bojovnost, soutěživost a motivovanost dosáhnout co nejlepších výsledků. Naopak, někteří probandi z kontrolní skupiny, své snažení mnohdy téměř vzdali před vypršením časového limitu pro zadaný úkol.

Ačkoli psychologické studie nepotvrzují velké rozdíly v osobnostních rysech mezi sportovci a nespportovci, existují určité obecné osobnostní rysy, které jsou u sportovců dominantnější a mezi něž patří mimo jiné hyperaspirativnost a vyšší výkonová motivace [Slepička, 2009; Hošek 2005]. Vyšší soutěživost a orientace na úspěch u sportovců se podařilo experimentem potvrdit i Gillovi (1988).

Měření probíhalo vždy jednotlivě za přítomnosti pouze probanda a examinátora, bylo by ale zajímavé sledovat počínání probandů (zejména u experimentální skupiny), v situaci, kdy by byli přítomní všichni najednou. Otázkou je, zda by došlo k větší soutěživosti a zda by dosáhli ještě lepších výsledků. Naopak, u kontrolní skupiny, by se v takovém případě dala předpokládat ještě větší rezignovanost při případném nezdaru.

U druhého měření, měla experimentální skupina, oproti kontrolní skupině, handicap. Měření vzhledem k charakteru instruktorského kurzu nebylo možné provést v jinou dobu, než po celodenní výuce lyžování, ztížené ještě nepřízní počasí.

Subjektivně udávaná únava byla zákonitě umocněna i předchozími lyžařskými dny a celkově náročným programem s nedostatkem spánku. Kromě únavy panovala ve skupině určitá nervozita z nadcházejících zkoušek, které byly naplánovány na další den. Subjektivní pocit únavy a nervozity se zákonitě projevil na výkonu celé experimentální skupiny v negativním smyslu.

Souvislostí mezi únavou a propriocepcí, která je pro udržování rovnováhy velmi důležitá, se zabíral například Changela a kol. (2012). Ve svém experimentu potvrdili, že ponámahová svalová únava snižuje propriocepci z kolenního kloubu a dále má vliv na celkovou rovnováhovou schopnost. Jak Changela (2012) dále uvádí, podporují jeho výsledky např. Ageberg a kol. (2003) nebo Roberts a kol. (2003).

Při měření čapím testem došlo bohužel k chybné interpretaci kritérií pro hodnocení a vyhodnocení bylo provedeno příliš přísně. Zároveň se jedná o subjektivní hodnocení, což je nutné vzít v potaz při interpretaci výsledků. Probandi z obou skupin tak nedosáhli příliš vysokých výsledků a na základě vyhodnocení standardizovanou tabulkou pro tento test dosáhli hodnocení „slabý“. Aby tedy tento test nemusel být prohlášen za neplatný a nasbíraná data mohla najít uplatnění, rozhodla jsem se výsledky vyhodnotit, stejně jako předchozí disciplínu, T-testem, tak, jak je uvedeno v kapitole 5 Vyhodnocení výsledků.

Ráda bych ještě podotkla, že tento test byl volen především vzhledem k nízkým nárokům na speciální pomůcky (jako např. speciálně konstruované kladinky, používané u jiných testů rovnováhy) a snadné použití i v „terénních“ podmínkách. Tyto upřednostněné vlastnosti velmi zúžily výběr vhodného způsobu pro testování lyžařů. Lyžaři používají vcelku velmi rigidní obuv a je tedy otázkou do jaké míry je ovlivněna právě propriocepce z plosky nohy během lyžování (která se právě v Čapím testu uplatňuje) a jestli není naopak potlačena. To by pak mohlo snížit výpovědní hodnotu Čapího testu v rámci tohoto konkrétního experimentu.

Výsledky: V případě první hypotézy, zda sjezdové lyžování ovlivní rovnováhovou schopnost již po jednom týdnu intenzivního lyžování při měření přístrojem GymTop USB, se nám dostalo jasné odpovědi. Hodnotili jsme experimentální skupinu, u které došlo po absolvování týdenního instruktorského kurzu k výraznému zlepšení rovnováhové schopnosti a dá se dále předpokládat, že sjezdové lyžování obecně, zlepšuje rovnováhovou schopnost.

Odpověď na další testovanou hypotézu - Lyžaři mají lepší rovnováhové schopnosti než Nelyžaři – už byla méně jednoznačná. Porovnáním druhého měření mezi experimentální a kontrolní skupinou jasně ukázalo lepší výsledky u experimentální skupiny, tak, jak se dalo předpokládat. Malým zklamáním ovšem bylo porovnání obou skupin v rámci prvního měření, při kterém nedošlo ke statisticky významnému rozdílu. Přesto tento výsledek bylo možné očekávat. Obě skupiny měly během prvního měření totožné výchozí podmínky. Všichni probandí z experimentální skupiny stáli na lyžích v této sezóně poprvé až po prvním měření a nebyli tak zatíženi sjezdovým lyžováním minimálně půl roku.

Malou zajímavostí je, že pokud by došlo k vyloučení nejslabších článků v obou skupinách, měl by rozdíl v rámci prvního měření vysokou statistickou významnost při $P < 0,01$ (viz tabulka č. 9) a hypotéza by tak dostala jasnější rysy.

U nevrcholových sportovců je úroveň fyzické kondice velmi individuální. To hraje roli v testování rovnováhové schopnosti, která je ovlivněna dalšími složkami motorických schopností. Chápeme-li skupinu „Lyžaři“ v provedeném experimentu tak, že sjezdové lyžování je u každého probanda dominantní sport, záleží pak na dalších sekundárně vykonávaných sportech, které se podílí na úrovni motorických schopností u každého z probandů a jedince obecně. To je možné sledovat i v tabulce č. 3, kdy mezi jednotlivými probandy dosáhli někteří znatelně lepších výsledků než ostatní a naopak někteří dosáhli výrazně špatných hodnot. Tato fakta pak do značné míry ovlivňují samotné testování, zejména v otázce, zda mají lyžaři lepší rovnováhovou schopnost než nelyžaři, což je v tomto experimentu otázkou interpretace. Z pohledu zaujatého pozorovatele si dovoluji nechat tuto otázku otevřenou a dávám tak prostor pro další a cílenější experimenty k tomuto tématu.

7 Závěr

V dostupných studiích, zabývajících se sjezdovým lyžováním, byl jednoznačně potvrzen celkově prospěšný vliv sjezdového lyžování na zdraví jedince a vliv rovnováhových schopností na prevenci úrazů, dosahování lepších výsledků v rámci sjezdového lyžování a schopnosti osvojit si jízdu na lyžích. Opačný vliv – jak se sjezdové lyžování podílí na rozvoji rovnováhové schopnosti – však doposud testován nebyl.

Provedený experiment jednoznačně potvrdil, že sjezdové lyžování pozitivně ovlivnilo rovnováhovou schopnost u vybraných probandů a to již po jednom týdnu intenzivního lyžování a na jeho základě se dá stanovit obecný předpoklad, že sjezdové lyžování pozitivně ovlivňuje rovnováhovou schopnost.

Rozdíl rovnováhové schopnosti mezi Lyžaři a Nelyžaři ve prospěch skupiny Lyžařů potvrzen nebyl, na základě provedeného experimentu ho ovšem není možné ani zcela zamítnout. Testování této hypotézy je do značné míry zatíženo mnoha faktory, jakými jsou například interindividuální rozdíly testovaných jedinců, nebo nemožnost striktně oddělit rovnováhovou schopnost od ostatních motorických schopností. Pro objasnění této otázky doporučuji provést cílenější výzkum, nebo do experimentální skupiny zařadit místo rekreačních lyžařů jedince z řad závodních lyžařů, u kterých jsou jednotlivé faktory méně odlišné a tvoří tak kompaktnější skupinu.

8 Seznam použité literatury

- AXTELL, R.S. et al. Physiological indices of elite junior-I alpine skiers. In: MÜLLER, E., SCHWAMEDER, H., KORNEXL, E., RASCHNER, C. Science and skiing. 1st ed. London: E & FN Spon, 1997, xii. eISBN: 9780203476178.
- Bere, T., Flørenes, T., Krosshaug, T., Nordsletten, L., Bahr, R. Events leading to anterior cruciate ligament injury in World Cup Alpine Skiing: a systematic video analysis of 20 cases. *British Journal Of Sports Medicine*, 2011 45(16), 1294-1302. ISSN 03063674
- BERNACIKOVA, M.; KAPOUNKOVÁ, K; NOVOTNÝ, J; a kol. Fyziologie sportovních disciplín [online] 2010 [cit. 2012-03-25]. <<http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsps/ps10/fyziol/web/sport/zima-alpy.html>>
- BÖS, K. *Handbuch motorische Tests*. Hogrefe 2001, s.650. ISBN 9783801704117.
- CIGROVSKI, V., BOŽIĆ, I, PRIENDA, N. Influence of motor abilities on learning of alpine ski technique. *Sportlogia*, 2012 s.188-201.
- CIGROVSKI, V., MATKOVIĆ, B., PRLENDA, N. Povezanost ravnoteže s procesom usvajanja skijaškog znanja. / Correlation between balance and learning of alpine skiing. *Croatian Sports Medicine Journal*. 2009, roč. 24, č. 1, s. 25-29. ISSN 03540766.
- CLARK, R. A., BRYANT, A. L., PUA, Y., McCRORY, P., BENNELL, K., HUNT, M. Validity and reliability of the nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & Posture*, 2010 31(3), 307-310. ISSN 09666362.
- DRAHOŇOVSKÝ, R., NOVÁK, O. *Lyžování.: Metodika výuky sjezdového lyžování*. Vyd. 1. Špindlerův Mlýn: Asociace profesionálních učitelů lyžování a lyžařských škol, 2011. 83 s.
- ERDMANN, W. S., ASCHENBRENNER, P. Biomechanics of tactics of running a course in four alpine skiing disciplines: First course geometry results. *Human Movement*, 2008 9(2), s.124-127. ISSN 17323991.
- FLØRENES, T.W., BERE, T. et al. Injuries among male and female World Cup alpine skiers. *British Journal Of Sports Medicine*, 2009 43(13), s. 973-978. ISSN 03063674
- FLØRENES, T. W., NORDSLETTEN, L. L., HEIR, S. S., BAHR, R. R. Injuries among World Cup ski and snowboard athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2012 22(1), s. 58-66. ISSN 09057188.
- *Gebrauchsanweisung D GymTop USB Therapiekreisel Professional* Haynl Elektronik GmbH 2006, 9 vydání dostupné z: www.c-free.de

- GILL, D. L., DZEWALTOWSKI, D. A. Competitive orientations among intercollegiate athletes: is winning the only thing? *Sport Psychologist*, 1988 2(3), s.212-221. ISSN 08884781
- HAVEL, Z., HNÍZDIL, J. a kol. *Rozvoj a diagnostika koordinačních a pohyblivostních schopností*. Banská Bystrica: Bratia Sabovci, s.r.o., 2010. 176 s. ISBN 978-80-8083-950-5.
- HAVLÍČKOVÁ, L., et.al. *Fyziologie tělesné zátěže I. : Obecná část. 2. vydání*. Praha: Karolinum, 2008. 203 s. ISBN 978-80-7184-875-2.
- HAVLÍČKOVÁ, L. a kol. *Fyziologie tělesné zátěže II. – speciální část – 1. díl, 1. vyd.* Praha: Karolinum, 1993. 238 s. ISBN 382-124-93
- HONSOVÁ, K. *Využití kompenzačních cvičení v alpském lyžování*. Brno, 2011. 40s.
- HOŠEK, V. *Psychologie sportu. učební text*. 2005 Dostupné z: URL<<http://vstvs.palestra.cz/data/psychologiesportu.doc>> [cit 2013–04-11]
- Diplomová práce na MU FSS. Vedoucí práce Mgr. Roman Grmela, Ph.D.
- HRYSOMALLIS, C. Balance ability and athletic performance. *Sports Medicine* [serial online]. March 2011;41(3) s. 221-232. ISSN 01121642.
- CHANGELA, P. K., SELVAMANI, K. K., RAMAPRABHU. A study to evaluate the effect of fatigue on knee joint proprioception and balance in healthy individuals. *Sports Medicine Journal*, 2012 8(2), 1851-1857. ISSN 18410162.
- CHARVÁTOVÁ, Z.: *Návrh metodiky výuky závodní techniky sjezdového lyžování pro kategorii přípravka*. Brno, 2011.109 s. Diplomová práce na MU FSS. Vedoucí práce doc. PhDr. Ladislav Bedřich, CSc.
- KARLSSON, J. Alpine ski physiology: retro and prospectus. *Sports biomechanics*, 2009, 8 (4), s.24-34, ISSN 1476-3141
- KIPP, R. W. *Alpine skiing*. Champaign, IL: Human Kinetics, 2012. 213 s. ISBN 978-0-7360-8355-3.
- KOEHLE, M. S., Lloyd-Smith, R. R., & Taunton, J. E. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Medicine*, 2002 32(12), 785-793. ISSN 01121642.
- KOGA, H, Bere T, BAHR, R, KROSSHAUG, T. Kinematics of a slip-catch mechanism for anterior cruciate ligament injury in world cup alpine skiing. *British Journal Of Sports Medicine* [serial online]. April 2011; 45(4): s.327. ISSN 03063674
- *Kompendium Biomechanika* dostupné z: URL: <<http://biomech.ftvs.cuni.cz/pbpc/kompendium/biomechanika/index.php>> [cit. 2012-04-22].

- KRAUTGASSER S, SCHEIBER P, et all. Influence of physical fitness on individual strain during recreational skiing in the elderly. In: MÜLLER, E., LINDINGER, S., STÖGGL, T., eds. Science and skiing, Vol. IV. Maidenhead, UK: Meyer & Meyer, 2009, s.310–319. ISBN 1841262552.
- Kroll J, Wakeling JM, Seifert JG, Muller E. Quadriceps muscle function during recreational alpine skiing. *Med Sci Sports Exerc* 2010, 42, s.1545–1556. ISSN 0195-9131.
- *Kurz učitel lyžování APUL B- přednášky – část Biomechanika lyžování.* Jedná se o interní skripta APUL
- MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti.* 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005, 175 s. ISBN 80-244-0981-x.
- MERCER, L. Benefits of downhill skiing. [online] c2011, [cit. 2012-09-28]. Dostupné z: <<http://www.livestrong.com/article/509455-benefits-of-downhill-skiing>>
- MILDNER, E., BART, M., EHN, G., KRIEBERNEGG, R., STAUDACHER, A., RASCHNER, C. Relationship between physical fitness, ski technique and racing results of young alpine ski racers. In: MÜLLER, E., LINDINGER, S., STÖGGL, T., eds. Science and skiing, Vol. V. Maidenhead, UK: Meyer & Meyer, 2012, s.282–290. ISBN 978-1-84126-353-3.
- MALLIOU, P., et al. Proprioceptive training for learning downhill skiing. *Perceptual & Motor Skills* [serial online]. August 2004;99(1) s. 149-154. ISSN 00315125.
- MIURA, T., MIURA, M. Relationship of physiological characteristics to competitive performance for junior high school and high male alpine ski racers. In: MÜLLER, E., LINDINGER, S., STÖGGL, T., eds. Science and skiing, Vol. V. Maidenhead, UK: Meyer & Meyer, 2012, s.293–307. ISBN 978-1-84126-353-3.
- MÜLLER, E., GIMPL, M., POETZELSBERGER, B., FINKENZELLER, T., SCHEIBER, P. Salzburg skiing for the elderly study: study design and intervention - health benefit of alpine skiing for elderly. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 2011b 21, s.1-8. ISSN 0905-7188.
- MÜLLER, E. E., GIMPL, M. M., KIRCHNER, S. S., KRÖLL, J. J., JAHNEL, R. R., NIEBAUER, J. J., SCHEIBER, P. P. Salzburg skiing for the elderly study: influence of alpine skiing on aerobic capacity, strength, power, and balance. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 2011a, 219(22). ISSN 0905-7188.
- NEUMAYR, G.; HOERTNAGL, H.; PFISTER, R.; KOLLER, A.; EIBI, G.; RASS, E. Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *International Journal of Sports Medicine* 2003. 24, s. 571-575.

- NEUMAYR, G., HOERTNAGL, H., PFISTER, R., KÖLLER, A., EIBL, G., RAAS, E. Physical and physiological factors associated with success in professional alpine skiing. *Int J Sports Med*, 2003, 34, s. 571–575.
- NIEDERSEER, D. D., LEDL-KURKOWSKI, E. E., KVITA, K. K., PATSCH, W. W., DELA, F. F., MÜELLER, E. E., NIEBAUER, J. J. Salzburg Skiing for the Elderly Study: changes in cardiovascular risk factors through skiing in the elderly. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, 2011, 21, s.47-55. ISSN 0905-7188.
- NOVOTNÝ J.; SEBERA M.; NOVOTNÁ M.; HRAZDÍRA L.; CHALOUPECKÁ A. Kapitoly sportovní medicíny[online učebnice] 12/2003 [cit. 2012-03-25]. <<https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fsp/ps06/sportmed/web/index1.html>>
- OTÁHAL, J. Objektivizační metody, stabilometrie. Dostupné z: <biomech.ftvs.cuni.cz/kab/archiv/stabilo_fyziot.ppt> [cit. 2012-10-08].
- PANG, M. C., LAM, F. M., WONG, G. H., AU, I. H., CHOW, D. L. Balance performance in head-shake computerized dynamic posturography: Aging effects and Test-Retest reliability. *Physical Therapy*, 2011, 91(2), 246-253. ISSN 00319023.
- PŘÍBRAMSKÝ, M. a kol. *Česká škola lyžování: Biomechanika a motorické předpoklady alpských disciplín*. UK FTVS Praha 2001. ISBN 80-86317-10-2
- RUŽIĆ, L., PETRAČIĆ, T., RAĐENOVIĆ, O. The relationship between the field and the laboratory balance tests and skiing performance. *Croatian Sports Medicine Journal*. 2011 s. 52-57. ISSN 03540766.
- SEIFERT, J., KROLL, J., MÜLLER, E. The relationship of heart rate and lactate to cumulative muscle fatigue during recreational alpine skiing. *J Strength Cond Res* 2009, 23, s. 698–704. Online ISSN 1533-4287.
- SCHEIBER, P., KRAUTGASSER, S., von DUVILLARD, S.P., MÜLLER, E. Physiologic responses of older recreational alpine skiers of different fitness and skiing abilities. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2011, 10, s. 748-753. ISSN 1303-2968.
- SLEPIČKA, P., HOŠEK, V., HÁTLOVÁ, B. *Psychologie sportu*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2009. 242 s. ISBN 9788024616025
- SZMEDRA, L. L., IM, J. J., NIOKA, S. S., CHANCE, B. B., RUNDELL, K. W. Hemoglobin/myoglobin oxygen desaturation during alpine skiing. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 2001, 33(2), 232-236. ISSN 0195-9131.
- ŠTANCL, P., STROBL, K. *Lyžování s úsměvem*. 1. vyd. Olomouc: Nakladatelství Olomouc, 2004. 111 s. ISBN 80-7182-183-7.
- ŠTUMBAUER, J., VOBR, R. *Carving*. 1. vyd. České Budějovice: KOPP, 2007. 126 s. ISBN 978-80-7232-337-1.

- TESCH, A. A. Aspects on muscle properties and use in competitive alpine skiing. *Medicine & Science In Sports & Exercise*, 1995 27(3), s. 310-314.
- TROJAN, S. a kol. Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka. 3. vydání. Praha: Grada, 2005 ISBN 80-247-4596-2
- TURJAKA, B., SOKOLI, B., DUJAKA, A., BERISHA, A. The impact of motor characteristics in success of kosovar junior alpine skiers. *Sportekspert*, 2010 3(1), s. 12-14. ISSN 18403638.
- TURNBULL, J.R., KILDING, A.E., KEOGH, J. Physiology of alpine skiing. *Scand J Med Sci Sports*. 2009, 19, s. 146–155. ISSN 0905-7188.
- WESTIN, M., ALRICSSON, M., WERNER, S. Injury profile of competitive alpine skiers: a five-year cohort study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2012 20(6), s. 1175-1181. ISSN 09422056.
- YACENDA, J., ROSS, T. *High-performance skiing*. 2nd ed. Champaign: Human Kinetics, 1998. 230 s. ISBN 0-88011-713-3.

Internetové zdroje

- URL: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Posturografie>> [cit. 2012-10-08].
- URL: <<http://www.fysiomed.cz/produkty/diagnostika/stabilometrie>> [cit 2012–10-12].
- URL: <<http://www.mft-company.com/en/mft/mft-s3-check-2>> [cit 2012–10-12].
- URL:<<http://www.teamobernberger.at/regenerationscenter/diagnostikgerate/mfts3.html>> [cit 2012–10-13].
- URL: <<http://www.c-free.de/>> [cit 2012–10-12].
- URL: <<http://www.topendsports.com/testing/balance.htm>> [cit 2012–10-12].
- URL: <www.sportvital.cz> [cit 2012–10-12].
- URL: <<http://www.olympic.cz/cz/sparty/298/alpske-lyzovani>> [cit. 2012-09-05].
- URL: <<http://www.fitday.com/fitness-articles/fitness/sports-training/the-health-benefits-of-downhill-skiing.html>> [cit. 2012-09-28].
- URL: <<http://www.dailymail.co.uk/health/article-152897/Why-skiing-good-you.html>> [cit. 2012-09-28].

9 Přílohy

Seznam příloh

Příloha č. 1	Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS
Příloha č. 2	Návrh informovaného souhlasu
Příloha č. 3	Seznam tabulek
Příloha č. 4	Seznam obrázků
Příloha č. 5	Seznam grafů
Příloha č. 6	Návrh tréninkové jednotky sjezdového lyžování



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA TĚLESNÉ VÝCHOVY A SPORTU
Josef Martího 31, 162 52 Praha 6-Vešslavín
tel.: 220 171 111
<http://www.ftvs.cuni.cz/>

Žádost o vyjádření etické komise UK FTVS

k projektu diplomové práce, zahrnující lidské účastníky

Název: Vliv sjezdového lyžování na rovnováhu

Forma projektu: diplomová práce

Autor (hlavní řešitel): Bc. Nikola Volejníková

Školitel (v případě studentské práce): Doc., PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Popis projektu: Bude provedeno měření rovnováhy u skupiny lyžařů a nelyžařů pomocí přístroje Gym Top USB a dalších standardizovaných testů pro měření rovnováhy.

Zajištění bezpečnosti pro posouzení odborníky

Nebudou použity žádné invazivní techniky.

Etické aspekty výzkumu

Osobní údaje získané z šetření nebudou zveřejněny.

Informovaný souhlas (příložen)

V Praze dne 14.10.2012

Podpis autora:

Vyjádření etické komise UK FTVS

Složení komise: Doc. MUDr. Staša Bartůňková, CSc.

Prof. Ing. Václav Bunc, CSc.

Prof. PhDr. Pavel Slepíčka, DrSc.

Doc. MUDr. Jan Heller, CSc.

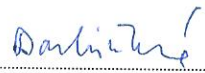
Projekt práce byl schválen Etickou komisí UK FTVS pod jednacím číslem: 0163/2012

dne: 24. 10. 2012

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

Řešitel projektu splnil podmínky nutné k získání souhlasu etické komise.

razítko školy


podpis předsedy EK

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

Příloha č. 3

Seznam tabulek

Tabulka č.1: Vyhodnocení čapího stoje.....	30
Tabulka č.2: Vyhodnocení testu rovnováhy poslepu.....	30
Tabulka č.1: Vyhodnocení čapího stoje.....	42
Tabulka č. 3: Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional - Skupina LYŽAŘI.....	44
Tabulka č. 4: Naměřené hodnoty přístrojem Gym Top USB Professional – Skupina NELYŽAŘI.....	45
Tabulka č. 5: Analýza dat - skupina LYŽAŘI	46
Tabulka č. 6: Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: LYŽAŘI	46
Tabulka č. 7: Analýza dat - skupina NELYŽAŘI	47
Tabulka č. 8: Párový T-test - porovnání 1. a 2. měření v rámci skupiny: NELYŽAŘI	47
Tabulka č.9: Porovnání výsledků Lyžaři vs. Nelyžaři - 1. měření.....	48
Tabulka č.10: Dvouvýběrový T-test - porovnání 1. měření u skupiny:LYŽAŘI x NELYŽAŘI	48
Tabulka č.11: Porovnání výsledků Lyžaři vs. Nelyžaři - 2. měření.....	49
Tabulka č.12: Dvouvýběrový T-test - porovnání 2. měření u skupiny: LYŽAŘI x NELYŽAŘI.....	49
Tabulka č.13: Nejlepší naměřené časy v sekundách u Čapího testu pro skupinu LYŽAŘI - záznam 1. a 2. měření	50
Tabulka č.14: Nejlepší naměřené časy v sekundách u Čapího testu pro skupinu NELYŽAŘI - záznam 1. a 2. měření	50
Tabulka č. 15: Dvouvýběrový t-test s nerovností rozptylů pro 2. měření v rámci analýzy čapího testu - Lyžaři vs. Nelyžaři – PDK a LDK	51

Příloha č. 4

Seznam obrázků

Obr.č.1: rozložení sil	9
Obr. č. 2 Mechanismus poranění předního zkříženého vazů – zleva: slip catch mechanism – Landing back-weighted – dynamic snowplow.....	15
Obr. č. 3: Nejvíce zatěžované svaly – sjezd.....	23
Obr. č. 4: - Nejvíce zatěžované svaly –slalom	23
Obr. č.5: Hrubá taxonomie motorických schopností	25
Obr. č. 6: Šárka Záhrobská – ukázka tréninku rovnováhových schopností s využitím „Slack line“ a propriometru	36
Obr. č. 7: GymTop USB	39
Obr.č. 8: Příklad vyhodnocení přístrojem GymTop USB po ukončení úkolu	40
Obr. č. 9: Úkol č.1 „Rovnováha“ přístroje GymTop použit pro testování probandů)	40
Obr.č.10: Čapí test.....	42

Příloha č. 5

Seznam grafů

Graf č. 1: Analýza dat - skupina LYŽAŘI - porovnání 1. a 2. měření	51
Graf č. 2: Analýza dat - skupina: Lyžaři vs. Nelyžaři - porovnání 2. měření	52
Graf č. 3: Analýza dat - skupina NELYŽAŘI - porovnání 1. a 2. měření	52

Příloha č. 6

Návrh tréninkové jednotky sjezdového lyžování se zaměřením na rozvoj rovnováhových schopností - příklad

Cvičení na rovnováhovou schopnost se zaměřením na sjezdové lyžování

Cíl tréninkové jednotky: Rozvoj komplexních motorických dovedností se zaměřením na lyžování (při tomto cvičení je nutné 100% soustředění)

Doba trvání: 30 s

Počet sérií: 2-4

Počet pokusů: 3-4

Doba odpočinku: 30-90 s

Poznámka: lze cvičit v bloku či jako kruhový trénink. Nezbytné je dokonalé zvládnutí cviku a pohybu

Pomůcky: žíněnky, lavičky, švihadlo

1. Úkroky stranou s lyžařskými pohyby (základní pozice sjezdový postoj)
2. Krokové variace vpřed, vzad a stranou s lyžařskými pohyby (základní pozice sjezdový postoj) a splněním dodatečných úkolů (hod míčem, hod medicinbalem)
3. 20x skok stranou přes lavičku, poté kotoul vpřed a vzad, poté 10x přeskok snožmo vpřed a do stran
4. Výskoky a seskoky z různě velkých švédských beden do sjezdového postoje
5. Kruhový trénink s během a skoky s využitím překážek (možno v tělocvičně nebo využitím přírodních nerovností)
6. Lyžařské pohyby (podřepy s různými úhly pokrčení (možno i s holemi, či naslepo)
7. Přeskoky přes švihadlo s poskoky stranou, zvedáním kolen, předkopáváním, zakopáváním, dvojšvihy, vzad, s překřížením rukou, atd.)
8. Běžecské a skokové variace (6 rychlých skoku, 8 pomalých, 10 snožmo, rychlé kroky, atd.)

Cíl tréninkové jednotky: Rozvoj rovnováhy (při tomto cvičení je nutné 100% soustředění)

Doba trvání: 30 – 60 s

Počet sérií: 2-4

Počet pokusů: 4 - 6

Doba odpočinku: 30s-2 min dle druhu cvičení

Pomůcky: trampolína, lano, balanční deska, gymnastický míč velký, jednokolka, míče

Poznámka: lze cvičit v bloku či jako kruhový trénink. Nezbytné je dokonalé zvládnutí cviku a pohybu

1. Skoky stranou dolyžařského postoje (cca 10 s)
2. Stoj na jedné noze v lyžařském postoji, i naslepo
3. Přeskoky snožmo z jedné trampolíny na druhou
4. Přeskoky z jedné trampolánky na druhou /z jedné nohy na druhou do pokrčení)
5. Předozadní balancování na laně, kladině nebo tyči (po zlepšení možno pokrčit kolena)
6. Balancování do stran na laně, kladině nebo tyči (po zlepšení možno pokrčit kolena)
7. Předozadní balancování i balancování do stran na laně, kladině nebo tyči se zavřenými očima
8. Dřepy na balančním náčiní (balanční desky a otočné desky...) Nejprve na obou posléze na jedné noze (úhel v kolenou do 90°)
9. Lehý na břicho a zádech na velkém gymnastickém míči s udržováním rovnováhy
10. Lehý na břicho a zádech na velkém gymnastickém míči s udržováním rovnováhy s možností držet na pažích závaží či jiný předmět
11. Sedy, kleky a stoje na velkém gymnastickém míči s udržováním rovnováhy
12. Jízda na jednokolce vpřed a vzad

[Havel, Hnízdil, 2010]

Příloha č. 7

Ukázka výstupu dat z přístroje GymTop USB Professional

Následující vyhodnocení získal každý proband po každém testovacím pokusu v obou měřeních. Pro experiment byl stěžejní udělený počet bodů, viz kapitola 4.4.3 Způsob měření.

Ukázka obsahuje výstup dat z přístroje GymTop USB jednoho z probandů v rámci prvního měření – celkem tedy čtyři pokusy.

Einzelstatistik

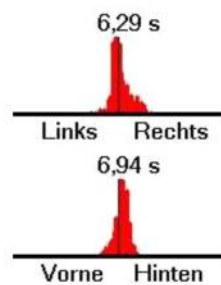
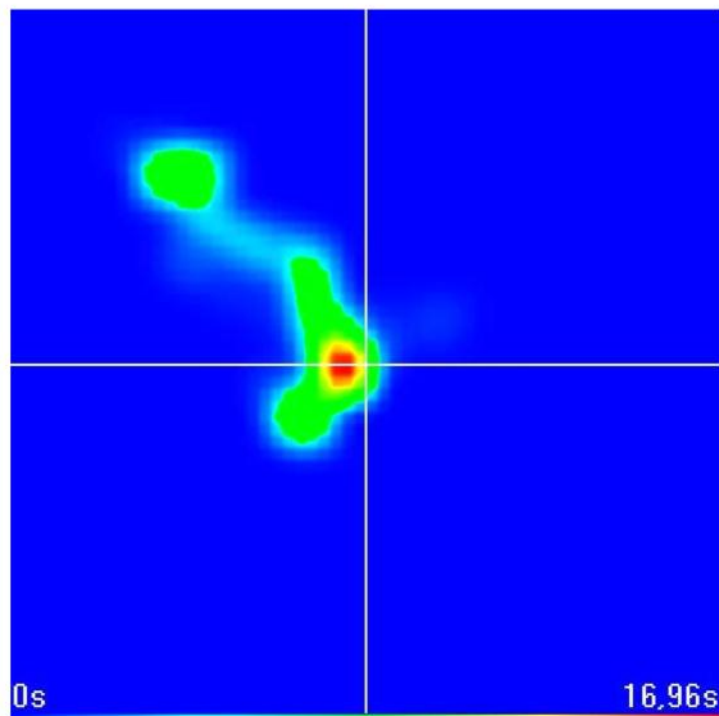
Patientendaten

Vorname:
Nachname:
geb. am:



Übungsauswertung

Übung vom 7.12.2012 um 18:59:08
Übung 1 - Gleichgewicht
Schwierigkeit: 3
Befriedigend! Behalten Sie den Schwierigkeitsgrad bei!
Übungsdauer: 01:00 Minuten
Ihr Punktestand: 1123
Dies entspricht der Note: 3,4



Einzelstatistik

Patientendaten

Vorname:

Nachname:

geb. am:



Übungsauswertung

Übung vom 7.12.2012 um 19:00:53

Übung 1 - Gleichgewicht

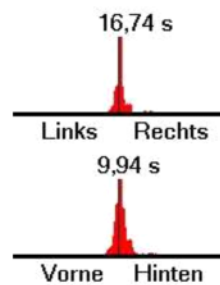
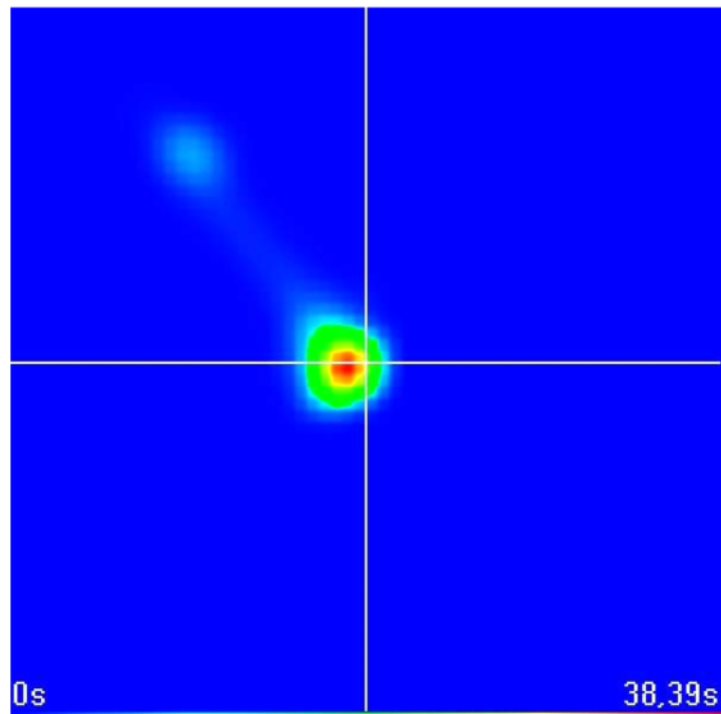
Schwierigkeit: 3

Sehr Gut! Erhöhen Sie den Schwierigkeitsgrad!

Übungsdauer: 01:00 Minuten

Ihr Punktestand: 1875

Dies entspricht der Note: 1,0



Einzelstatistik

Patientendaten

Vorname:

Nachname:

geb. am:



Übungsauswertung

Übung vom 7.12.2012 um 19:02:25

Übung 1 - Gleichgewicht

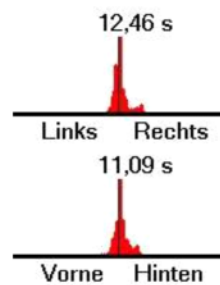
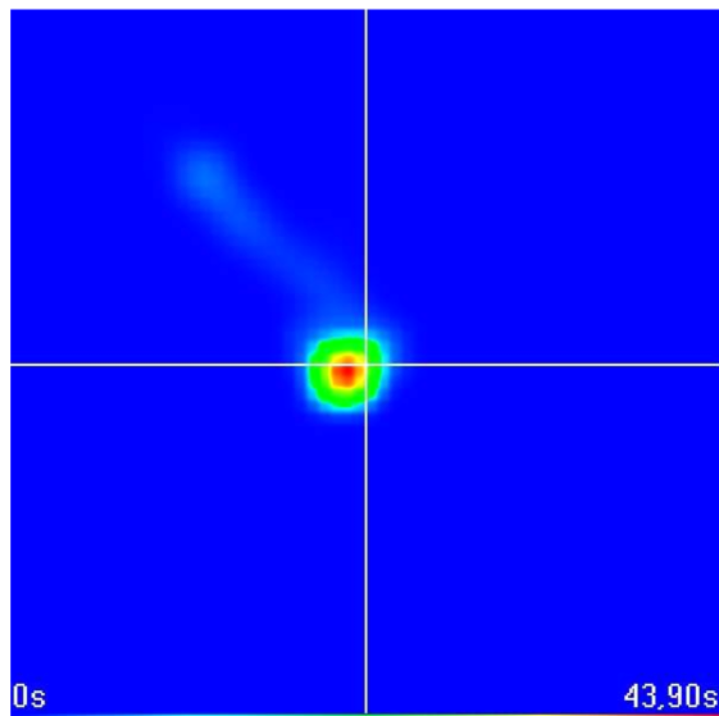
Schwierigkeit: 3

Sehr Gut! Erhöhen Sie den Schwierigkeitsgrad!

Übungsdauer: 01:00 Minuten

Ihr Punktestand: 1983

Dies entspricht der Note: 1,0



Einzelstatistik

Patientendaten

Vorname:

Nachname:

geb. am:



Übungsauswertung

Übung vom 7.12.2012 um 19:04:06

Übung 1 - Gleichgewicht

Schwierigkeit: 4

Gut! Behalten Sie den Schwierigkeitsgrad bei!

Übungsdauer: 01:00 Minuten

Ihr Punktestand: 1632

Dies entspricht der Note: 1,5

